

X. CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÁ KONFERENCE OPTOMETRIE A ORTOPTIKY S MEZINÁRODNÍ ÚČASTÍ

Sborník přednášek a posterů

17. 10. 2019 FSS MU JOŠTOVA 10, 602 00 BRNO

Generální sponzoři



Pořadatelé sborníku:

doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D., Mgr. Sylvie Petrová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.,
Bc. Ilona Haasová, Bc. Petr Buček

Katedra optometrie a ortoptiky, LF MU, Komenského nám. 2, 662 43 Brno

Postery:

1. Bc. Leona Bačáková, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.:

Obrazová databáze nejčastějších fyziologických a patologických očních nálezů
Photographic examples of the most common physiological and pathological ophthalmology findings

2. Bc. Petr Buček, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.:

Vliv pozice hlavy a těla při měření objektivní a subjektivní refrakce
Influence of head and body position on objective and subjective refraction measurements

3. Bc. Ilona Haasová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.:

Velikost fúzních rezerv před a po korekci heteroforií
Fusional vergence ranges before and after correction of heterophoria

4. Bc. Kateřina Malá, MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.:

Fotoscreening amblyogenních faktorů v dětské populaci
Photoscreening of amblyogenic factors in child population

5. Bc. Tomáš Maxián, DiS., RNDr. Jaroslav Wagner, Ph.D.:

Specifika centrace brýlových čoček
Specifications of centration spectacle lenses

6. Bc. Lucie Ondrová, Mgr. Simona Bramborová, DiS.:

Specifika korekce a volby korekční pomůcky u sportovců
Specifics of correction and choice of correction aid for athletes

7. Bc. Tereza Tesařová, Mgr. Jakub Král:

Rozšíření vergenčních vad
Occurrence of vergence disorders

8. Bc. Viktória Vaščáková, Mgr. Pavel Kříž, Ph.D.:

Rozdiel medzi priamym a nepriamym meraním heterofórií do diaľky a do blízka
The difference between direct and indirect measurement of heterophoria in the far and near distance

9. Kateřina Buchtová, doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc:

Vývoj rohovkových aberací v souvislosti s věkem
Development of age-related corneal aberrations

10. Bc. Anna Rajmonová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.:

Chromagenové filtry jako pomůcka pro žáky se specifickými poruchami učení
Chromagen filters as a tool for students with specific learning disorders

11. Marko Pavić, Sonja Drugović, Marcela Domnik:

Anisometropia

12. Karlo Kučko, Sonja Drugović, Marcela Domnik:

Binocular balance

13. Lea Tandara, Ira Putina, Sonja Drugović, Marcela Domnik:

Presbyopia

Obsah

Bc. Leona Bačáková, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.	5
Obrazová databáze nejčastějších fyziologických a patologických očních nálezů	5
Photographic examples of the most common physiological and pathological ophtalmology findings	15
Bc. Petr Buček, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.	25
Vliv pozice hlavy a těla při měření objektivní a subjektivní refrakce	25
Influence of head and body position on objective and subjective refraction measurements	34
Bc. Ilona Haasová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.	43
Velikost fúzních rezerv před a po korekci heteroforií	43
Fusional vergence ranges before and after correction of heterophoria	53
Bc. Kateřina Malá, MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.	63
Fotoscreening amblyogenních faktorů v dětské populaci	63
Photoscreening of amblyogenic factors in child population	78
Bc. Tomáš Maxián, DiS., RNDr. Jaroslav Wagner, Ph.D.	93
Specifika centrace brýlových čoček	93
Specifications of centration spectacle lenses	106
Bc. Lucie Ondrová, Mgr. Simona Bramborová, DiS.	117
Specifika korekce a volby korekční pomůcky u sportovců	117
Specifics of correction and choice of correction aid for athletes	131
Bc. Tereza Tesařová, Mgr. Jakub Král	146
Rozšíření vergenčních vad	146
Occurrence of vergence disorders	154
Bc. Viktória Vaščáková, Mgr. Pavel Kříž, Ph.D.	163
Rozdiel medzi priamym a nepriamym meraním heterofórií do diaľky a do blízka	163
The difference between direct and indirect measurement of heterophoria in the far and near distance ...	173
Kateřina Buchtová, doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc	183
Vývoj rohovkových aberací v souvislosti s věkem	183
Development of age-related corneal aberrations	193
Bc. Anna Rajmonová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.	203
Chromagenové filtry jako pomůcka pro žáky se specifickými poruchami učení	203
Chromagen filters as a tool for students with specific learning disorders	216

Bc. Kristýna Kláková, prof. Ing. Jiří Novák, Ph.D.	229
Vliv oslnění na vyšetření zrakové ostrosti	229
Influence of glare on visual acuity testing	243
Bc. Jeannette Orsághová, prof. Ing. Jiří Novák PhD.	258
Vplyv svetelných podmienok na vyšetrenie zrakových funkcií	258
The effect of lighting condicions on examination of visual funcions	270
Bc. Tomáš Dobřenský.....	282
Aplikace multifokálních kontaktních čoček.....	282
Fitting of multifocal contact lenses	286
Marko Pavić, Sonja Drugović, Marcela Domnik.....	290
Anisometropia.....	290
Karlo Kučko, Sonja Drugović, Marcela Domnik.....	294
Binocular balance.....	294
Iva Mustapić, Sonja Drugović, Marcela Domnik.....	299
Heterophoria	299
Bruno Raštegorac, Sonja Drugović, Marcela Domnik	306
Nystagmus	306
Lea Tandara, Ira Putina, Sonja Drugović, Marcela Domnik.....	312
Presbyopia	312
Mgr. Roman Heinz	316
Specifika prizmatické korekce.....	316

Bc. Leona Bačáková, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Obrazová databáze nejčastějších fyziologických a patologických očních nálezů

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

Anotace

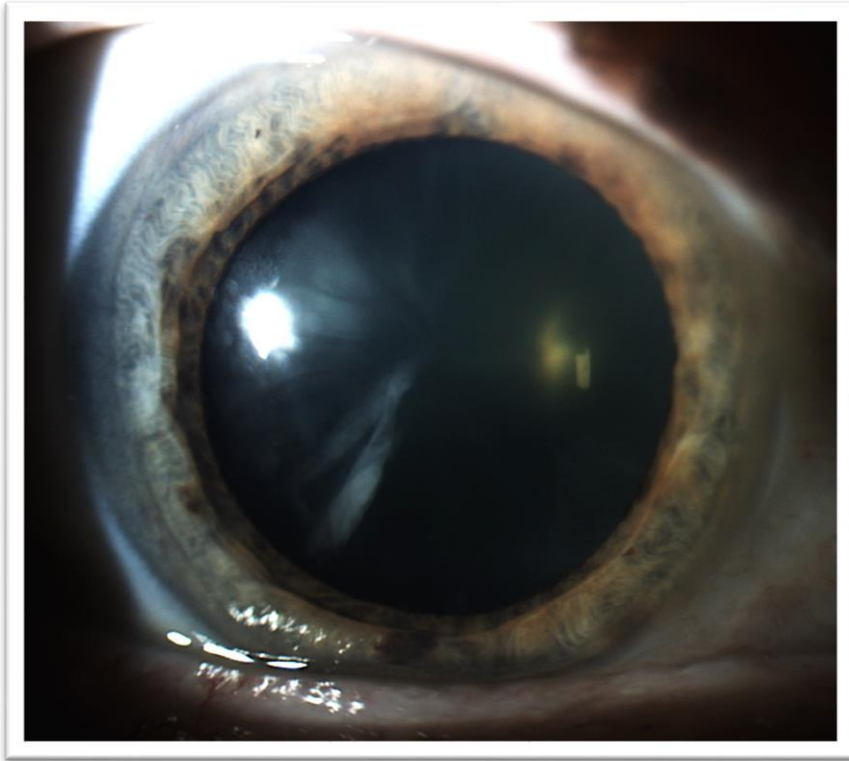
Tento příspěvek je založen na představení mnou vytvořených fotografií patologických očních nálezů a následný odborný popis zjištěného nálezu. Jedná se o velmi typické nálezy, na které lze narazit v praxi optometristy velmi často.

Klíčová slova

Patologický nález, fyziologický nález, oční onemocnění, katarakta, VPMD

Populace zrakově handicapovaných osob na naší planetě je velmi rozšířená. Uvádí se, že až 285 miliónů osob má zrakový handicap a z toho až 39 miliónů osob jsou slepí. Znepokojujícím faktem je, že až 80 % všech případů je možné léčit anebo díky včasné diagnostice jim úplně předejít. V některých rozvojových zemích se zatím stále nedaří zvýšit úroveň lékařské péče, a proto se tyto čísla každým dnem zvedají.

V české republice je zdravotní péče na velmi vysoké úrovni a rozvíjí se i velké množství zdravotnických nelékařských profesí jako je například optometrie. V dnešní době už mnoho lidí radši volí návštěvu optometristy pro určení refrakčního stavu svých očí než dlouhé čekací doby u očních lékařů, a proto by měl být každý optometrista schopný rozeznat patologické nálezy na očích, aby v případě zaznamenání takového nálezu mohl upozornit svého pacienta a doporučit mu neprodlenou návštěvu očního lékaře. V takovém případě je možné předejít nejrůznějším zdravotním problémům a zabránit tak zvyšování počtu zrakově postižených lidí.

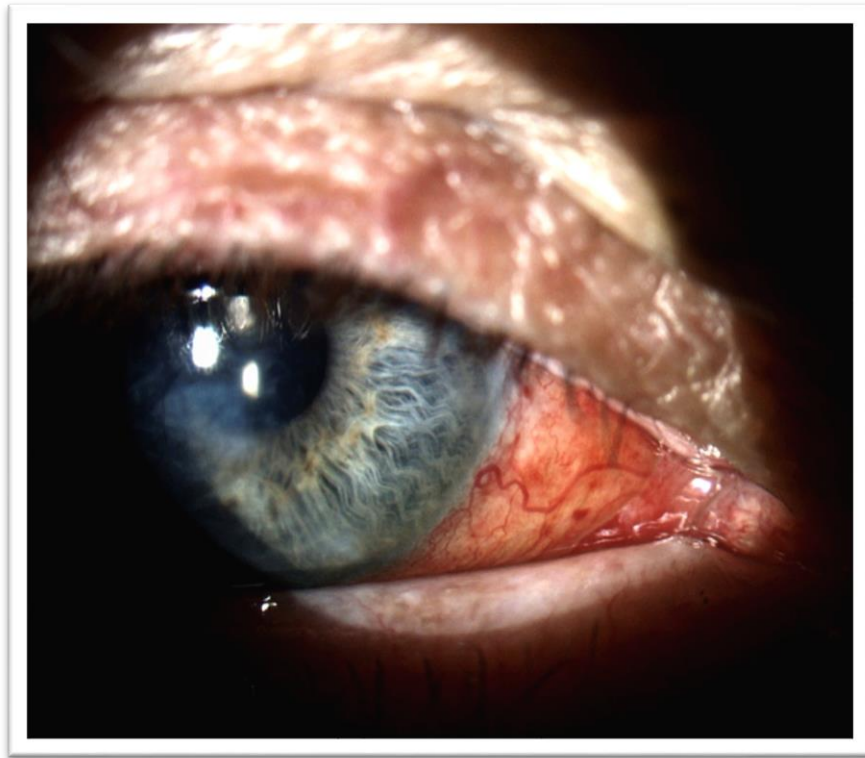


Obrázek č. 1. – Počínající kortikální katarakta

Katarakta neboli šedý zákal je jednou z nejčastějších příčin slepoty, a to i přes velmi vysokou úspěšnost operací, při kterých se zakalená čočka vymění za novou umělou nitrooční čočku. Důvodem je velmi nízká zdravotní péče v rozvojových zemích.

Šedý zákal je způsoben zakalením v čočce, které zapříčiní snížení průhlednosti a dochází k rozptylu procházejícího světla. Do dnešního dne stále neexistuje způsob, jak zcela zabránit vzniku katarakty. Mezi rizikové faktory ovlivňující vznik katarakty řadíme kouření, diabetes, UV-B záření, alkohol, průjmová onemocnění a oxidativní poruchy. Je také prokázáno, že vznik šedého zákalu je spojen se stárnutím. Toto označujeme jako senilní katarakta, která se často objevuje u lidí ve věku nad 65 let. Ve věku 65 let je zakalení čočky prokazatelné již u 50 % populace a ve věkové skupině mezi 75 až 85 let je zákalem postiženo až 91 % lidí.

Na snímku je možné pozorovat kortikální kataraktu. Je to jedna ze základních typů katarakty a vyznačuje se typickými opacitami v kortexu s bázemi v periférii a směřujícími směrem do centra čočky. Kortikální katarakta se často vyskytuje oboustranně, avšak dokud zákalky nezasahují do osy vidění, nemusí být pacientem vůbec pozorována. První potíže se často vyskytují při jízdě autem za šera nebo za tmy, kdy je pacient velmi oslňován protijedoucími vozidly. [1] [2]



Obrázek č. 2 – Konjunktivální injekce a striata rohovky po operaci katarakty

Překrvení neboli hyperémie je fokální nebo difúzní dilatace subepitelového plexu spojivkových cév. Obecně se tento stav označuje jako injekce a rozlišujeme několik typů injekcí:

1. Povrchová (konjunktivální) injekce
2. Hluboká (ciliární) injekce
3. Smíšená injekce

Na fotografii je možné pozorovat konjunktivální injekci, která se projevuje cihlově červeným zabarvením spojivky. Maximální zabarvení je v oblasti fornixu a směrem k limbu se překrvení snižuje. Je způsobeno rozšířením subepitelového cévního plexu. Tento stav bývá často doprovázen zánětem spojivky, ale v tomto případě se jedná o pooperační komplikace po chirurgickém odstranění katarakty.

Další typickou pooperační komplikací je striata rohovky. Jedná se o nařazení descemetské membrány jako následek edému stromatu. Vzniká poškozením endotelových buněk manipulací v přední komoře, anebo při dlouho trvající fakoemulzifikaci. V zadní části

stromatu rohovky se hromadí tekutina, která způsobuje nařasování. Striata se objevuje nejen po nitroočních operacích, ale i při hypotonii bulbu či při hlubokých zánětech rohovky.

Tyto pooperační komplikace většinou úplně vymizí do 3-4 týdnů po operaci, pokud by však tyto komplikace přetrvávaly, může skončit až transplantací rohovky. [1] [2]



Obrázek č. 3 – Leukom rohovky

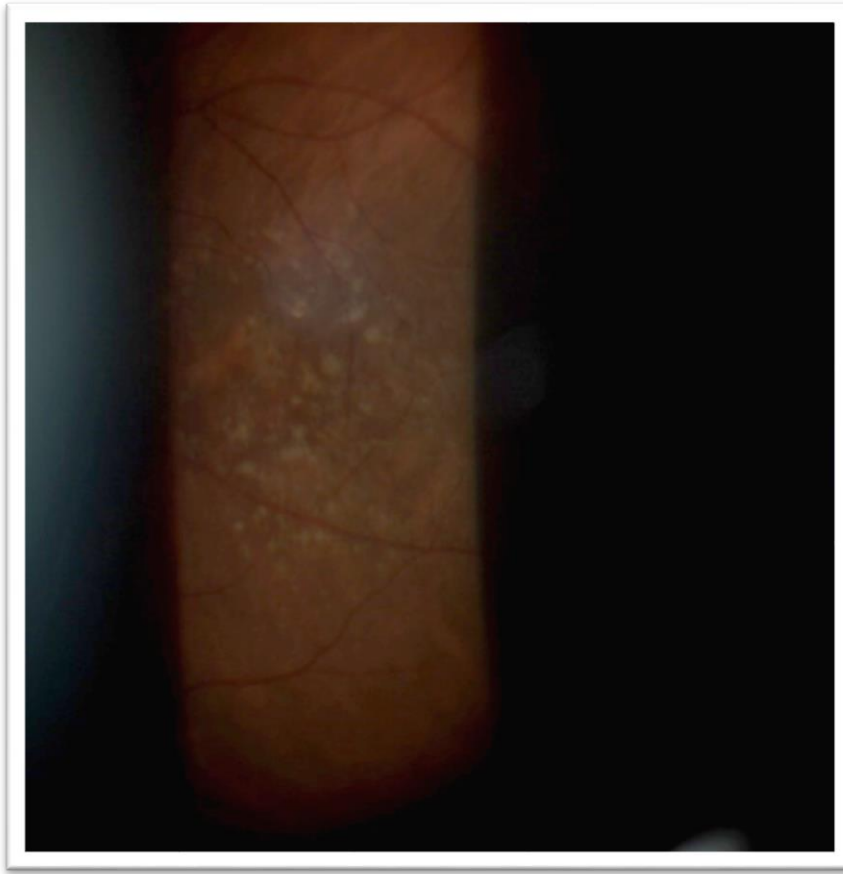
Leukom řadíme mezi rohovkové jizvy, které způsobují zákaly rohovky. Rohovkové jizvy dělíme do pěti kategorií:

1. *Nubecula* – drobný zákal rohovky nesnižující zrakovou ostrost
2. *Macula* – sytější zákal rohovky, který zasahuje do hlubokých vrstev stromatu
3. *Leukom* – velmi sytý zákal rohovky, způsobující její neprůhlednost a výrazně snižuje zrakovou ostrost
4. *Panus* – je to fibrovaskulární tkáň adheující subepiteliálně, typická pro flykténu
5. *Infiltratio corneae* – rohovkový zánět

Leukom má bělavou barvu a často vzniká jako následek jizev na rohovce, které mohou mít odlišnou velikost, hustotu, umístění a pozici. Průchodnost optických médií je velmi omezena a pacientovi tak nejsou zachovány téměř žádné zrakové funkce.

Leukom může vzniknout i jako následek poleptání rohovky či po perforaci oka.

Jediná léčba je možná keratoplastikou neboli transplantací postižené rohovky za čirou rohovku dárce. Pokud chirurgický zákrok není indikován, je možné leukom zakrýt protetickou kontaktní čočkou s černou zornicí. [1] [2]



Obrázek č. 4 – Obraz sítnice při VPMD

Věkem podmíněná makulární degenerace je onemocnění sítnice, které postihuje primárně choriokapilaris, Bruchovu membránu a RPE. Projevuje se především zhoršením či ztrátou centrální zrakové ostrosti.

Věkem podmíněná makulární degenerace je charakterizována typickým obrazem nálezů na sítnici, který zahrnuje drúzy lokalizované okolo makuly. VPMD se dělí do dvou skupin, a to na suchou formu, která je bez přítomnosti exsudátů a neovaskularizací, a vlhkou formu, která se vyznačuje velmi rychlou progresí a může vést až ke ztrátě zraku. VPMD je jednou z nejčastějších příčin slepoty ve vyspělých zemích u obyvatel starších 60 let.

Suchá forma je častější a vyskytuje se až u 85 % pacientů. Má pozvolný průběh a na sítnici se tvoří tvrdé drúzy, které jsou u starších lidí typickým nálezem a nejsou spojovány s větším rizikem. Měkké drúzy se mohou vyklenovat, spojovat mezi sebou a tvořit tak ablace na RPE. Výskyt měkkých drúz je často znamením, že nemoc přechází do vlhké formy, která je nebezpečná pro tvoření neovaskularizací a jizevnatých změn na makule.

Do dnešní doby neexistuje způsob, jak VPMD vyléčit, aniž by na sítnici zůstaly nevratné změny snižující zrakovou ostrost. Některé studie doporučují zvýšit příjem vitaminů C a E a jíst potraviny s vyšším obsahem zinku a betakarotenů. [2] [3] [4]



Obrázek č. 5 – Ptóza

Pod pojmem ptóza označujeme pokles horního víčka, který je způsoben degenerativními procesy aponeurózy m. levator palpebrae. Ptózu dělíme na několik typů, které dělíme do skupin podle doby vzniku, podle důvodu vzniku a zda je ptóza neurogenní či myogenní. Na této fotografii je možné pozorovat věkem podmíněnou ptózu, která se velmi často vyskytuje oboustranně. U mladších lidí je postižení většinou jednostranné či asymetrické.

Pokles víčka omezuje zorné pole, zvyšuje oční únavu a způsobuje kosmetický defekt či defekt stále zdviženého obočí a je tak velmi nepříjemným problémem. Jediným řešením jak ptózu odstranit je chirurgický zákrok. Před zákrokem se musí provést správná indikace a určit přesný důvod vzniku ptózy. Musí se taky vyšetřit Bellův fenomén, jelikož při jeho absenci by po operaci mohla vznikat expoziční keratokonjunktivitida.

Operace ptózy se provádějí různými způsoby. Dle typu ptózy se provádí buď zkrácení aponeurózy levátoru při jeho nedostatečné funkci, operace podle Fasanelly-Servata (zkrácení

tarzu a Müllerova svalu) anebo závěsné metody, které přenášejí tah víčka na m. frontalis. [2]
[4]

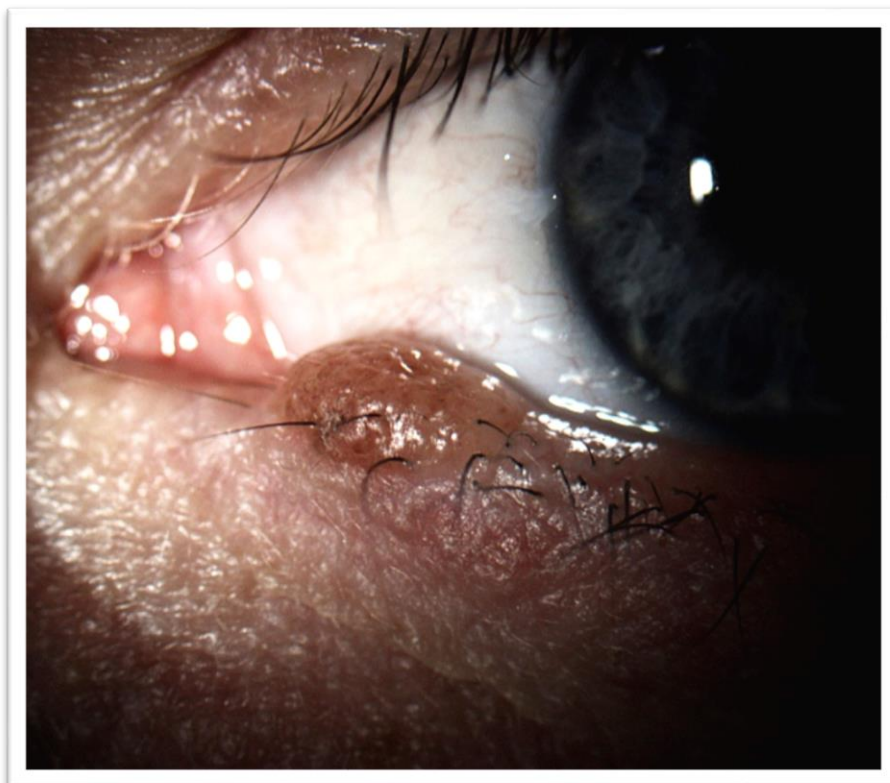


Obrázek č. 6 – Pterygium

Na fotografii je zachyceno pterygium, což je patologické přerůstání spojivky na rohovku. Je to hyperplazie fibrovaskulární tkáně spojivky, která v trojúhelníkovitém tvaru přerůstá přes limbus. Pterygium poškozují Bowmanovu membránu rohovky a pokud se rozšíří až na osu vidění, může způsobit omezení zorného pole. Má také vliv na vznik rohovkového astigmatismu, ale nedoprovází ho žádné bolestivé pocity

Pterygium se většinou objevuje jednostranně mezi 20. – 40. rokem. Často se vyskytuje v tropických oblastech, jelikož jsou oči vystaveny zvýšenému množství slunečního záření. Některá pterygia jsou vaskulární a jiné jsou zcela bez cév, pouze jako bílá hmota. Často vznikají na nasální straně, kde báze trojúhelníku směřuje směrem k nosu a jeho hlavička směrem ke středu rohovky.

Pokud chceme pterygium odstranit, tak pacient podstoupí chirurgickou excizi, která se může doplnit ještě krátkodobou aplikací 2 % mitomycinu. Pro vyhlazení rohovky se provádí fotoablace excimerovým laserem. [2] [4] [5]



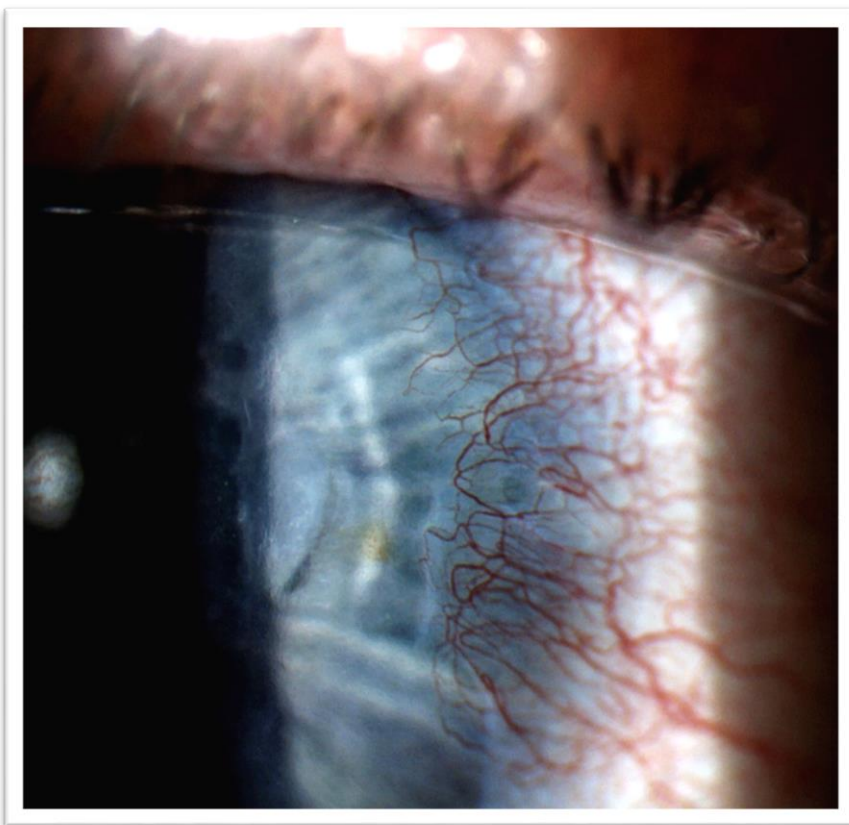
Obrázek č. 7 - Papilom na okraji spodního víčka + počínající pterygium

Papilom řadíme mezi benigní nádory a je vyvolán lidským papilomavirem. Je to měkká léze s rozbrázděným povrchem, která má většinou nahnědlou barvu. Může být i vaskularizovaný a mohou jím prorůstat řasy. Nádory víček dělíme na tumory epidermální a tumory hlubších struktur. Papilom a névus řadíme do skupiny epidermálních tumorů, kdežto dermoidní cysty, hemangiomy, lymfangiomy, naevus flammeus, neurofibrom a rabdomyosarkom řadíme do skupiny tumorů hlubších vrstev. [2] [3]

Rozdíl mezi papilomem a névem spočívá v tom, že névus je pigmentový nezhoubný útvar vzniklý nahromaděním melanocytů. Vrozené névy se označují jako tzv. mateřská znaménka. Papilom je nepigmentový, nezhoubný nádor a často má bradavičnatý vzhled. Verruca vulgaris neboli bradavice je také způsobena HPV virem, ale je infekční a může být přenášena jak přímým, tak nepřímým kontaktem. [6]

Papilom se vyskytuje nejen u dospělých, ale i u dětí a převážně postihuje víčkovou nebo bulbární spojivku, karunkulu i víčka. Léčba spočívá v kombinaci exstirpaci s eventuální kryoterapií a podáváním interferonu. [2]

Dále je na obrázku možné vidět malinké pterygium na nasální straně rohovky.



Obrázek č. 8 – Vaskularizace rohovky

Na snímku je zachycena patologická vaskularizace rohovky. Jako vaskularizaci označujeme patologický růst cév přes limbus do rohovky, která za fyziologických podmínek neobsahuje žádné cévy. Vaskularizace dělíme na povrchové – *Vascularisatio corneae superficialis* a hluboké vaskularizace – *Vascularisatio corneae profunda*.

Povrchové vaskularizace se vyznačují patrným přechodem cév z kapilární sítě limbu směrem do bezcévnaté rohovky. Tento nález je typický u nositelů kontaktních čoček, kteří nedodrží správný režim nošení čoček nebo mají nevhodně zvolený typ kontaktní čočky. Je to způsobeno tím, že rohovka kvůli čočce nedostává dostatečné množství živin a nastávají metabolické změny. Proto se vytváří malé cévy, které začnou rohovku vyživovat. V případě, že stimul vymizí, dojde k vyprázdnění cév, ale jejich stěna stále zůstává přítomna.

Hluboká vaskularizace vzniká prorůstáním předních ciliárních arterií. Je metlicovitého napřímeného charakteru v hloubce stromatu. Je to typický nález u chronických rohovkových infekcí. Jejich vstup přes limbus nelze pozorovat, protože se nachází hluboko a většinou se vyvíjí bez akutních symptomů. Pokud nastanou komplikace, objevuje se krvácení a lipidové usazeniny ve stromatu. [7] [2]

Všechny fotografie jsou pořízeny ve FN u sv. Anny v Brně. Věřím, že tento text může sloužit jako studijní materiál pro jednodušší rozeznání patologických nálezů v praxi optometristy. Každý optometrista pracuje se štěrbinovou lampou, díky které je možné odhalit většinu počínajících onemocnění, a proto je důležité mít dobrý přehled o tom, které nálezy jsou diagnostikovány jako patologické a které jako fyziologické.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] P. ROZSÍVAL, OČNÍ LÉKAŘSTVÍ, Praha: Galén, 2006, ISBN 978-80-7492-316-6.
- [3] B. BOWLING, KANSKIS CLINICAL OPHTHALMOLOGY, Sydney: Elsevier, 2016, ISBN 978-0-7020-5572-0.
- [4] A. S. M. LIM, Colour atlas of ophthalmology, New York: Word Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2008, ISBN 978-981-277-154-4.
- [5] P. SVOZÍLKOVÁ, Diferenciální diagnostika v oftalmologii v obrazech, Praha: Mladá fronta a. s., 2015, ISBN 978-80-204-3393-0.
- [6] V. JANEČEK, „WikiSkripta - Kožní névy,“ 29 květen 2018. [Online]. Available: https://www.wikiskripta.eu/w/Ko%C5%BEn%C3%AD_n%C3%A9vy. [Přístup získán 28 duben 2019].
- [7] A. DVOŘÁKOVÁ, „Kontraindikace aplikace a komplikace spojené s užíváním kontaktních čoček se zřetelem na dětského pacienta, Bakalářská práce,“ Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 5 červen 2018. [Online]. Available: <https://is.muni.cz/th/hyem4/>. [Přístup získán 28 duben 2019].

Bc. Leona Bačáková, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Photographic examples of the most common physiological and pathological ophthalmology findings

Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Annotation

This article is based on the presentation of pathological eye findings with a description of the findings. These are very typical findings that can be found in optometrist practice very often.

Key words

Pathological findings, physiological findings, eye diseases, cataract, AMD

The population of visually impaired people in our planet is widespread. It is reported that up to more than 285 million people have visual impairment and up to 39 million are blind. The worrying fact is that up to 80% of all patients can be treated or be prevented completely due to early diagnosis. In some developing countries, the level of medical care is still very low, so these numbers are rising every day.

Healthcare in the Czech Republic is at a very high level and a large number of non-medical healthcare professions such as optometry are also developing. Nowadays, many people prefer to visit their optometrist to examine the refraction of their eyes rather than long waiting times for ophthalmologists, so every optometrist should be able to recognize pathological findings in the eyes to alert the patient and recommend him an immediate visit of an ophthalmologist. In this case, various health problems can be avoided to prevent the increase in the number of visually impaired people.

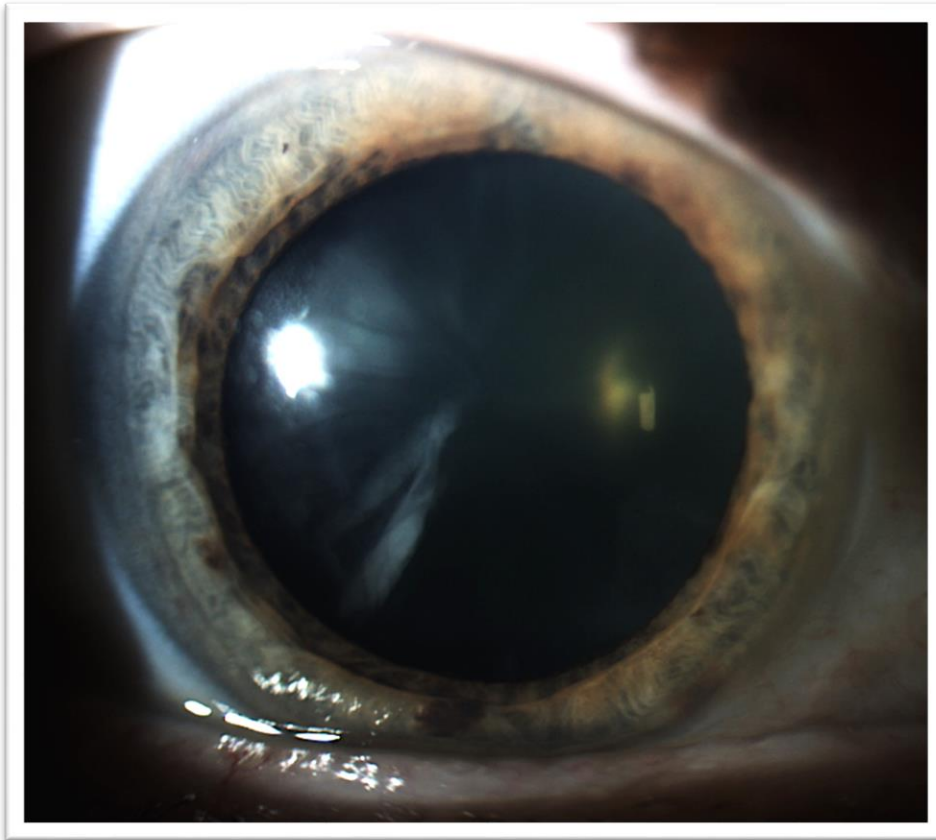


Figure 1. - Developing cortical cataract

Cataract is one of the most common causes of blindness, despite the very high success rate of operations in which a cloudy lens is replaced by a new artificial intraocular lens. The reason is very low healthcare in developing countries.

The cataract is caused by cloudiness in the lens, which causes a decrease in transparency and scattering of transmitted light. There is still no way to completely prevent cataract. Risk factors affecting cataract formation include smoking, diabetes, UV-B radiation, alcohol, diarrhea, and oxidative disorders. It is also shown that cataract formation is associated with aging. This is referred to as senile cataract, which often occurs to people over 65 years of age. At the age of 65, lens opacity is already detectable in 50% of the population and as many as 91% of people in the 75-85 age group are affected by cataracts.

The picture shows cortical cataract. It is one of the basic types of cataract and is characterized by typical opacity in the cortex with bases in the periphery and pointing towards the lens center. Cortical cataract often occurs bilaterally, but until the cataract interferes with the axis of vision, it may not be observed by the patient at all. The first trouble is occurred during driving in the dark when the patient is very dazzled by oncoming vehicles. [1] [2]



Figure 2 - Conjunctival injection and corneal striatum after cataract surgery

Hyperemia is a focal or diffuse dilatation of the subepithelial plexus of the conjunctival vessels. Generally, this is referred to as injection, and we distinguish several types of injections:

1. Surface (conjunctival) injection
2. Deep (ciliary) injection
3. Mixed injection

A conjunctival injection is seen in the photo, which is manifested by a red color. The maximum color is in the fornix area and the congestion decreases towards the limb. It is caused by the extension of the subepithelial vascular plexus. This condition is often accompanied by conjunctivitis, but in this situation, it is a postoperative complication after cataract removal.

Another typical postoperative complication is corneal striatum. It is a pleat of the Descemet membrane as a result of stromal edema. It is formed by endothelial cell damage by manipulation in the anterior chamber or by long-lasting phacoemulsification. Fluid is accumulating at the back of the corneal stroma, causing fringing. Striatum occurs not only after intraocular surgery, but also in bullet hypotonia or deep corneal inflammation.

Usually these post-operative complications completely disappear within 3-4 weeks after surgery, but if these complications persist, they may end up with corneal transplantation. [2] [1]



Figure 3 - Leucoma

Leukoma is corneal scars that cause corneal opacity. We divide corneal scars into five categories:

1. *Nubecula* - small corneal opacity not reducing visual acuity
2. *Macula* - a more saturated corneal opacity that extends into deep layers of the stroma
3. *Leucoma* - a very serious corneal disease, causing its opacity and significantly reducing visual acuity
4. *Pannus* - it is a fibrovascular tissue adhering to the subepithelial, typical for the phlycten
5. *Infiltration corneae* - corneal inflammation

Leucoma has white color and often occur as a result of scars on the cornea, which may vary in size, density, location and position. The opacity of the optical media is very limited, leaving almost no visual function to the patient.

Leucoma may also arise as a result of corneal burns or ocular perforation.

The only treatment is possible by transplantation of the affected cornea behind the donor's healthy cornea. If the surgery is not indicated, it is possible to cover the leucoma with a prosthetic contact lens with a black pupil. [1] [2]

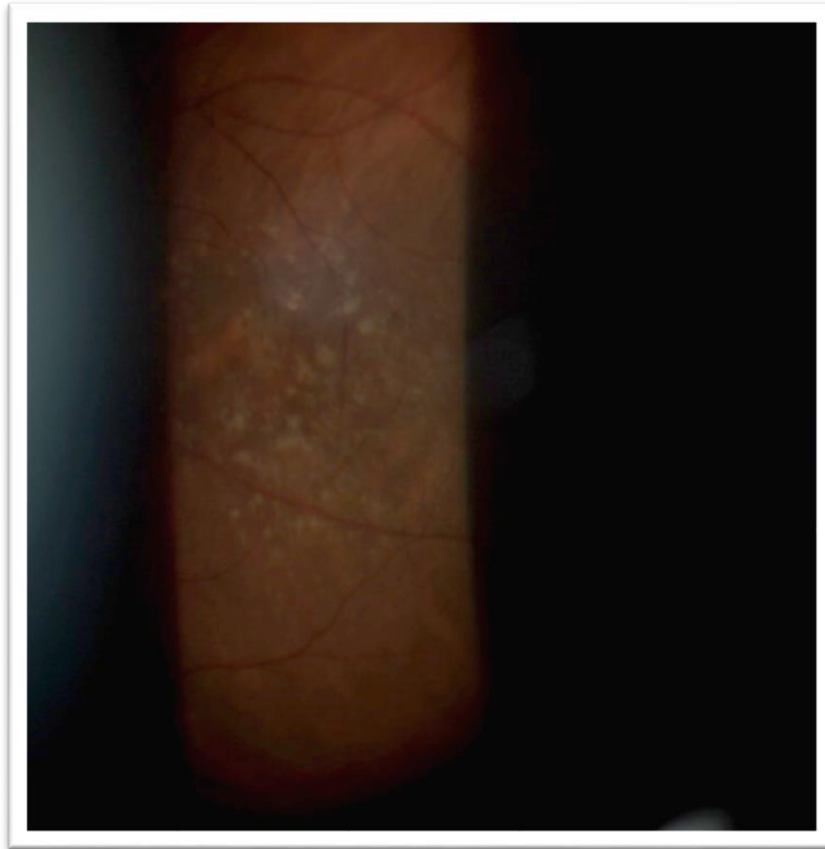


Figure 4 - AMD

Age-related macular degeneration is a disease of the retina that primarily affects choriocapillary layer, Bruch's membrane, and RPE. It is manifested mainly by worsening or loss of central visual acuity.

Age-related macular degeneration is characterized by a typical retinal finding image that includes drusen located around the macula. AMD is divided into two groups, a dry form that is without exudates and neovascularization, and a wet form that is characterized by very rapid progression and can lead to loss of vision. AMD is one of the most common causes of blindness in developed countries for people over 60 years of age.

The dry form is more common and occurs in up to 85% of patients. It has a gradual progression and hard druse forms on the retina, which is a typical finding in older people and is not very risky. Soft drusen can arch, connect with each other to form ablation on the RPE. The occurrence of soft drusen is often a sign that the disease goes into a wet form that is dangerous for the formation of neovascularization and scarring changes on the macula.

There is still no way how to cure AMD without leaving irreversible changes in the retina to reduce visual acuity. Some studies recommend increasing of the vitamins C and E and eating foods with a higher level of zinc and beta carotene. [2] [3] [4]

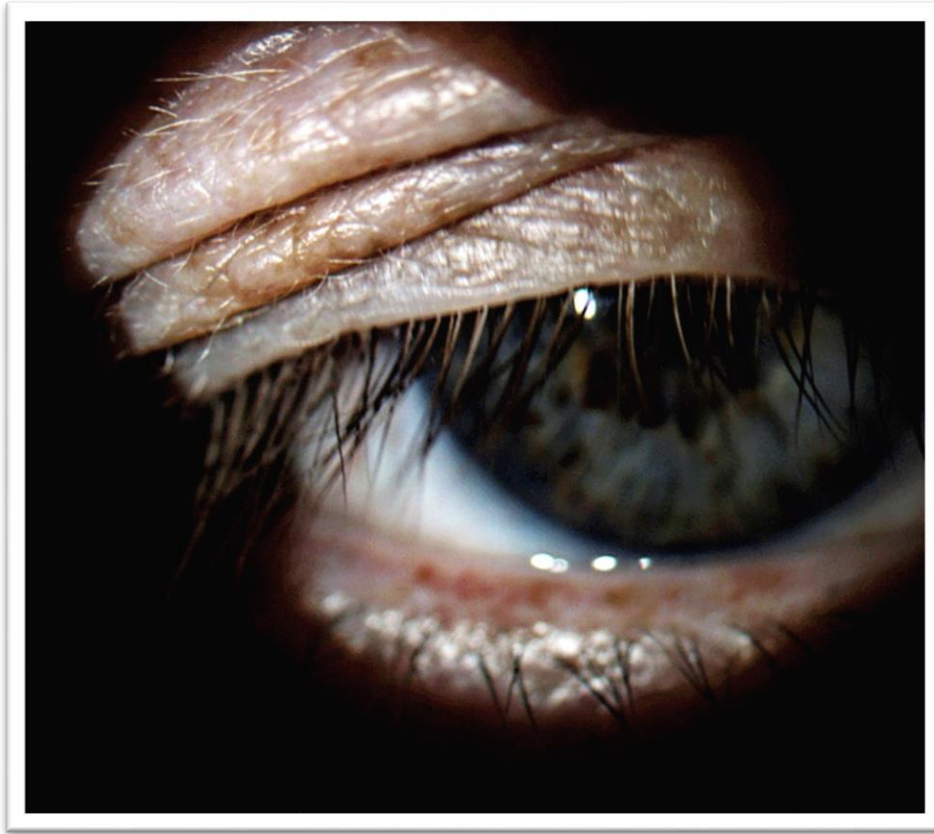


Figure 5 - Ptosis

ptosis is a decline of the upper eyelid, which is caused by degenerative processes on aponeurosis of the musculus levator palpebrae. We divide ptosis into several types, which we divide into groups according to their origin, the reason for their origin and whether the ptosis is neurogenic or myogenic. In this photograph it is possible to see age-related ptosis, which is very often on both eyes. In younger people, disability is usually one-sided or asymmetric.

The drop of the eyelid reduces the field of vision, increases eye fatigue and causes a cosmetic defect or defect in the still raised eyebrows and is a very troublesome problem. The only way to remove ptosis is surgery. The correct indication must be made before the procedure and the exact reason for the onset of ptosis must be determined. Bell's phenomenon must also be investigated, since exposure to keratoconjunctivitis may occur in the absence of surgery.

Ptosis operations are performed in different ways. According to the type of ptosis, either the shortening of the levator aponeurosis in its inadequate function, the Fasanelly-Servata

surgery (shortening of the tarsus and the Müller muscle) or the hanging methods that transfer the eyelid thrust to the frontal muscle. [2] [4]



Figure 6 - Pterygium

The photo shows pterygium, which is the pathological overgrowth of the conjunctiva on the cornea. It is the hyperplasia of the fibrovascular conjunctival tissue that grows over the limbus in a triangular shape. Pterygium damages Bowman's corneal membrane and, if it extends to the vision axis, can cause visual field constraints. It also has an effect on the development of corneal astigmatism, but is not accompanied by any painful feelings

Pterygium usually appears unilaterally between 20 and 40 years. It is often found in tropical areas as the eyes are exposed to increased sunlight. Some pterygia are vascular, and others are completely free of blood vessels, just like white matter. They often originate on the nasal side, where the base of the triangle points towards the nose and its head towards the center of the cornea.

If we want to remove the pterygium, the patient undergoes surgical excision, which can be supplemented by even short-term application of 2% mitomycin. To smooth the cornea, photoablation is performed with an excimer laser. [2] [4] [5]

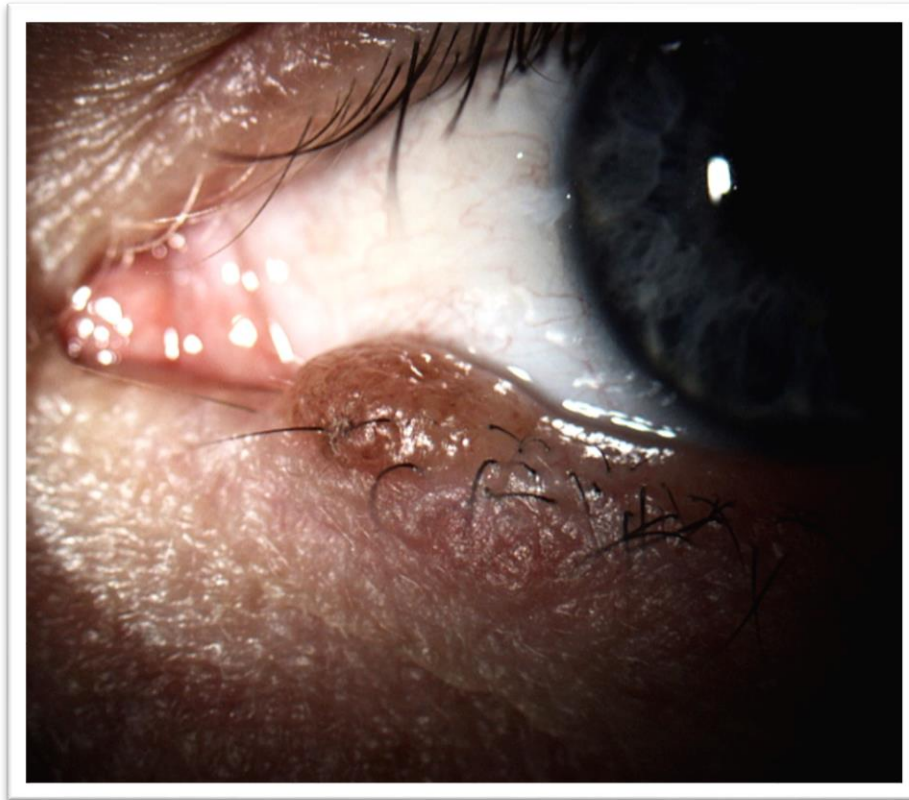


Figure 7 - Papiloma on the edge of the lower eyelid + incipient pterygium

The papilloma is one of the benign tumors and is induced by the human papillomavirus. It is a soft lesion with a ragged surface that is mostly brownish. It can also be vascularized and lashes can penetrate it. Eyelid tumors are divided into epidermal tumors and tumors of deeper structures. Papilloma and naevus belong to the group of epidermal tumors, while dermoid cysts, hemangiomas, lymphangiomas, naevus flammeus, neurofibroma and rhabdomyosarcoma belong to the group of tumors of deeper layers. [2] [3]

The difference between papilloma and nevus is that the nevus is a pigmented benign formation formed by the accumulation of melanocytes. Congenital naevus are referred to as so-called birthmarks. Papilloma is a non-pigmented, benign tumor and often has a warty appearance. Verruca vulgaris or warts are also caused by the HPV virus but are infectious and can be transmitted by both direct and indirect contact. [6]

Papilloma occurs not only to adults but also to children and mainly affects eyelid or bulbar conjunctiva, carunculus and eyelids. Treatment consists of extirpation with eventual cryotherapy and administration of interferon. [2]

Furthermore, it is possible to see a tiny pterygium on the nasal side of the cornea.



Figure 8 - Corneal vascularization

The image shows the pathological vascularization of the cornea. Vascularization refers to the pathological growth of blood vessels across the limbus into the cornea, which contains no vessels under physiological conditions. Vascularization is divided into superficial - *Vascularisatio corneae superficialis* and deep vascularization - *Vascularisatio corneae profunda*.

Surface vascularization is characterized by a noticeable transition of blood vessels from the capillary network of the limb to the non-vascular cornea. This finding is typical for contact lens wearers who do not adhere to wearing time or have an improperly selected type of contact lens. This is because the cornea does not get enough nutrients for the lens and metabolic changes occur. Therefore, small vessels are formed to nourish the cornea. If the stimulus disappears, the vessels are emptied, but their wall is still present.

Deep vascularization results from the growth of the anterior ciliary arteries. It is a broom-like, upright character in the depth of the stroma. It is a typical finding in chronic corneal infections. Their passage through the limbus cannot be observed because it is deep and usually develops without acute symptoms. If complications occur, bleeding and lipid deposits occur in the stroma. [7] [2]

All photos were taken in the St. Anne's University Hospital in Brno. I believe that this text can serve as a study material for easier recognition of pathological findings in the optometrist's practice. Each optometrist works with a slit lamp to detect most of the underlying diseases, so it is important to have a good overview of which findings are diagnosed as pathological and physiological.

LIST OF USED LITERATURE

- [1] P. ROZSÍVAL, OČNÍ LÉKAŘSTVÍ, Praha: Galén, 2006, ISBN 978-80-7492-316-6.
- [2] P. KUCHYNKA, OČNÍ LÉKAŘSTVÍ, Praha: Grada Publishing, a.s., 2007, ISBN 978-80-247-1163-8.
- [3] B. BOWLING, KANSKI'S CLINICAL OPHTHALMOLOGY, Sydney: Elsevier, 2016, ISBN 978-0-7020-5572-0.
- [4] A. S. M. LIM, Colour atlas of ophthalmology, New York: Word Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2008, ISBN 978-981-277-154-4.
- [5] P. SVOZÍLKOVÁ, Diferenciální diagnostika v oftalmologii v obrazech, Praha: Mladá fronta a. s., 2015, ISBN 978-80-204-3393-0.
- [6] V. JANEČEK, „WikiSkripta - Kožní névy,“ 29 květen 2018. [Online]. Available: https://www.wikiskripta.eu/w/Ko%C5%BEn%C3%AD_n%C3%A9vy. [Přístup získán 28 duben 2019].
- [7] A. DVOŘÁKOVÁ, „Kontraindikace aplikace a komplikace spojené s užíváním kontaktních čoček se zřetelem na dětského pacienta, Bakalářská práce,“ Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 5 červen 2018. [Online]. Available: <https://is.muni.cz/th/hyem4/>. [Přístup získán 28 duben 2019].

Bc. Petr Buček, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Vliv pozice hlavy a těla při měření objektivní a subjektivní refrakce

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

Anotace

Naše téma se zabývá velikostí rozdílu, který vzniká v momentě, pokud měření objektivní a subjektivní refrakce provedeme správně a následně špatným způsobem tak, aby to co nejvíce odpovídalo reálným situacím běžného dne. Nejprve si představíme teoretický základ nutný k pochopení této problematiky a poté se podíváme na výsledky měření.

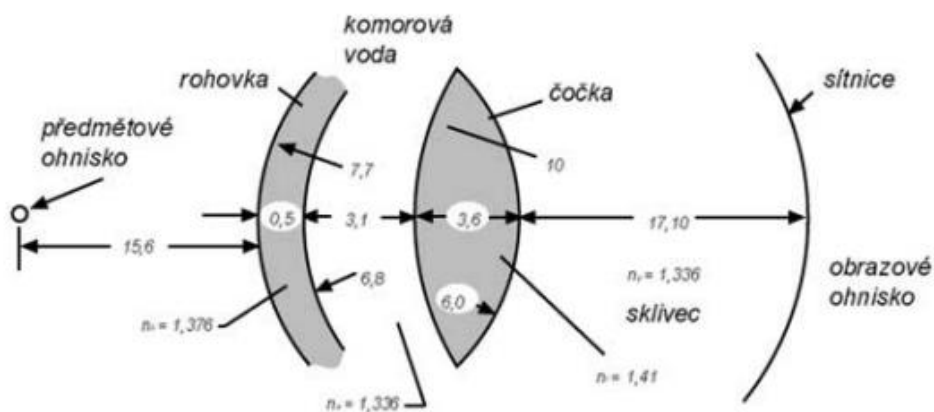
Klíčová slova

Refrakce, sféra, osa, cylindr, automatický refraktometr, refrakční vada.

Měření objektivní a subjektivní refrakce patří ke každodenním úkonům, které provádí optometristé, oční lékaři a sestry na očních odděleních. Jde o činnost, která vede ke stanovení správné korekce. Začíná se vždy změřením objektivní refrakce, nejčastěji na automatickém refraktometru a poté je změřena subjektivní refrakce. Obě dvě měření mají svá jasná pravidla a zásady. Často se však stává, že měřená osoba nespolupracuje podle představ a nějakým způsobem porušuje správné zásady měření. Takové případy zde budou představeny a blíže popsány. Nejprve si ovšem představíme základní refrakční vady, kterých se vůbec samostatné měření týká. Lidé v dnešní době mají vysoké nároky na ostrost vidění, vznikají ty nejpropracovanější brýlové čočky s možností personalizace na daného člověka. Faktem je, že naše oči dosti často přetěžujeme nadměrnou prací na blízko, která může vést ke vzniku krátkozrakosti či k jejímu prohlubování nebo můžou u lidí v tzv. nepresbyopickém věku nastávat problémy týkající se přídavku do blízka.

Refrakce oka

Světelný paprsek při průchodu na sítnici proniká skrze určité oční struktury. K těm patří přední plocha rohovky, stroma a zadní plocha rohovky, dále komorová voda, přední plocha čočky, stroma a zadní plocha čočky a nakonec sklivec. Každá z těchto struktur má své lomivé vlastnosti. K základním vlastnostem patří index lomu, poloměry křivosti a optická mohutnost jednotlivých struktur. Největší optickou mohutnost má rohovka o hodnotě $+43,053$ D a to jak v akomodačním klidu, tak i při akomodačním maximu. Naproti tomu oční čočka svou optickou mohutnost mění v závislosti na stavu akomodace. V akomodačním klidu má optickou mohutnost $+19,11$ D a v opačném případě při akomodačním maximu dosahuje až $+33,06$ D. Celá soustava oka disponuje při uvolněné akomodaci optickou mohutností $+58,64$ D a při maximální akomodaci $+70,57$ D, dle Gullstrandova schématického oka. Cílem těchto struktur a vlastností je vytvoření ostrého obrazu na sítnici. [1, 2]



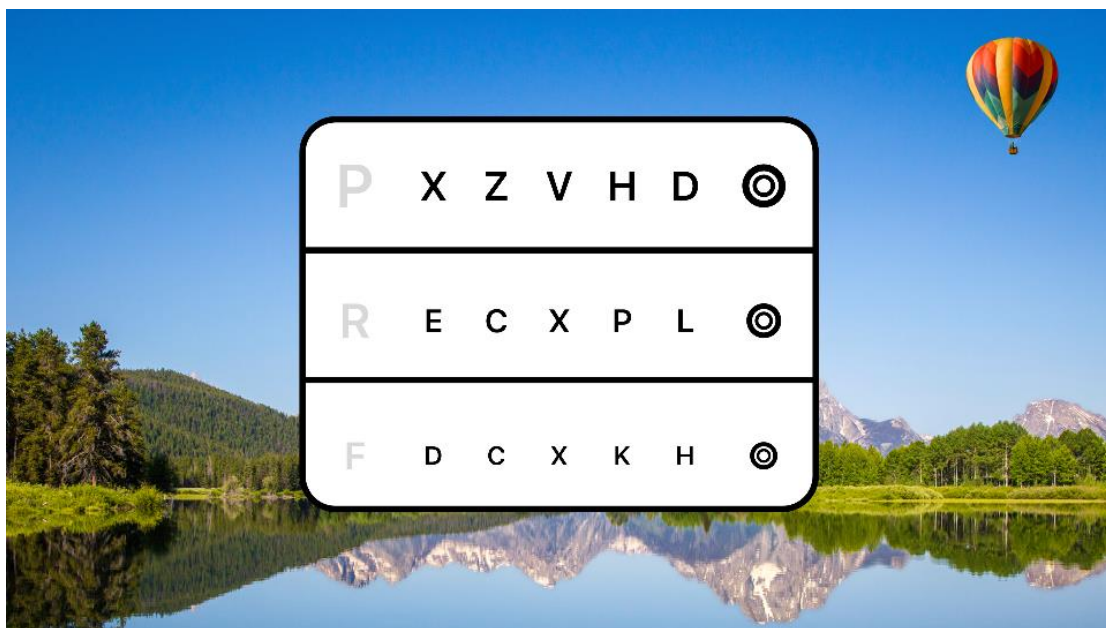
Obr. č. 1 Gullstrandovo schématické oko

Refrakce oka se dá měřit ve dvou základních krocích. Prvním krokem je objektivní refrakce a druhým je subjektivní refrakce. Pomocí objektivní refrakce může být změřena lomivost dioptrického aparátu oka například pomocí automatického refraktometru nebo metodou skiaskopie. Důležité je, že výsledek není zkreslený subjektivním vnímáním vyšetřované osoby, ale i tak je výsledek měření spíše informativní.

Subjektivní refrakce probíhá už se zapojením vyšetřované osoby. Pacient čte znaky na optotypu. Optotypy se používají jak na dálku, tak také na blízko. Mimo optotyp je zapotřebí ještě zkušební obruva a sada korekčních skel nebo foropter. Vyšetření probíhá nejprve monokulárně a zásadně se testuje jako první pravé oko. U pacienta dochází ke stanovení

naturálního vízu, tedy bez korekčních skel. Nevyšetřované oko je zakryto okluzí, která se vloží do zkušební obruby. Po stanovení naturálního vízu dochází k předřazování korekčních sklíček, a to jak sférických, tak i cylindrických. Po dosažení nejkomfortnějšího vízu je proces opakován i na druhém oku. Následně je nutno ještě provést binokulární vyvážení.

U vyšetřování je nutné dodržovat vyšetřovací vzdálenosti. V případě vyšetření na dálku je to 5 až 6 m, zatímco u vyšetření na blízko 40 cm. Zraková ostrost se zaznamenává v případě Snellenových optotypů zlomkem, kdy v čitateli je hodnota vyšetřovací vzdálenosti a ve jmenovateli hodnota vzdálenosti, ze které by byl řádek přečtený při stavu emetrie. Při využití vyšetřovací vzdálenosti je tedy ideální zápis 6/6. Zápis je možný provést i v decimální soustavě, takže uvedená ideální hodnota by byla zapsána jako 1,0. Optotypy na dálku existují v mnoha provedeních. Mezi starší typy patří tištěné, světelné a projekční optotypy. Mezi moderní a dnes využívané patří LCD optotypy, využívající polarizaci k disociaci obrazů pravého a levého oka. Z hlediska optotypů na blízko patří mezi nejoblíbenější tzv. Jägerovy tabulky. [3, 4]



Obr. č. 2 Polarizovaný LCD optotyp

Vady optického systému oka

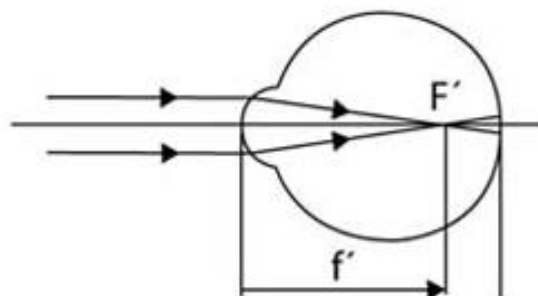
Primárním úkolem optického aparátu oka je vytvoření ostrého obrazu na sítnici. Tam vzniká obraz převrácený a zmenšený. Až v kůře mozkové dojde zpět k narovnání obrazu. Aby na sítnici vznikl ostrý obraz, je zapotřebí správný poměr dvou veličin, a to lomivost

dioptrického aparátu a axiální délka oka. Pokud je tento poměr v pořádku, může být oko označeno za oko **emetropické**. Takové oko vytváří při akomodačním klidu obraz na sítnici. V opačném případě, kdy je poměr lomivosti a délky oka nevyvážený, vzniká obraz neostrý. Tento obraz se tvoří buď před a, nebo za sítnicí. Oko se v tomto případě označuje jako **ametropické**. Vzniká-li obraz před sítnicí, tak se jedná o myopii. V opačném případě, kdy se nachází obraz za sítnicí, se jedná o hypermetropii. [2, 5]



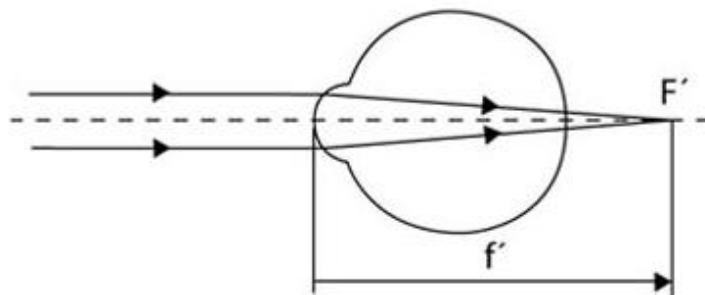
Obr. č. 3 Příklad ametropie

Myopie, neboli krátkozrakost je stav, kdy nám rovnoběžné paprsky dopadající do oka v akomodačním klidu, vytváří ohnisko před sítnicí. Na sítnici tak vzniká neostrý obraz. Mezi nejčastější příčiny patří prodloužení axiální délky oka. Méně častý výskyt tvoří křivkové nebo indexové myopie. Silně krátkozraké oko může vyvolávat až pocity exoftalmu, způsobené nadměrným axiálním růstem oka. Korekce se provádí konkávními dioptrickými skly, tedy rozptylkami. A to platí jak v brýlích, tak v kontaktních čočkách. Další možností je laserový zákrok. [2, 5]



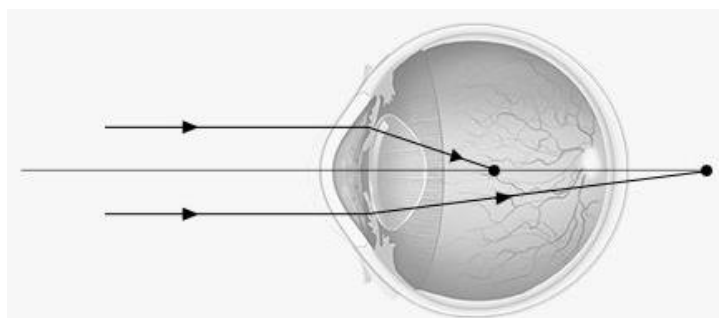
Obr. č. 4 Chod paprsků u myopie

Hypermetropie neboli dalekozrakost vzniká, když rovnoběžné paprsky dopadající do oka při akomodačním klidu, vytváří ohnisko za sítnicí. Na rozdíl od myopie dochází ke zkrácení axiální délky oka. Z hlediska růstu a vývoje oka je hypermetropie v určitém věku zcela normální jev. Všechny děti až do věku 3 let jsou zpravidla dalekozraké. Až v tomto věku začíná oko dosahovat axiální délky 23 mm a růst oka se velmi zpomaluje. Od věku 3 do 14 let dochází k pomalému růstu, a to zhruba o 0,1 mm za rok. Oko by se mělo postupně stávat emetropickým. Hlavním rozdílem oproti myopii je fakt, že určitý stupeň hypermetropie dokáže lidské oko pomocí akomodace vykorigovat. To je případ tzv. latentní hypermetropie, která je vyrovnávána napětím ciliárního svalu. Vyšším stupněm je manifestní hypermetropie, kdy je už potřeba určitý stupeň korekce. Ta se provádí konvexními dioptrickými skly nebo kontaktními čočkami, jinak řečeno spojkami. Možností je také chirurgický zákrok, kdy dojde k implantaci umělé nitrooční čočky. [2, 5]



Obr. č. 5 Chod paprsků u hypermetropie

K základním typům ametropií patří také **astigmatismus**. Jedná se o asférickou vadu, kdy paprsky dopadající do oka nemají své ohnisko ve stejné rovině, ale na jiných místech. Tudíž potom vzniká neostrý obraz. Mezi nejčastější příčinu patří vada zakřivení, a to nejčastěji rohovky či vzácněji i čočky. Korekce se provádí pomocí cylindrických skel, známé jako čočky tórické. Stejně jako v předchozím případě máme možnost i chirurgického řešení. Tady se nabízí varianta laserového zákroku nebo chirurgická implantace tórické nitrooční čočky. [2, 5]



Obr. č. 6 Chod paprsků u astigmatismu

Z optického hlediska se na lidské oko může nahlížet jako na značně nedokonalou soustavu čoček, zatíženou jak refrakčními vadami, popsány výše, tak i fyziologickými vadami, díky kterým na sítnici vzniká značně nedokonalý obraz. K samotné kompenzaci dochází až v mozku a člověk nakonec vnímá obraz, který není zatížený fyziologickými vadami, jako jsou difrakce světla, decentrace, chromatická a sférická aberace. K výskytu těchto vad dochází i na zdravém emetropickém oku. [2,5]

Samostatnou kapitolou je **presbyopie**. Zde se nejedná o klasickou refrakční vadu, nýbrž o fyziologický proces. Nástup presbyopie je typické po 40. roce života, kdy se stává práce na blízkou vzdálenost těžší a těžší. Může za to především pokles elasticity pouzdra čočky a s tím snižování akomodační amplitudy. Asi největší zlom nastává kolem 45. roka života, kdy už se stává čtený text příliš obtížný. V takovém případě je nutno zvolit korekci na blízko pomocí tzv. čtecích brýlí, nebo v případě ametropie na dálku použití multifokálních brýlových a kontaktních čoček. Další z možností je i výměna nezkalené čočky za čočku umělou u pacientů v presbyopickém věku. Zde se jedná o zákrok označovaný jako PRELEX, který může být označován i jako preventivní zákrok vzniku katarakty v pozdějším věku. [5, 8]

Metodika výzkumu

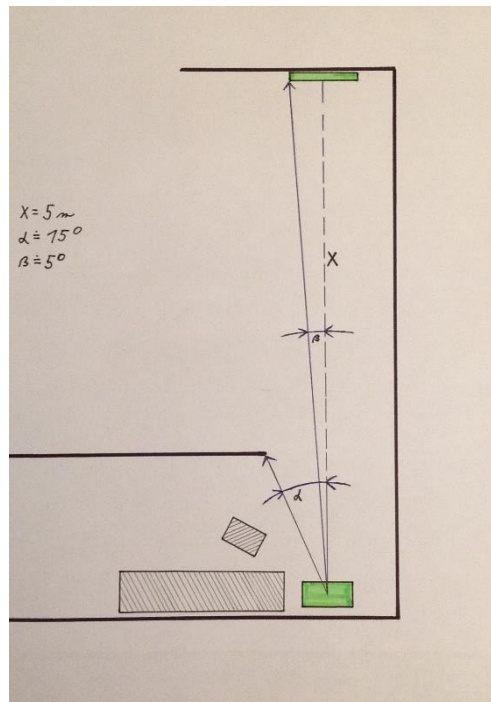
Každá osoba, která souhlasila se zařazením do studie, byla změřena na automatickém refraktometru. U části z nich bylo provedeno i měření subjektivní refrakce. Měření na automatickém refraktometru zachycují obrázky číslo 7 a 8. Je zde vidět oddálení čela od čelní opěrky. Provádění subjektivní refrakce zachycuje obrázek číslo 9. Měřená osoba byla nejprve změřena správným a následně špatným způsobem pomocí natočení o zhruba 15°.



Obr. č. 7 Správně provedené měření



Obr. č. 8 Nesprávně provedené měření



Obr. č. 9 Natočení měřené osoby u subjektivní refrakce

Výsledky měření

Výsledky měření zachycuje následující tabulka č. 1. Jsou zde zaznamenány průměrné hodnoty rozdílů z výsledků měření provedených správně (OK) a špatně (NOK). Vidíme, že největší rozdíl je u hodnot osy cylindru. Naopak nejmenší rozdíl nalezneme u změny vrcholové lámavosti sférické složky měřené pomocí subjektivní refrakce.

Tabulka č. 1 Souhrn výsledků měření

	Průměrný rozdíl [OK – NOK]
Objektivní refrakce:	
Hodnoty vrcholové lámavosti sférické složky [D]	0,15
Hodnoty vrcholové lámavosti cylindrické složky [D]	0,15
Hodnoty osy cylindru [°]	28
Subjektivní refrakce:	
Hodnoty vrcholové lámavosti sférické složky [D]	0,08
Hodnoty vrcholové lámavosti cylindrické složky [D]	0,11
Hodnoty osy cylindru [°]	19,5

Z tabulky vyplývá, že dochází k určité změně ve výsledcích měření. Někde je to méně, jinde zase více. U číselných údajů u hodnoty sfér a vrcholových lámavostí cylindru odpovídají průměrné hodnoty i dílčím výsledkům. K zajímavým číslům jsme dospěli zejména u hodnot osy cylindru u měření objektivní i subjektivní refrakce. Z hodnot z tabulky vychází poměrně velké průměrné hodnoty rozdílů. Podívejme se nyní na výsledný průměrný rozdíl v hodnotě osy cylindru u měření subjektivní refrakce. Výsledná hodnota takového průměru vyšla 19,5°. Tato hodnota již odpovídá významnému rozdílu, na který si v praxi musíme dát pozor. Při nedodržení správné hodnoty osy cylindru vzniká tzv. nežádoucí astigmatismus. Konkrétně, když budeme brát nežádoucí změnu v hodnotě osy cylindru 20°, tak dostáváme hodnotu 0,34 D indukovaného astigmatismu při hodnotě vrcholové lámavosti cylindrické složky 0,5 D. Jasně

by zde byla porušena tolerance kvality měření a následného zábrusu takové brýlové čočky. Norma pro hodnotu osy cylindru při vrcholové lámavosti cylindrické složky do 0,75 D je $\pm 5^\circ$. V potaz musíme brát, že u měření objektivní refrakce nám vyšel ještě větší rozdíl. Zde se ale jedná o výsledek objektivní refrakce na ARM, se kterou je nutné dále pracovat a nejedná se tak o výslednou hodnotu korekce v brýlích. Pomocí tohoto přístroje můžeme naměřit i další hodnotné údaje, jako například keratometrii, či údaj o průzračnosti očních médií. [6, 7]

Každá činnost, která je vykonávána v očních optikách, očních ambulancích a na očních odděleních by měla být prováděna s maximální pečlivostí a přesností. Existuje celá řada chyb, kterých se můžeme dopustit a není přece nic špatného na tom si chybu přiznat a danou činnost provést znovu. Výzkum dokazuje, že je velmi důležité nepodceňovat základní věci, jako může být například správné usazení měřené osoby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] POLÁŠEK, Jaroslav, ed. *Technický sborník oční optiky*. Praha: Oční optika, 1975.
- [2] KOLARČÍK, Lukáš, Václav DEDEK a Michal PTÁČEK. *Příručka pro sestry v oftalmologii*. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5458-1.
- [3] BRÍMOVÁ, Pavlína. *Ošetrovatelská péče v oční chirurgii*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2013. ISBN 978-80-7013-552-5.
- [4] BENEŠ, Pavel. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [5] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-x.
- [6] Beneš, Pavel. Optická praktika. *Elportál MU*. [Online] 2010.
<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps10/optika/web/index.html>. ISSN 1802-128x
- [7] FALHAR, Martin a kol.: 21 kroků vyšetření binokulárního vidění. [online] Verze 15.9.2016. [cit. 7.4.2019]. Dostupné z: <http://www.optikarium.cz/21vbw>
- [8] KUČHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.

Bc. Petr Buček, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Influence of head and body position on objective and subjective refraction measurements

Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Annotation

Our topic deals with the magnitude of the difference that arises in the moment if the measurement of objective and subjective refraction is done correctly and then in a wrong way, so as to correspond as closely as possible to the real situations of the day. First, we will introduce the theoretical basis necessary to understand this issue and then look at the results of the measurements.

Key words

Refraction, sphere, axis, cylinder, automatic refractometer, refraction error

Measurement of objective and subjective refraction is one of the daily tasks performed by optometrists, ophthalmologists and nurses on the eye departments. This is an activity that leads to the determination of the correct correction. It always begins by measuring the objective refraction, most often on an automatic refractometer, and then it is measured by subjective refraction. The two measurements have clear rules and principles. However, it often happens that the measured person does not cooperate according to the imagination and in some way violates the correct principles of measurement. Such cases will be presented and described here. First of all, however, we will introduce basic refraction defects, which are independent measurements at all. People nowadays have high demands on the sharpness of vision, the most sophisticated spectacle lenses are created with the possibility of personalization on the person. The fact is that we often overload our eyes with excessive work on the near, which can lead to myopia or deepening, or they can in people in the so-called. Problems related to the addition of the nonpresbyopic age.

Refraction of the Eye

The Light beam penetrates through certain eye structures when passing through the retina. These include The anterior surface of the cornea, the stroma and the posterior surface of the cornea, the aqueous water, the front surface of the lens, the stroma and the posterior surface of the lens and the vitreous. Each of these structures has its own refracting properties. The basic properties include refractive index, curvature radii and optical cardinality of individual structures. The Largest optical cardinality is the cornea with the value of + 43.053 D in both accommodative calm and accommodative maximum. In Contrast, the eye lens changes its optical cardinality depending on the state of accommodation. In accommodative calm, the optical cardinality is + 19.11 D, and in the opposite case the accommodative maximum reaches + 33.06 D. The Entire system Of the eye is dislodged with the optical cardinality + 58.64 D and with a maximum accommodative + 70.57 D, according to the Gullstrand schematic Eye. The Aim of these structures and properties is to create a sharp image on the retina. [1, 2]

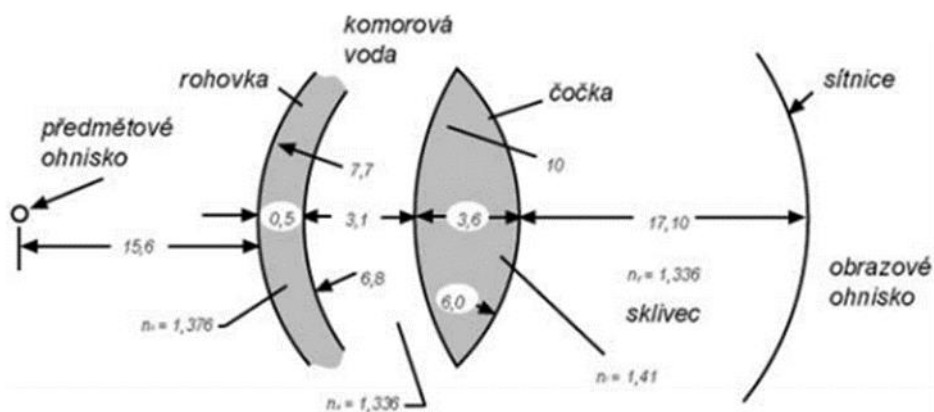


Figure 1: Gullstrand schematic eye

Refraction of the eye can be measured in two basic steps. The First step is objective refraction and the second is subjective refraction. With objective refraction, the fracture of the dioptric apparatus of the eye may be measured, for example, by an automatic refractometer or by the retinoscopy method. Importantly, the result is not distorted by the subjective perception of the person being investigated, but even so the result of the measurement is rather informative.

Subjective refraction is already involved with the involvement of the person under investigation. The Patient reads the characters on the Optotype. Optotypes are used both remotely and closely. In addition to the Optotype, a test purl and a set of corrective glass or foropter are required. The examination is first monocularly and is critically tested as the first right eye. The patient is determined by a natural vortex, i.e. without corrective glass. The Untested eye is covered with occlusion, which is inserted into the test rim. After the determination of the natural vortex, corrective slides are pre-assigned, both spherical and cylindrical. After reaching the most comfortable vortex, the process is repeated on the other eye. Then the binocular balance must still be performed. Investigative distances must be observed for investigations. In the case of distance testing, it is 5 to 6 m, while for examination at close to 40 cm. Visual acuity is recorded in the case of Snellen optotype by fraction, in which the numerator is the value of the investigation distance and the denomination of the distance from which the line would be read at the state of the emmetropia. Therefore, when using the investigation distance, it is ideal to write 6/6. The notation is possible even in the decimal system, so the stated ideal value would be registered as 1.0. Remote optotypes exist in many designs. Older types include printed, light, and projection optotypes. Modern and now used are LCD optotyping, using polarization to dissociate images of the right and left eye. In terms of proximity optotyping, the most popular is the so-called the Jäger's table. [3, 4]

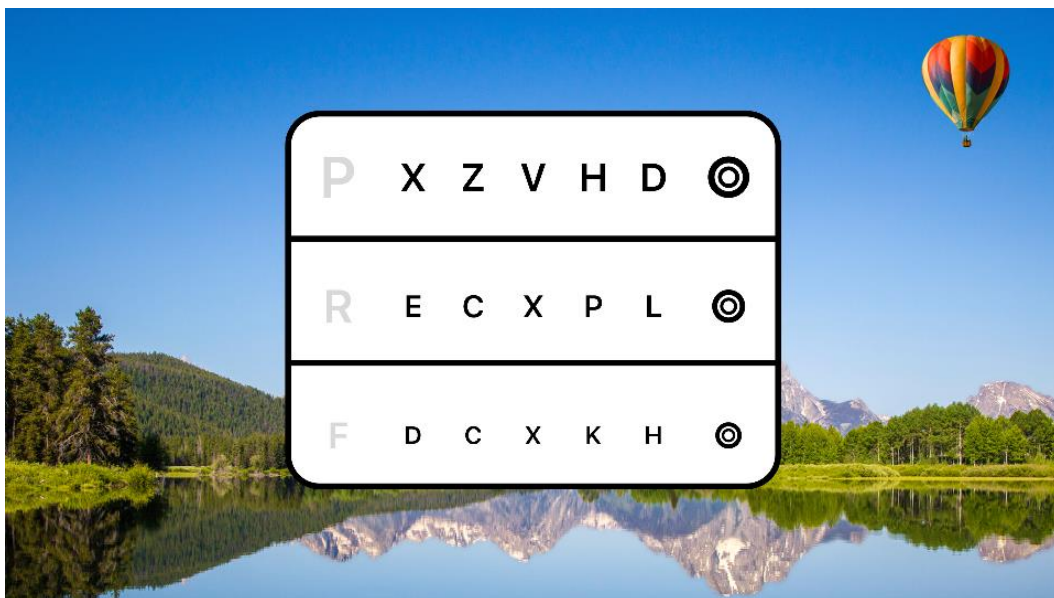


Figure 2: Polarized LCD optotyp

Defects of the optical system of the eye

The primary task of the optical apparatus of the eye is to create a sharp image on the retina. There arises a picture flipped and scaled down. Until the cerebral cortex comes back to straighten the image. In order to create a sharp image on the retina, the correct ratio of two quantities is needed, namely the fracture of the dioptric apparatus and the axial length of the eye. If this ratio is correct, the eye may be marked with a **emmetropic** eye. Such an eye creates an image on the retina in accommodative calm. Otherwise, when the fracture/length ratio of the mesh is unbalanced, the image becomes fuzzy. This image is formed either before or after the retina. In this case, the eye is referred to as an **ametropic**. If the image is in front of the retina, it is myopia. Otherwise, when the image behind the retina is present, it is hypermetropia. [2, 5]



Figure 3: Example of ametropia

Myopia, or nearsightedness, is a condition in which the parallel rays falling into the eye in an accommodative calm form a focal point in front of the retina. This creates an unclear image on the retina. The most common cause is the prolongation of the axial length of the eye. A Less frequent occurrence is formed by curved or index myopia. A Strongly myopic eye can cause up to the sensations of exophthalmia, caused by excessive axial growth of the eye. The Correction is performed by concave dioptric lenses, i.e., scatter. And this is true in both spectacles and contact lenses. Another option is laser surgery. [2, 5]

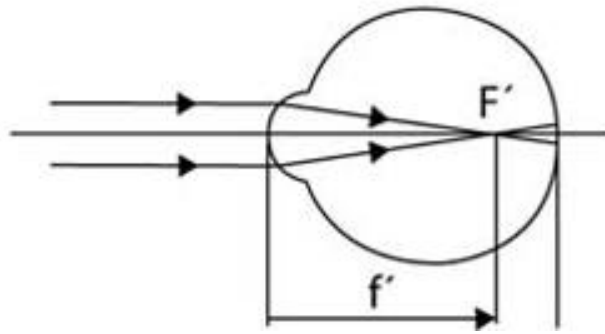


Figure 4: Myopia

Hypermetropia, or farsightedness arises when parallel rays falling into the eye in an accommodative calm, creates an outbreak behind the retina. Unlike myopia, the axial length of the eye decreases. In terms of growth and development of the eye, hypermetropia at a certain age is a completely normal phenomenon. All children up to the age of 3 years are usually far-sighted. Up to this age, the eye begins to reach an axial length of 23 mm and the growth of the eye slows down. From The age of 3 to 14 years, there is a slow growth of about 0.1 mm per year. The eye should gradually become emetropic. The main difference from myopia is the fact that a certain degree of hypermetropia can be corrected by the human eye by accommodative. This is a case of the so-called latent hypermetropia, which is compensated by the tension of the ciliary muscle. A higher degree is the manifestation of hypermetropia, when a certain degree of correction is needed. This is done by convex dioptric glass or contact lenses, in other words, by couplings. The possibility is also surgical intervention, when implantation of artificial intra ocular lens. [2, 5]

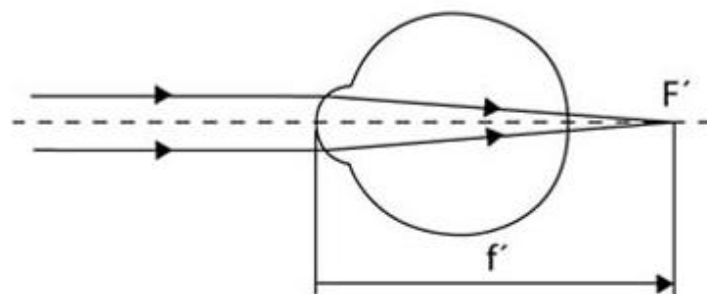


Figure 5: Hypermetropia

The basic types of ametropia also include **astigmatism**. It is an aspherical defect, when rays falling into the eye do not have their focal point in the same plane, but in other places. Therefore, an unsharp image arises. The most common cause is a defect of curvature, most often corneal, or more rarely, lenses. The correction is made by means of cylindrical glass, known as the toric lens. As in the previous case, we have the possibility of a surgical solution. Here, a variant of laser intervention or surgical implantation of the toric intraocular lens is offered. [2, 5]

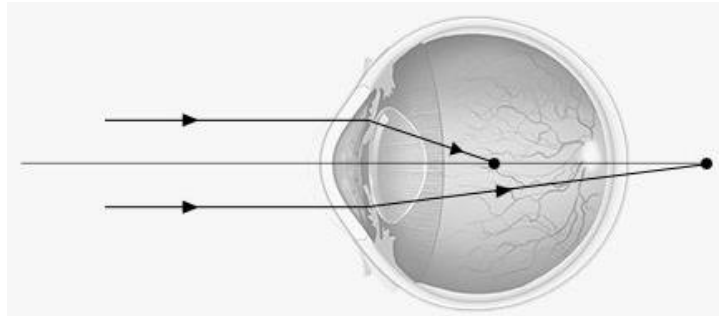


Figure 6: Astigmatism

From an optical point of view, the human eye can be seen as a very imperfect system of lenses, loaded with refractive defects, described above, and physiological defects, which make the retina produce a very imperfect image. The compensation itself occurs only in the brain and the person eventually see a picture that is not subjected to physiological defects, such as diffraction of light, decentration, chromatic and spherical aberration. The appearance of these defects also occurs on a healthy emmetropic eye. [2.5]

A Separate chapter is **presbyopia**. This is not a classic refraction defect, but a physiological process. The onset of presbyopia is typical after 40. year of life, when work on close distances becomes harder and harder. In particular, it may decrease the elasticity of the lens sheath and reduce the accommodative amplitudes. Probably the biggest turning point is around 45. A year of life when the reading text becomes too difficult. In this case, it is necessary to select a close correction using the so-called the use of multifocal spectacle and contact lenses in the case of long-distance therapy. Another option is the replacement of an undistorted lens behind an artificial lens in patients of presbyopic age. This is a procedure called PRELEX, which may also be referred to as a preventive procedure for the development of cataracts at a later age. [5, 8]

Methodology

Any person who has agreed to be enrolled in the study was measured on an automatic refractometer. Part of them was also a measurement of subjective refraction. The measurements on the automatic refractometer capture images number 7 and 8. It is here to see the forehead zoom out from the headrest. Conducting subjective refraction captures picture number 9. The Measured person was first measured in the correct and then wrong way by means of a rotation of about 15° .



Figure 7: Correctly performed measurements



Figure 8: Measurement is performed incorrectly

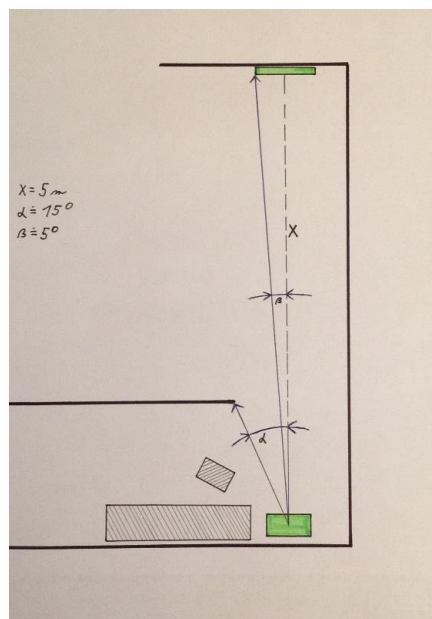


Figure 9: Rotation of the measured person for subjective refraction measurements

Measurement results

The following table 1 shows the measurement Results. There are recorded average values of differences from the measurement results performed correctly (OK) and poorly (NOK). We can see that the biggest difference is the cylindrical axis values. Conversely, the smallest difference is found in the change in the peak breakage of a spherical component measured by subjective refraction.

Table 1: Measurement results

Objective refraction		Subjektive refraction	
Sphere [D]	0,15	Sphere [D]	0,08
Cylinder [D]	0,15	Cylinder [D]	0,11
Axis [°]	28	Axis [°]	19,5

The table shows that there is some change in the measurement results. It's less, somewhere else. For figures on the value of the spheres and peak breakages of the cylinder, the average values and the subresults correspond. In particular, we have reached interesting figures for cylindrical values for both objective and subjective refraction measurements. The values from the table are based on relatively large average difference values. Now let's look at the resulting average difference in the cylinder axis value for subjective refraction measurements. The Resulting value of such a diameter was 19.5 °. This value already corresponds to a significant difference, which we must take care of in practice. Failure to observe the correct cylinder axis results in the so-called undesirable astigmatism. Specifically, when we take an undesirable change in the value of the cylinder axis 20 °, we receive a value of 0.34 D induced astigmatism at the value of the peak breakability of the cylindrical component 0.5 D. The tolerances of the measurement quality and the subsequent such spectacle lenses. The standard for the cylinder axis value at the peak breakability of the cylindrical component up to 0.75 D is $\pm 5^\circ$. We must take into account that the measurement of objective refraction has taken us even more difference. However, this is the result of objective refraction on ARM, with which it is necessary to work further and this is not the resulting value of correction in glasses. We can also use this device to measure other valuable data such as keratometry or the clarity of the eye media. [6, 7]

Any activity performed in ophthalmic and ophthalmic departments should be performed with utmost care and precision. There are a number of mistakes that we can commit, and there is nothing wrong with making a mistake and doing the action again. Research proves that it is very important not to underestimate the basic things, such as the correct establishment of the measured person.

LIST OF USED LITERATURE

- [1] POLÁŠEK, Jaroslav, ed. Technický sborník oční optiky. Praha: Oční optika, 1975.
- [2] KOLARČÍK, Lukáš, Václav DEDEK a Michal PTÁČEK. Příručka pro sestry v oftalmologii. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5458-1.
- [3] BRÍMOVÁ, Pavlína. Ošetrovatelská péče v oční chirurgii. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2013. ISBN 978-80-7013-552-5.
- [4] BENEŠ, Pavel. Přístroje pro optometrii a oftalmologii. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [5] ANTON, Milan. Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-x.
- [6] Beneš, Pavel. Optická praktika. Elportál MU. [Online] 2010. [cit. 7.4.2019]. <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps10/optika/web/index.html>. ISSN 1802-128x
- [7] FALHAR, Martin a kol.: 21 kroků vyšetření binokulárního vidění. [online] Verze 15.9.2016. [cit. 7.4.2019]. Dostupné z: <http://www.optikarium.cz/21vbv>
- [8] KUCHYNKA, Pavel. Oční lékařství. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.

Bc. Ilona Haasová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Velikost fúzních rezerv před a po korekci heteroforií

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

Anotace

Tento příspěvek se zabývá změnou velikosti fúzních rezerv před a po vykorigování směrového typu heteroforie. V úvodní části této práce se seznámíme s termíny heteroforie a fúzní rezervy, které jsou jejími stěžejními termíny a jsou blíže vysvětleny. Úvodní text této práce je dále ověřen výzkumem srovnávající rozsahy fúzních rezerv před korekcí a po korekci heteroforií.

Klíčová slova

Heteroforie, fúzní rezervy, bod rozdvojení, bod opětovného spojení.

Heteroforie (skryté šilhání) jsou v naší populaci standardním nálezem, vyskytují se až u 75 % všech vyšetřovaných osob. I přes to, že za přirozených podmínek nejsou vizuálně patrné, měli bychom jim věnovat zvýšenou pozornost a patřičný klinický přístup. Heteroforie nezpůsobují výrazné poruchy binokulárního vidění, avšak mohou vést k sužujícím a intenzivním astenopickým obtížím. V případě, že pacient popisuje subjektivní potíže a jeho vergenční aparát není schopen sám tuto odchylku potlačit, jedná se o dekompenzovanou heteroforii s celou řadou příznaků. Jeden z příznaků, který bych zvláště vyzvedla, jsou nedostatečné fúzní rezervy. Měření fúzních rezerv nám podává informaci o schopnosti kompenzace heteroforií.

Níže uvedený výzkum se především snaží odpovědět na otázku, zdali mají fúzní rezervy tendenci měnit svůj rozsah v závislosti na vykorigování velikosti a typu heteroforie do dálky. Hodnoty fúzních rezerv mohou být ovlivněny heteroforiemi a to tak, že ve směru heteroforie budou velikosti fúzních rezerv zvýšené a v opačném směru, než je směr heteroforie budou naopak fúzní rezervy sníženy.

Heteroforie

Pokud dojde ke zrušení fúze, např. tím, že zakryjeme jedno oko, zevní oční svaly se dostanou do stavu nerovnováhy a zakryté oko se uchýlí určitým směrem. Pokud však zapojíme fúzi, úchylka není patrná. Proto se heteroforie nazývá latentním neboli skrytým šilháním. Heteroforii dělíme na kompenzovanou a dekompenzovanou. [1, 4, 6]

Heteroforie je kompenzovaná za předpokladu, že je potlačena díky vergenčnímu systému. Mezi základní znaky řadíme asymptomatického klienta, jehož fúzní rezervy odpovídají normálním hodnotám a po disociaci obrazu dochází ihned k plynulému návratu, není přítomna fixační disparita a suprese, binokulární vidění je stabilní a prostorové vidění je také v pořádku. [1, 4, 6]

Naopak v případě dekompenzované heteroforie není schopen vergenční systém samostatně heteroforii překonat, což se projevuje neodpovídajícími fúzními rezervami, pomalým návratem po disociaci obrazu a výskytem fixační disparity. [1, 4, 6]

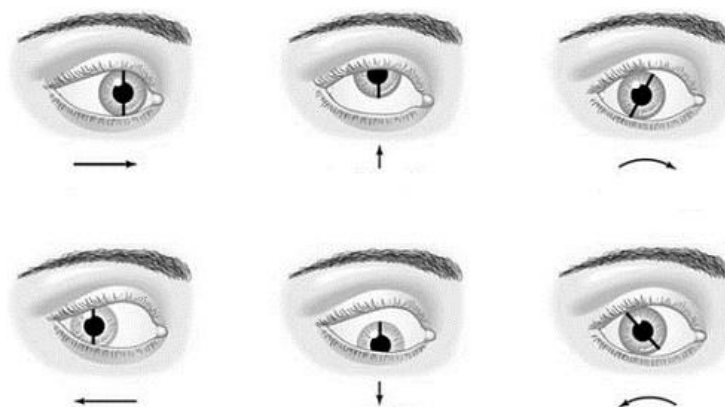
Vrozená nebo získaná svalová dystrofie, anomálie akomodace a konvergence, či porucha inervace mohou být také významné příčiny vzniku heteroforie, avšak ta nemusí být na obou očích stejná. [1, 4, 6]

Tabulka č. 1 pojednává o možných směrech, kterými se poškozené oko může uchýlit a těmto směřům přiřazené názvy.

<u>Směr pohybu</u>	<u>Název</u>
Dovnitř	Esoforie
Zevně	Exoforie
Nahoru	Hyperforie
Dolů	Hypoforie
Stočení okolo XII. poledníku dovnitř	Incykloforie
Stočení okolo XII. poledníku zevně	Excykloforie

Tab. 1: Rozdělení heteroforií dle směru pohybu

Dále ještě rozlišujeme pozitivní (pravou) a negativní (levou) hyperforii na základě téměř totožné velikosti vertikální úchylky a jejího opačného směru na obou očích. Při pozitivní hyperforii se pravé oko uchyluje nahoru a levé dolů, u negativní hyperforie je tomu přesně naopak. [1, 4, 6]



Obr. 1: Typy heteroforií

Heteroforie je v populaci naprosto standardním nálezem. V literatuře je uvedeno, že až 75 % populace je touto odchylkou postiženo, což znamená, že ortoforický stav se vyskytuje pouze ve 20–30 % všech případů. [1, 4, 6]

Mezi příznaky řadíme bolesti hlavy, astenopii, rozmazané vidění, diplopii, distorzi obrazu, světloplachost, rychlou únavu očí spojenou s obtížným čtením a fixací blízkých předmětů, potíže při přeastřování z dálky na blízko a naopak. V některých případech dochází i ke vzniku suprese a nedostatečné stereopse. [1, 4, 6]

Fúzní rezervy

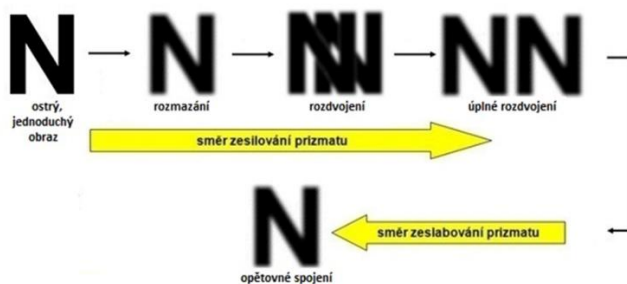
Sílu prizmat, sloužící ke zrušení fúze a vyvolání diplopie, vyjadřuje právě fúznívergence, jejíž synonymem je fúzní rezerva. Divergenci stimulujeme vložení prizma bází dovnitř a množství potřebné k vyvolání diplopie se označuje jako negativní fúzní rezerva. Naopak konvergenci stimulujeme vložení prizma bází ven a množství potřebné k vyvolání diplopie se označuje jako pozitivní fúzní rezerva. Měření lze provádět do dálky i do blízka a také existuje vertikální fúznívergence. [4, 6]

Množství potřebné ke korekci forie lze stanovit z celkové fúzní rezervy. Například máme exoforii 9 pD a naměřená pozitivní fúzní rezerva je 18 pD. Pomocí Sheardova a Percivalova pravidla lze vypočítat, kolik prizmatických dioptrií musíme použít ke korekci forie, tj. třetina z celkové pozitivní fúzní rezervy. Dále Sheardovo pravidlo říká, že fúzní rezerva bodu rozmazání by měla být nejméně dvakrát větší než forie. *Prizma potřebné pro korekci exoforie* = $2 / \text{exoforie} - 1/3 \text{ PFR}$. Percivalovo pravidlo nám dále uvádí, že negativní a pozitivní fúzní rezervy by měly být vyvážené a jedna z rezerv by neměla být větší než dvojnásobek druhé. Také pacient by měl pracovat ve střední třetině binokulárního vergenčního rozsahu. *Prizma potřebné pro korekci esoforie* = $1/3 \text{ binokulárního vergenčního rozsahu} - \text{NFR}$. [4, 6]

Negativní fúzní rezervy	Dálka [pD]	Blízko [pD]
Bod rozmazání	-	10 - 16
Bod rozdvojení	6 - 10	16 - 24
Bod opětovného spojení	4 - 8	8 - 14
Pozitivní fúzní rezervy	Dálka [pD]	Blízko [pD]
Bod rozmazání	8 - 12	16 - 22
Bod rozdvojení	15 - 22	20 - 28
Bod opětovného spojení	8 - 12	16 - 22

Tab. 2: Očekávané hodnoty fúzních rezerv

Existují dvě možnosti testování fúznívergence (amplitudy fúznívergence) a to: Postupné (smooth) testování a Krokové (step) testování. V obou případech se jedná o přímá měření, s tím rozdílem, že v případě Postupného testování se používá foroapter. [4, 6]



Obr. 2: Postup měření fúzních rezerv



Obr. 3: Měření fúzních rezerv krokovou metodou

Zkoumaný soubor a metodika výzkumu

Výzkum byl prováděn v Centru oční a estetické medicíny Ottlens v Šumperku. Měření se zúčastnilo celkem 19 osob, z toho 10 žen a 9 mužů, kdy průměrný věk všech vyšetřovaných osob byl 37 let (v rozmezí 20 až 65 let).

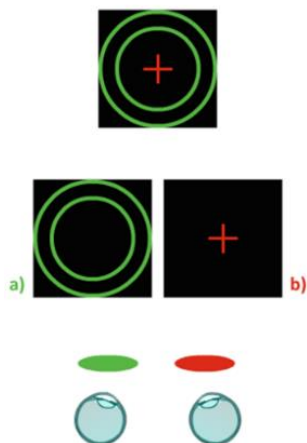
Na začátku měření byla u všech osob s ametropií subjektivní refrakcí stanovena nejlepší sférocylindrická korekce, po které následovalo změření heteroforií na Schoberově testu LCD optotypu za použití červeného a zeleného filtru. U emetropických pacientů byly hned na začátku změřeny heteroforie. Velikost a směr úchytky byl následně zaznamenán do předem připravené tabulky. V celém souboru měřených osob bylo 8 osob s hypermetropií, 6 osob s myopií a 5 osob s emetropií, dále u 10 osob byla zjištěna exoforie a u 9 osob esoforie. Poté byly měřeny velikosti fúzních rezerv do dálky. Měření bylo prováděno na vzdálenost 6 m, kdy na LCD optotypu bylo použito izolované písmeno N o velikosti 0,6 odpovídající zrakové ostrosti. Jednalo se o měření negativních a pozitivních fúzních rezerv do dálky (měření bylo prováděno v tomto pořadí) za použití krokové metody, tj. za použití horizontální prizmatické lišty. Změna prizmat v rozsahu 2 pD na prizmatické liště byla navyšována za 1 s. Následovalo vykorigování změřených heteroforií na Schoberově testu LCD optotypu a po adaptační době pěti minut na prizmatická korekční skla byly znovu měřeny velikosti fúzních rezerv, stejným způsobem jako před vykorigováním heteroforií. U pozitivních i negativních fúzních rezerv do dálky byly zjišťovány a zaznamenávány body rozdvojení a opětovného spojení. Tyto naměřené hodnoty byly následně statisticky zpracovány a vyhodnoceny dle párového Studentova t-testu.



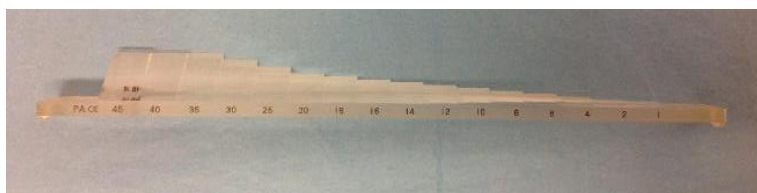
Obr. 4: Centrum oční a estetické medicíny Ottlens



Obr. 5: Optometristická vyšetřovna Ottlens



Obr. 6: Schöberlův test



Obr. 7.: Horizontální prizmatická lišta



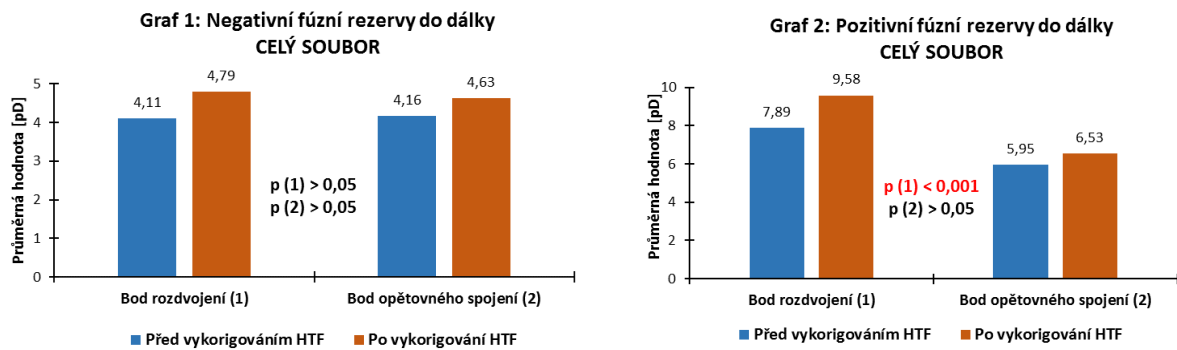
Obr. 8: LCD optotyp

Výsledky měření

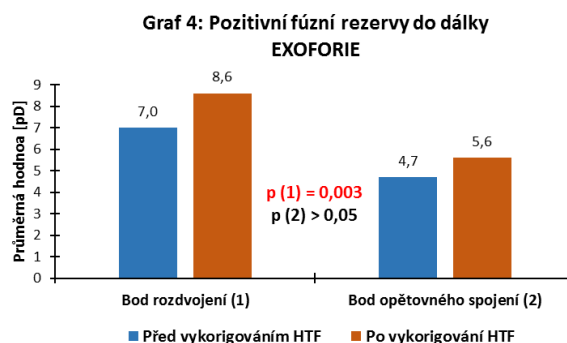
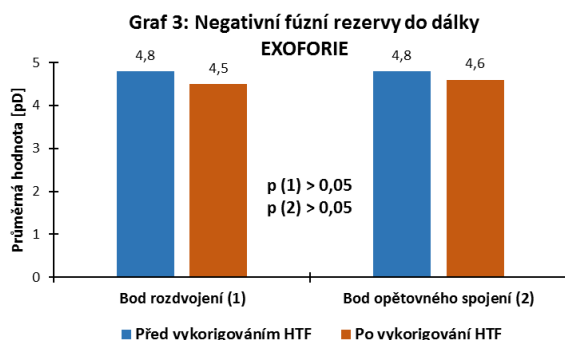
Naměřené výsledky jsem zaznamenávala vždy do dvojice jednoduchých grafů, kdy jeden graf byl pro negativní fúzní rezervy a druhý pro pozitivní fúzní rezervy. První dvojice grafů byla pro celý soubor měřených osob, druhá pro měřené osoby s exoforií a třetí pro osoby s esoforií. Vždy porovnáváme body rozdvojení a opětovného spojení před a po korekci heteroforií.

Graf číslo jedna a dvě tedy pojednává o negativních a pozitivních fúzních rezervách do dálky pro celý soubor měřených osob. Z obou grafů je patrné, že dochází k mírnému navýšení průměrných hodnot bodu rozdvojení i opětovného spojení po vykorigování heteroforií. U negativních fúzních rezerv je průměrná hodnota bodu rozdvojení před vykorigováním heteroforií 4,11 pD a po vykorigování heteroforií se průměrná hodnota zvýší na 4,79 pD. U bodu opětovného spojení se jedná o analogickou změnu, kdy pro bod opětovného spojení je jeho průměrná hodnota před vykorigováním heteroforií 4,16 pD a po vykorigování heteroforií 4,63 pD. Ani v jednom případě se však nejedná o statisticky významnou změnu. U pozitivních fúzních rezerv dochází ke statisticky významné změně u bodu rozdvojení. Před vykorigováním heteroforií je jeho průměrná hodnota 7,89 pD a po vykorigování se průměrná hodnota zvýší na 9,58 pD. Avšak u bodu opětovného spojení opět nedochází ke statistické významné změně,

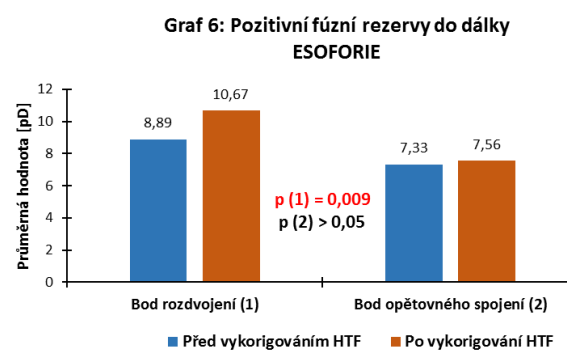
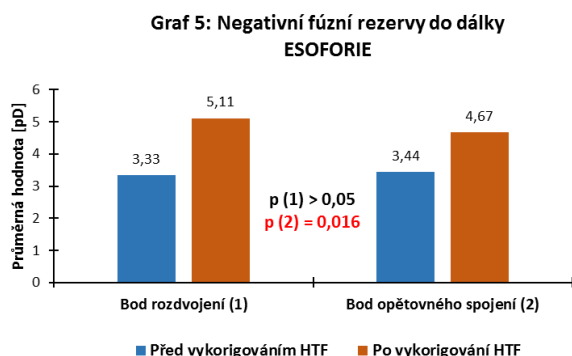
protože průměrná hodnota před vykorigováním heteroforií je 5,95 pD a po vykorigování heteroforií se zvýší na pouhých 6,53 pD. I přesto, že k nárůstu NFR i PFR po vykorigování heteroforií a adaptační době pěti minut na prizmatické brýlové čočky dochází, mohla bych tímto faktem prohlásit druhou pracovní hypotézu za platnou, ovšem protože se prozatím nejedná o statisticky významné rozdíly ve všech sledovaných parametrech, nemohu tak učinit.



Graf číslo tři a čtyři se týká negativních a pozitivních fúzních rezerv do dálky pro osoby se směrovým typem heteroforie – exoforie. Z grafu číslo tři vyplývá, že dochází k poklesu negativních fúzních rezerv po vykorigování exoforie. Bohužel však v případě bodu rozdvojení ani bodu opětovného spojení se nejedná o statisticky významnou změnu. Z toho důvodu nemohu prozatím moji třetí pracovní hypotézy označit za platnou. Pro bod rozdvojení je průměrná hodnota před vykorigováním 4,80 pD a po vykorigování exoforie 4,50 pD. Pro bod opětovného spojení je průměrná hodnota před vykorigováním 4,80 pD a po vykorigování exoforie 4,60 pD. U grafu číslo čtyři již opět dochází ke zvýšení pozitivních fúzních rezerv po vykorigování exoforie. Pro bod rozdvojení je průměrná hodnota před vykorigováním 7,00 pD a po vykorigování 8,60 pD. Jedná se o statisticky významný rozdíl. Pro bod opětovného spojení dochází k navýšení průměrné hodnoty z 4,70 před vykorigováním na 5,60 pD po vykorigování exoforie. Nejedná se však o statisticky významný rozdíl. I přesto, že v případě bodu rozdvojení dochází ke statisticky významné změně, nicméně pro bod opětovného spojení k tomuto jevu nedochází, nemohu označit moji první pracovní hypotézu za platnou. Tyto pozitivní fúzní rezervy se však týkají pouze části zkoumaného souboru, konkrétně pouze pacientů s exoforií.



A tímto se dostáváme k poslední dvojici grafů číslo pět a šest, kdy obdobným způsobem srovnáváme změnu pozitivních a negativních fúzních rezerv u osob před a po vykorigování směřového typu heteroforie – esoforie. Graf číslo pět se týká negativních fúzních rezerv, kdy pro bod rozdvojení se průměrná hodnota zvýší z 3,33 pD před vykorigováním na 5,11 pD po vykorigování esoforie. V tomto případě se nejedná o statisticky významnou změnu. Avšak u bodu opětovného spojení dochází ke statisticky významné změně, kdy se jeho průměrná hodnota zvýší z 3,44 pD před vykorigováním na 4,67 pD po vykorigování esoforie. Na závěr poslední graf, tedy šestý graf pojednává o pozitivních fúzních rezervách, kdy průměrná hodnota bodu rozdvojení před vykorigováním je 8,89 pD a po vykorigování esoforie je 10,67 pD. Jedná se o statisticky významný rozdíl. U bodu opětovného spojení je průměrná hodnota před vykorigováním 7,33 pD a po vykorigování esoforie se zvýší na 7,56 pD, kdy se však nejedná o statisticky významný rozdíl. Tyto pozitivní fúzní rezervy zahrnují i druhou část zkoumaného souboru – pacienty s esoforií. Dochází však k analogickému trendu, jako tomu bylo v případě pozitivních fúzních rezerv u pacientů s exoforií a z toho důvodu prozatím stále nemohu moji první pracovní hypotézu označit za platnou.



Diskuze

Z výzkumu je patrné, že k určitým změnám ve velikosti fúzních rezerv po vykorigování heteroforií dochází. Z důvodu, že se však prozatím ve všech sledovaných parametrech

neprokázal statisticky významný rozdíl, nelze prozatím stanovit přesnou závislost na směrovém typu heteroforie do dálky a rozsahem horizontálních fúzních rezerv do dálky. Výzkum bude dále pokračovat a bude se snažit tuto závislost dále blíže a přesněji definovat.

Domnívám se, že u exoforie by mělo dojít ke snížení negativních fúzních rezerv a u esoforie také ke snížení ovšem pozitivních fúzních rezerv. Toto tvrzení předpokládám na základě studie Mgr. Pavla Kříže, Ph.D., který ve své disertační práci z roku 2017 poukazuje na vztah mezi směrovým typem heteroforie a rozsahem horizontálních fúzních rezerv. Jednalo se právě o vztah mezi negativními fúzními rezervami a exoforií, kdy došlo k mírnému poklesu NFR po korekci exoforie. Bohužel se však nejednalo o statisticky významný rozdíl. Dále zaznamenal mírný nárůst NFR u esoforie.

Dále by výzkum mohl prokázat významné zvýšení rozsahu opozitních fúzních rezerv kompenzující horizontální heteroforie. U exoforií by tedy měla být rozšířena kompenzujícími pozitivními fúzními rezervami a u esoforií rozšířena kompenzujícími negativními fúzními rezervami. Dalším přínosem tohoto výzkumu by mohlo být stanovení očekávaných hodnot bodu rozdvojení a bodu opětovného spojení pro negativní a pozitivní fúzní rezervy u osob s exoforií a esoforií.

V následující tabulce bych ráda srovnala můj výzkum se studií pánů Scheimana a Wicka z roku 2008 a konkrétně bych ráda srovnala průměrné hodnoty bodů rozdvojení a opětovného spojení u NFR a PFR. První dva sloupce se týkají hodnot bez vykorigování směrového typu heteroforie, protože v uvedené studii nebyly heteroforie předem vykorigovány a ve třetím sloupci uvádím pro představu stejné zkoumané hodnoty, avšak již po korekci heteroforií.

Autor studie		Scheiman a Wick 2008	Haasová 2019	Haasová 2019	
Dálka	NFR	break [pD]	7.00	4.11	4.79
		recovery [pD]	4.00	4.16	4.63
	PFR	break [pD]	11.00	7.89	9.58
		recovery [pD]	7.00	5.95	6.53

Tab. 3: Srovnání mého výzkumu se zahraniční studií

V úvodní části této práce bylo snahou seznámit čtenáře s pojmy heteroforie a fúzní rezervy. Byla popsána kompenzovaná a dekompenzovaná heteroforie, dále směrové typy heteroforií a možné příznaky vzniku heteroforií. V případě fúzních rezerv byl popsán rozdíl mezi

negativními a pozitivními fúzními rezervami, výpočet množství prizmatických dioptrií potřebných ke korekci forií a na závěr byly v tabulce uvedeny očekávané hodnoty negativních a pozitivních fúzních rezerv.

Hlavním cílem výzkumu k této práci bylo srovnání velikosti fúzních rezerv před a po korekci heteroforií. Mezi jeho stěžejní části patřily: metodika výzkumu a seznámení se zkoumaným souborem, následně výsledky měření, které byly na základě statistické analýzy vyhodnoceny a zaznamenány do jednoduchých grafů a dále detailněji popsány. Závěrečná část byla věnována diskuzi, která zhodnotila získaná data, popsala předpokládané výsledky výzkumu do budoucna a srovnala studie na obdobné téma. Konkrétně se jednalo o jednu českou (disertační práce Mgr. Pavel Kříž, Ph.D., 2017) a jednu zahraniční studii (Scheiman a Wick, 2008).

Na samotný závěr bych ráda poukázala a potvrdila fakt, že je důležité korigovat heteroforie u pacientů, kteří mají nějaký typ směrové heteroforie, byť i velikostně malý, jelikož by právě mohlo dojít ke zvýšení fúzních rezerv a tím by se také mohl zvýšit jejich vizuální komfort.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*. Vyd. 2., dopl. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 80-7013-207-8.
- [2] BENEŠ, Pavel. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [3] KŘÍŽ, Pavel. *Binokulární korekce, měření a korekce heteroforií metodou MKH* [online]. B.m. [vid. 2018-02-25]. Doctoral thesis, 2017. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/176794/lf_d/
- [4] HAASOVÁ, Ilona. *Anomálie binokulárního vidění*. Brno, 2018. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně. Lékařská fakulta. Vedoucí práce Mgr. Gabriela Spurná.
- [5] HÁJKOVÁ, Šárka. *Porovnání rozsahu fúzních vergencí při využití plynulé a krokové metody měření*. Brno, 2018. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně. Lékařská fakulta. Vedoucí práce Mgr. Pavel Kříž, Ph.D.
- [6] SCHEIMAN, Mitchell a Bruce WICK. *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, c2008. ISBN 978-0-7817-7784-1.

Bc. Iлона Haasová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Fusion reserves ranges before and after correction of heterophoria

Department of Optics and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Annotation

This contribution with changing the size of fusion reserves before and after correcting the directional heterophoria. In the first part of this work we will introduce the terms heterophoria and fusion reserves, which are its key terms and are explained in more detail. The research part then relates to the research itself comparing the fusion reserve ranges before correction and after the correction of heterophoria.

Key words

Heterophoria, fusion reserves, break point, recovery point.

Heterophoria (hidden squint) is a standard finding in our population, occurring in up to 75 % of all subjects. Despite the fact that they are not visually evident under natural conditions, we should pay increased attention and appropriate clinical approach to them. Heterophoria do not cause significant disturbances in binocular vision, but can lead to plaguing and intense asthenic difficulties. In case the patient describes subjective complaints and his / her vergency apparatus is not able to suppress the deviation itself, it is a decompensated heterophoria with a number of symptoms. One of the symptoms I would particularly highlight is the lack of fusion reserves. Measurement of fusion reserves gives us information on the ability to compensate for heterophoria.

In particular, the research below seeks to answer the question of whether fusion reserves tend to change in size, depending on correcting the size and type of heterophoria into the distance. The values of fusion reserves can be influenced by heterophoria, so that in the direction of heterophoria, the size of the fusion reserves will be increased and in the opposite direction, the fusion reserves will be reduced.

Heterophoria

If the fusion is canceled, for example, by covering one eye, the external eye muscles get into an imbalance state and the obscured eye moves in a certain direction. However, if we incorporate the fusion, the deviation is not apparent. Hence, heterophoria is called latent or latent. [1, 4, 6]

Heterophoria is divided into compensated and decompensated. Heterophoria is compensated provided that it is suppressed by the vergence system. The basic features include an asymptomatic client whose fusion reserves correspond to normal values and, after dissociation of the image, a smooth return occurs, no fixation disparity and suppression are present, binocular vision is stable and spatial vision is fine. [1, 4, 6]

Conversely, in the case of decompensated heterophoria, the vergence system is not able to overcome heterophoria separately, which is manifested by inadequate fusion reserves, slow return after image dissociation and the occurrence of fixation disparity. [1, 4, 6]

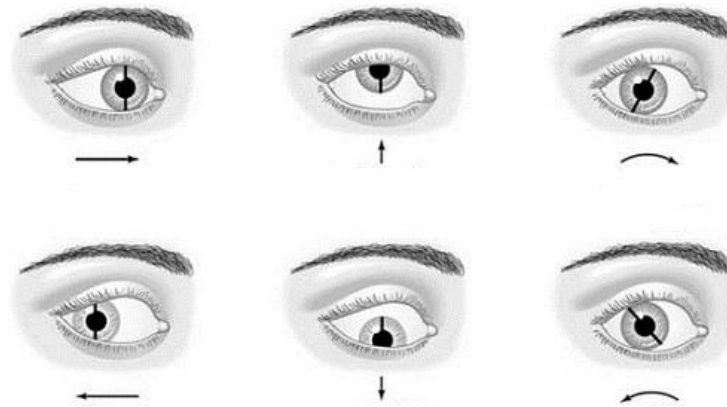
Congenital or acquired muscular dystrophy, accommodation and convergence anomalies, or innervation disorder can also be important causes of heterophoria, but it may not be the same on both eyes. [1, 4, 6]

Table 1 discusses the possible directions by which the damaged eye may resort to and the names assigned to these directions.

<u>Direction of movement</u>	<u>The name of the heterophoria</u>
Inside	Esophoria
Outside	Exophoria
Up	Hyperphoria
Down	Hypophoria
Twisting around XII. meridian inside	Incyklophoria
Twisting around XII. meridian outside	Excyklophoria

Tab. 1: Division of heterophoria according to direction of movement

Furthermore, we distinguish between positive (right) and negative (left) hyperphoria based on the almost identical vertical deviation and its opposite direction on both eyes. With positive hyperphoria, the right eye resorts up and left down, and the opposite is true for negative hyperphoria. [1, 4, 6]



Pic. 1: Types of heterophoria

Heterophoria is a standard finding in the population. It is reported in the literature that up to 75 % of the population is affected by this deviation, which means that the orthophoric state occurs only in 20-30 % of all cases. [1, 4, 6]

Symptoms include headache, asthenopia, blurred vision, diplopia, image distortion, photophobia, rapid eye fatigue associated with difficult reading and fixation of nearby subjects, difficulty in focusing from far to near and vice versa. In some cases, suppression and lack of stereopsis also occur. [1, 4, 6]

Fusion reserves

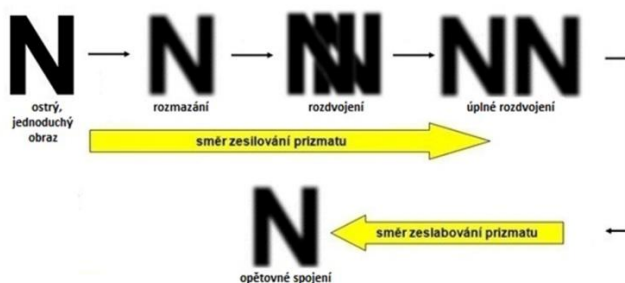
The power of prisms to abolish fusion and evoke diplopia is expressed by a fusion vergence whose synonym is a fusion reserve. We stimulate the divergence by inserting a prism in the base and the amount needed to induce diplopia is referred to as a negative fusion reserve. Conversely, we stimulate convergence by inserting a prism base and the amount needed to induce diplopia is referred to as a positive fusion reserve. Measurements can be taken both far and near, and there is also vertical fusion vergence. [4, 6]

The amount needed to correct the form can be determined from the total fusion reserve. For example, we have a exophoria of 9 pD and the measured positive fusion reserve is 18 pD. Using the Sheard and Percival rules, we can calculate how many prismatic diopters we need to use to correct a form, ie. one third of the total positive fusion reserve. Furthermore, Sheard's rule says that the blur point fusion reserve should be at least twice as large as the form. Prism needed for correction of exophoria = 2 / exophoria - 1/3 PFR. Percival's rule also states that negative and positive fusion reserves should be balanced and one of the reserves should not be more than double the other. Also, the patient should work in the middle third of the binocular vergence range. Prism needed for correction of esophoria = 1/3 of binocular vergence range, NFR. [4, 6]

Negative fusion reserves	Distance [pD]	Near [pD]
Blur point	-	10 - 16
Break point	6 - 10	16 - 24
Recovery point	4 - 8	8 - 14
Positive fusion reserves	Distance [pD]	Near [pD]
Blur point	8 - 12	16 - 22
Break point	15 - 22	20 - 28
Recovery point	8 - 12	16 - 22

Tab. 2: Expected values of fusion reserves

There are two possibilities to test fusion vergence (fusion vergence amplitude): Sample testing and Step testing. In both cases, these are direct measurements, with the difference that foropter is used in the case of Progressive Testing. [4, 6]



Pic. 2: Process measurement fusion reserves



Pic. 3: Measurement FR Step testing

Research file and research methodology

The research is conducted at the Ottlens Eye and Aesthetic Medicine Center in Šumperk. For the time being, a total of 19 people participated in the measurement, of which 10 were women and 9 were men, when the average age of all subjects was 37 years (between 20 and 65 years).

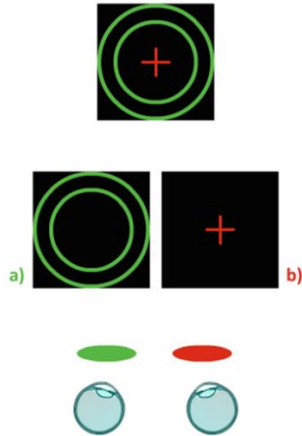
At the beginning of the measurement, the best subjective refraction was determined for all subjects with ametropia, followed by measurement of heterophoria on Schober's LCD optotype test using a red and green filter. Heterophoria was measured at the outset in emetropic patients. The size and direction of the deviation was subsequently recorded in a pre-prepared table. In the whole group of measured persons there were 8 persons with hypermetropia, 6 persons with myopia and 5 persons with emetropia. The fusion reserve sizes were then measured remotely. The measurement was carried out at a distance of 6 m, when an isolated letter N of 0.6 corresponding to visual acuity was used on the LCD optotype. It was the measurement of negative and positive fusion reserves into the distance (measurements were taken in this order) using a step method, ie using a horizontal prismatic bar. The change of prisms in the 2 pD range to the prismatic bar was increased in 1 second. After correcting the measured heterophoria on the Schober's LCD optotype, the fusion reserve sizes were again measured after a five minute adaptation period to prismatic correction glasses in the same way as before heterophoria correction. For distance and positive fusion reserves, break and recovery points were detected and recorded. These measured values were then statistically processed and evaluated according to the paired Student's t-test.



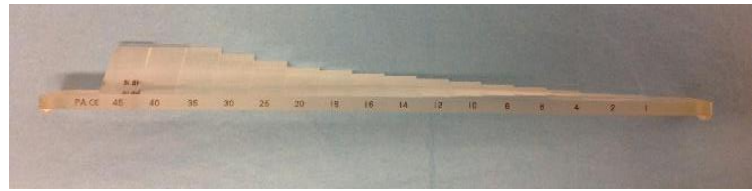
Pic. 4: Center of Eye and Aesthetic Medicine Ottlens



Pic. 5: Optometrist examination room



Pic. 6: Schober test



Pic. 7.: Horizontal prismatic bar



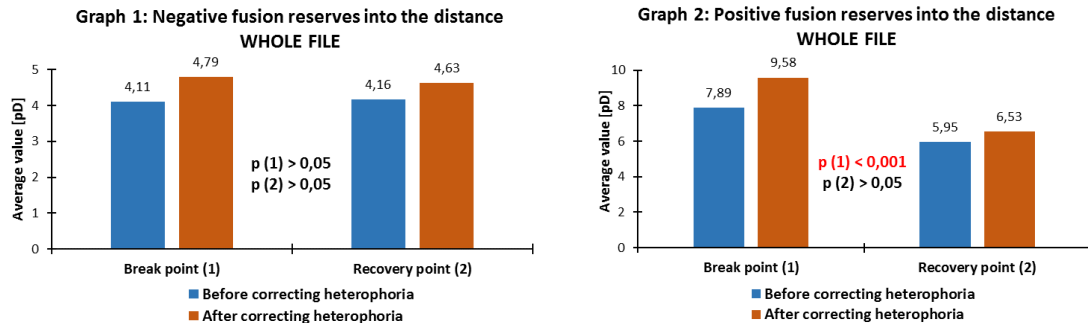
Pic. 8: LCD optotype

Measurement results

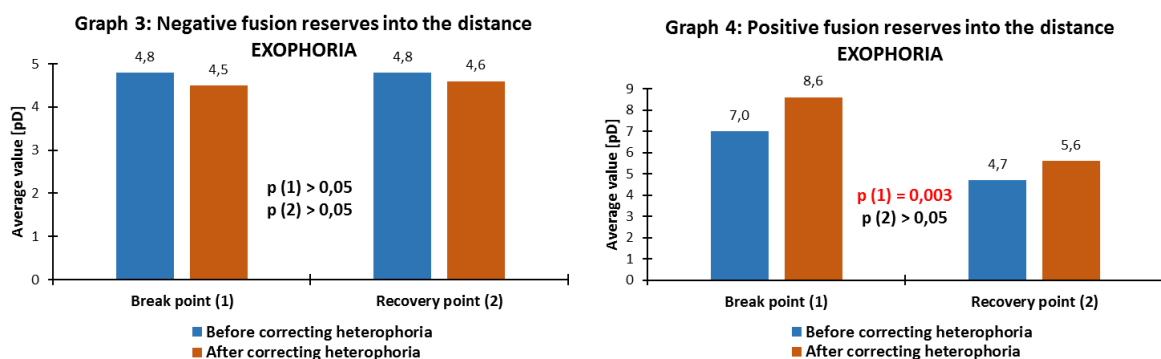
I always recorded the measured results in two simple graphs, where one graph was for negative fusion reserves and the other for positive fusion reserves. The first pair of graphs was for the whole set of measured persons, the second for the measured persons with exophoria and the third for persons with esophoria. We always compare break and recovery points before and after heterophoria correction.

Thus, graph one and two discuss the negative and positive long-range fusion reserves for the whole set of people being measured. Both graphs show that there is a moderate increase in the mean of the break point and recovery point after heterophoria correction. For negative fusion reserves, the mean break point is 4.11 pD before correcting the heterophoria, and after correcting the heterophoria, the mean value is increased to 4.79 pD. At the recovery point, this is an analogous change, where for the recovery point its mean value is 4.16 pD before correcting the heterophoria and 4.63 pD after correcting the heterophoria. However, neither is a statistically significant change. Positive fusion reserves have a statistically significant change at the break point. Before correcting the heterophoria, the mean value is 7.89 pD and after correcting the mean value is increased to 9.58 pD. However, at the recovery point, there is no statistically significant change again, since the mean value before correcting the heterophoria is 5.95 pD and it increases to just 6.53 pD after heterophoria correction. Despite the fact that the increase in NFR and PFR after correcting heterophoria and the adaptation time of five

minutes for prismatic lenses occurs, I could say that the second working hypothesis is valid, but since it is not yet statistically significant differences in all the monitored parameters, I cannot to do.

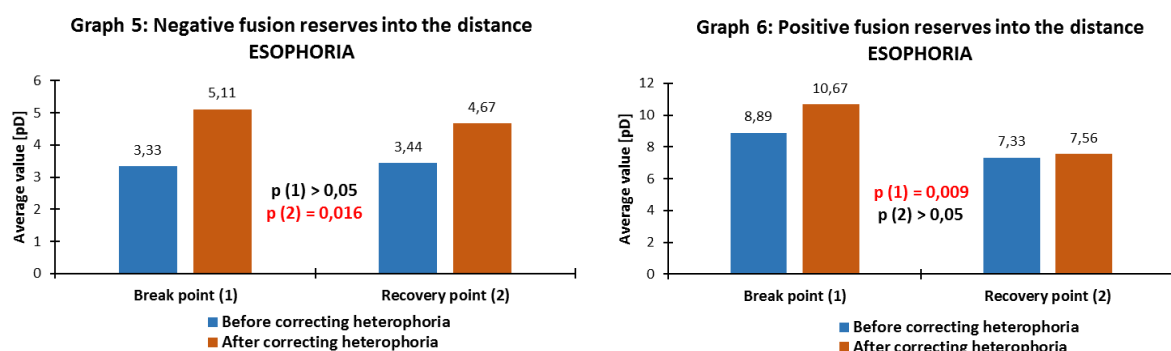


Graph number three and four refers to the negative and positive long-range fusion reserves for people with directional heterophoria - exophoria. Graph 3 shows that the negative fusion reserves are decreasing after exophoria correction. Unfortunately, this is not a statistically significant change for the break point or the recovery point. For this reason, for the time being, I cannot call my third working hypothesis valid. For the break point, the mean value before correction is 4.80 pD and after correcting the exophoria 4.50 pD. For the recovery point, the mean value prior to correcting is 4.80 pD and after correcting the exophoria 4.60 pD. Graph 4 again shows an increase in the positive fusion reserves after correcting the exophoria. For the break point, the mean value is 7.00 pD before correction and 8.60 pD after correction. This is a statistically significant difference. For the recovery point, the mean value is increased from 4.70 before correcting to 5.60 pD after exophoria correction. However, this is not a statistically significant difference. Despite the fact that the break point has a statistically significant change, however, for the recovery point this phenomenon does not occur, I cannot describe my first working hypothesis as valid. However, these positive fusion reserves concern only a portion of the population examined, specifically only those with exophoria.



And this brings us to the last pair of graphs number five and six, when we compare the

change of positive and negative fusion reserves in persons before and after correcting the directional heterophoria - esophoria. Graph Five refers to negative fusion reserves where the break point increases the mean value from 3.33 pD before correcting to 5.11 pD after correcting the esophoria. This is not a statistically significant change. However, at the recovery point, there is a statistically significant change, with its mean value increasing from 3.44 pD before correcting for 4.67 pD after esophoria correction. Finally, the last graph, ie. the sixth graph, deals with positive fusion reserves, where the average value of the break point before correcting is 8.89 pD and 10.67 pD after esophoria correction. This is a statistically significant difference. At the recovery point, the mean value prior to correction is 7.33 pD, and after esophoria correction, it is increased to 7.56 pD, but is not a statistically significant difference. These positive fusion reserves also include the second part of the study - esophoria patients. However, there is an analogous trend, as was the case with positive fusion reserves in patients with exophoria, and for this reason, for the time being, I still cannot call my first working hypothesis valid.



Discussion

The research shows that some changes in the size of fusion reserves occur after correcting heterophoria. However, due to the fact that so far no statistically significant difference has been demonstrated in all monitored parameters, it is not possible to determine the exact dependence on the directional type of heterophoria into the distance and the range of horizontal fusion reserves in the distance. The research will continue and will try to define this dependence further and more precisely.

I believe that the negative fusion reserves should be reduced in the exophoria and, however, the positive fusion reserves will be reduced in the case of esophoria. I assume this statement based on a study by Mgr. Pavel Kříž, Ph.D., who, in his PhD thesis in 2017, points to the relationship between the directional type of heterophoria and the extent of horizontal fusion

reserves. It was the relationship between the negative fusion reserves and the exophoria, when there was a slight decrease in NFR after correction of the exophoria. Unfortunately, this was not a statistically significant difference. Furthermore, there was a slight increase in NFR in esophoria.

Furthermore, research could demonstrate a significant increase in the range of opposition fusion reserves to compensate for horizontal heterophoria. Thus, for exophoria, it should be extended by compensating positive fusion reserves and extended by compensatory negative fusion reserves for esophoria. Another benefit of this research could be the determination of expected bifurcation points and the recombination point for negative and positive fusion reserves for persons with exophoria and esophoria.

In the following table, I would like to compare my research with that of Mr Scheiman and Mr Wick in 2008, and in particular I would like to compare the average values of break and recovery points for the NFR and the PFR. The first two columns relate to values without correcting the directional heterophoria because the heterophoria was not corrected beforehand in the study, and in the third column for the same investigated value, but after heterophoria correction.

Author of the study		Scheiman a Wick 2008	Haasová 2019	Haasová 2019	
Distance	NFR	break [pD]	7.00	4.11	4.79
		recovery [pD]	4.00	4.16	4.63
	PFR	break [pD]	11.00	7.89	9.58
		recovery [pD]	7.00	5.95	6.53

Tab. 3: Comparison of my research with foreign studies

In the first part of this work, the reader was introduced to the concepts of heterophoria and fusion reserves. Compensated and decompensated heterophoria, directional types of heterophoria and possible symptoms of heterophoria were described. In the case of fusion reserves, the difference between the negative and positive fusion reserves, the calculation of the amount of prismatic dioptres needed to correct the forms, and the expected values of the negative and positive fusion reserves were described.

The main aim of the research part of this work was to compare the size of the fusion reserves before and after the correction of heterophoria. Among the chapters of the research part of this work were: the research methodology itself and familiarization with the sample, followed by measurement results, which were based on statistical analysis and recorded in simple graphs

and described in more detail. The final chapter was devoted to the discussion, which evaluated the data obtained so far, described the expected results of the research in the future and compared the study on a similar topic. Specifically, it was one Czech (PhD thesis Pavel Kříž, Ph.D., 2017) and one foreign study (Scheiman and Wick, 2008).

To conclude, I would like to point out and confirm the fact that it is important to correct heterophoria in patients who have some type of directional heterophoria, even if they are small in size, because it could just increase fusion reserves and thus increase their visual comfort.

LIST OF USED LITERATURE

- [1] HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*. Vyd. 2., dopl. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 80-7013-207-8.
- [2] BENEŠ, Pavel. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [3] KŘÍŽ, Pavel. *Binokulární korekce, měření a korekce heteroforií metodou MKH* [online]. B.m. [vid. 2018-02-25]. Doctoral thesis, 2017. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/176794/lf_d/
- [4] HAASOVÁ, Ilona. *Anomálie binokulárního vidění*. Brno, 2018. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně. Lékařská fakulta. Vedoucí práce Mgr. Gabriela Spurná.
- [5] HÁJKOVÁ, Šárka. *Porovnání rozsahu fúzních vergencí při využití plynulé a krokové metody měření*. Brno, 2018. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně. Lékařská fakulta. Vedoucí práce Mgr. Pavel Kříž, Ph.D.
- [6] SCHEIMAN, Mitchell a Bruce WICK. *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, c2008. ISBN 978-0-7817-7784-1.

Bc. Kateřina Malá^{1,2}, MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.^{1,2}

Fotoscreening amblyogenních faktorů v dětské populaci

1 Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

2 Centrum dětské oftalmologie BINOCULAR s.r.o., Litomyšl

Anotace

Tento příspěvek pojednává o fotoscreeningu amblyogenních faktorů v dětské populaci. V první části se zaměřuje na definici některých amblyogenních faktorů a také na bližší popis dvou fotoscreeningových přístrojů, které jsou v současnosti dostupné v České republice a jsou také využívány v rámci výzkumu. Navazující výzkum se zabývá přesností jednotlivých přístrojů ve stanovení indikace následného strabologického vyšetření a také subjektivním hodnocením práce s jednotlivými fotoscreeningovými přístroji samotným vyšetřujícím.

Klíčová slova

Fotoscreening, amblyogenní faktor, dětská populace.

Fotoscreening je v současnosti poměrně hojně využívanou metodou k časnému záchytu některých amblyogenních faktorů v dětské populaci. V České republice se obvykle provádí u dětí předškolního věku (v mateřských školách, v ordinacích dětských praktických lékařů atp.). Existuje i několik různých fotoscreeningových přístrojů, které lze k tomuto účelu využít.

Amblyogenní faktory

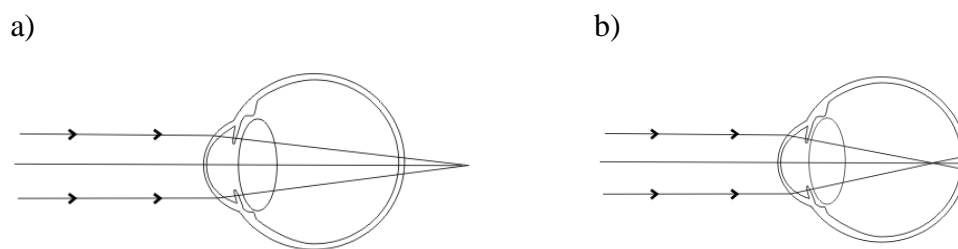
Pojem „amblyogenní faktory“ představuje skupinu takových patologických stavů, které mohou u určitých dětí vést k následnému vzniku amblyopie (tupozrakosti). Je zcela zřejmé, že je velmi důležité tyto amblyogenní faktory v dětské populaci dostatečně sledovat, například právě prováděním fotoscreeningu dětské populace. A to z toho důvodu, aby mohla být zahájena adekvátní léčba amblyopie co možná nejdříve, resp. v co nejmladším věku pacienta.

Z literatury, ale i z běžné klinické praxe, vyplývá, že čím dříve je léčba tupozrakosti zahájena, tím větší je pravděpodobnost na její úplné vyléčení.

V následujících odstavcích budou popsány některé patologické stavy, které mohou vést ke vzniku amblyopie a to: sférická ametropie, astigmatismus, anizometropie a strabismus.

Sférická ametropie

Ametropie neboli refrakční vada oka popisuje stav, kdy se obraz pozorovaného předmětu nevytváří přesně na sítnici, ale buď před nebo za ní. O sférické ametropii hovoříme ve chvíli, kdy rovnoběžné paprsky vstupující do oka vytváří obraz fixovaného předmětu v jednom místě, ale ne přímo na sítnici. Podle polohy obrazu rozlišujeme hypermetropii (dalekozrakost) nebo myopii (krátkozrakost) (viz Obr. 1). Sférická ametropie obecně vzniká na podkladě neadekvátního poměru mezi axiální délkou oka a lomivostí optického systému oka. Pokud by tento poměr byl optimální, jednalo by o tzv. emetropické oko. [1]



Obr. 1: Schématické zobrazení místa vytvoření obrazu u a) hypermetropie a

b) myopie [10, 11]

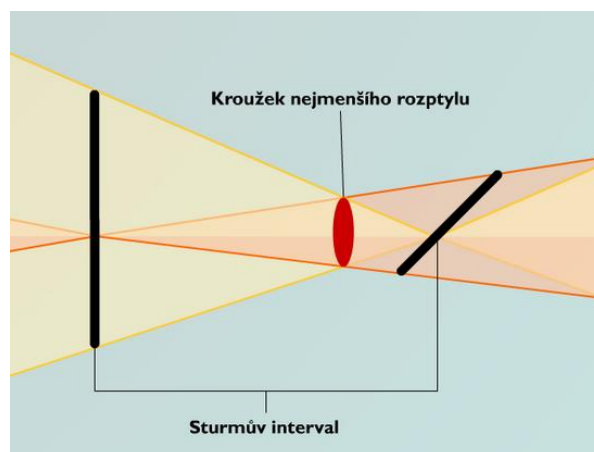
Pokud je axiální délka oka relativně menší nebo pokud je optická mohutnost oka relativně nižší, a to z nejrůznějších důvodů, hovoříme o hypermetropii. Dalekozrakost představuje tzv. sférickou refrakční vadu – rovnoběžné paprsky vstupující do oka se protínají v jednom ohnisku za sítnicí. Většina dětí se rodí hypermetropických, ale s postupným tělesným růstem a potažmo i s růstem oka u nich dochází k tzv. procesu emetropizace. [1]

Naopak pro myopii je charakteristická relativně větší axiální délka oka nebo relativně vyšší optická mohutnost očního systému. Krátkozrakost patří také do skupiny sférických refrakčních vad, přičemž rovnoběžné paprsky vstupující do oka tvoří jedno ohnisko před sítnicí. [1]

Vyšší monokulární nebo binokulární ametropie, ať již hypermetropická nebo myopická, může být významným amblyogenním faktorem. Pokud je vyšší ametropie neléčená, vede ke vzniku útlumu (suprese) jednoho/obou očí a následně ke vzniku amblyopie, protože mozek není schopen spojit dva poměrně odlišné vjemy pravého a levého oka v jeden zrakový vjem. Tento druh amblyopie může být přítomen pouze na jednom oku nebo i na obou očích současně (při binokulárně vysoké refrakční vadě). V literatuře se takováto amblyopie označuje jako ametropická. [3]

Astigmatismus

Astigmatismus představuje asférickou refrakční vadu. Asférickou z toho důvodu, že se optická mohutnost oka v jednotlivých meridiánech (osách, rovinách) liší. Při průchodu rovnoběžného světelného paprsku do oka dochází k tomu, že se paprsek nelomí do jednoho ohniska, ale vytváří ohnisek více. Rozlišujeme dvě hlavní ohniska (horizontální a vertikální) mezi kterými se nachází kroužek nejmenšího rozptylu. Oblast od horizontálního po vertikální ohnisko se označuje jako tzv. Sturmův konoid nebo Sturmův interval (viz Obr. 2). [1, 4]



Obr. 2: Sturmův interval [12]

Astigmatismus je možné dělit podle několika různých hledisek. Jedním z možných dělení je rozdělení na astigmatismus fyziologický a patologický. Fyziologický astigmatismus může dosahovat až hodnot 1 D a je obvykle způsoben tlakem víček na bulbus, resp. rohovku. Tím pádem není bulbus ideálně kulatý, ale je lehce deformovaný, což způsobuje vyšší zakřivení ve vertikálním meridiánu. Patologický astigmatismus dosahuje vyšších dioptrických hodnot a je způsoben nejrůznějšími patologickými procesy – např. úrazem oka (penetrujícím nebo perforačním poranění oka a následným jizvením především v oblasti rohovky, poleptáním kyselinou nebo zásadou, ...), keratokonem, subluxací oční čočky atp. Dalším možným dělením astigmatismu je na rohovkový, čočkový a celkový. Podle vzájemného úhlu, který svírají dva hlavní meridiány je možné astigmatismus dělit na pravidelný (hlavní meridiány svírají úhel 90 °) a nepravidelný (hlavní meridiány svírají úhel jiný než 90 °). Nepravidelný astigmatismus není možné korigovat pouze brýlovými skly, je nutné použít jinou metodu korekce (např. kontaktní čočky atp.). Jak bylo uvedeno výše, dvě hlavní ohniska mohou mít různou polohu vzhledem k sítnici. Podle polohy hlavních ohnisek rozlišujeme astigmatismus jednoduchý, složený a smíšený. U jednoduchého astigmatismu se jedno ohnisko nachází na sítnici (je tzv. emetropické) a druhé se nachází buď před sítnicí (je tzv. myopické) nebo za sítnicí (je tzv. hypermetropické). U složeného astigmatismu se obě ohniska nachází buď před sítnicí (tzv. myopický složený astigmatismus) nebo za sítnicí (tzv. hypermetropický složený astigmatismus). Smíšený astigmatismus představuje stav, kdy se jedno ohnisko nachází před sítnicí a druhé za sítnicí. Podtypem smíšeného astigmatismu je tzv. ryze smíšený astigmatismus, kdy se kroužek nejmenšího rozptylu nachází na sítnici a současně jsou obě ohniska stejně vzdálena od sítnice. Posledním možným dělením astigmatismu podle orientace více lomivého meridiánu je na astigmatismus přímý (podle pravidla), nepřímý (proti pravidlu) a šikmých os. Astigmatismus přímý má více lomivý meridián orientovaný přibližně v 90 °. Astigmatismus nepřímý má více lomivý meridián orientovaný v cca 0 °, resp. 180 °. U astigmatismu šikmých os leží hlavní meridiány přibližně v 45 ° a 135 °. [1, 4]

I astigmatismus představuje poměrně významný amblyogenní faktor, který může vést, pokud není adekvátně korigovaný, ke vzniku tzv. meridionální amblyopie. Většinou amblyopii způsobuje vyšší vrozený astigmatismus, který může být na jednom nebo na obou očích. [3]

Anizometropie

Anizometropie charakterizuje stav, kdy není hodnota refrakce na obou očích stejná. Slovo „anizometropie“ je řeckého původu a je vytvořeno složením několika slov a to: *an* – ne, *iso* – stejná, *metr* – míra a *opia* – vidění, tedy „nestejná míra vidění“, což velmi dobře charakterizuje samotnou podstatu anizometropie. [1, 2, 5, 8]

Z literatury i provedených studií vyplývá, že prakticky u všech lidí najdeme jistý stupeň anizometropie, jinými slovy řečeno – prakticky u žádného člověka nenajdeme zcela shodnou hodnotu refrakce pravého a levého oka. Je ale důležité zmínit, že mírný stupeň anizometropie člověku obvykle nepůsobí větší vizuální potíže. Uvádí se, že rozdíl 0,25 D mezi refrakční hodnotou pravého a levého oka působí změnu velikosti sítnicového obrazu o velikosti 0,5 %. Rozdíl ve velikosti sítnicových obrazů se nazývá anizeikonie. Autrata ve své knize Nauka o zraku uvádí, že 5 % rozdíl ve velikosti sítnicových obrazů (resp. rozdíl 2,5 D mezi refrakcí pravého a levého oka) představuje hranici pro udržení jednoduchého binokulárního vidění (JBV). [1, 2, 5, 8]

U oka s vyšší dioptrickou vadou (v porovnání s dioptrickou vadou oka druhého) je určitá pravděpodobnost vzniku suprese a následné amblyopie. Většinou k tomuto procesu dochází až při vyšších rozdílech v refrakci mezi pravým a levým okem. Amblyopie vzniklá z důvodu nestejně refrakce mezi pravým a levým okem se označuje jako anizometropická. [2, 3]

Strabismus

Strabismus neboli šilhání, představuje stav, kdy se pohledové osy obou očí neprotínají přesně ve fixovaném bodě, ale jedna nebo obě se odchylují. Šilhání v nejzákladnějším dělení rozlišujeme na manifestní a latentní. Manifestní šilhání se v literatuře označuje jako heterotropie nebo zkráceně tropie. Pro latentní šilhání se používá synonymní termín heteroforie nebo zkráceně forie. [3]

Podle směru odchýlení oka/očí rozdělujeme šilhání na konvergentní (oko/oči se odchylují směrem nazálním/dovnitř a hovoříme o tzv. esofoirii/tropii), divergentní (oko/oči se odchylují směrem temporálním/ven a hovoříme o tzv. exofoirii/tropii) a vertikální (pravé oko se odchyluje směrem nahoru a levé směrem dolů a hovoříme o tzv. hyperfoirii/tropii pravého oka nebo pravé oko se odchyluje směrem dolů a levé směrem nahoru a hovoříme o tzv. hypoforii/tropii pravého oka). Zvláštním případem je tzv. cykloforie/tropie, která se hodnotí

podle stáčení meridiánu 12. hodiny (meridián oka nacházející se v 90 °). Pokud se tento meridián stáčí směrem k nosu vyšetřovaného, jedná se o incykloforii/tropii. Naopak stáčí – li se tento meridián směrem ke spánku vyšetřovaného, je diagnostikována excykloforie/tropie. Šilhání můžeme dále dělit na monokulární/jednostranné (přítomné pouze na jednom oku) nebo alternující (přítomné střídavě na pravém i levém oku). [3]

Jako amblyogenní faktor působí především manifestní šilhání, nezávisle na směru odchýlení oka/očí. Je to proto, že na uchýleném oku dopadá obraz fixovaného předmětu na disparátní místo na sítnici (tedy mimo *fovea centralis*) a následně není možné spojení vjemu pravého a levého oka v mozku. Pokud není tento stav nijak terapeuticky řešen, může po určité době dojít k supresi *fovea centralis* uchýleného oka/očí a následně až k jednostranné/oboustranné amblyopii, která je označována jako tzv. strabická. [3]

Fotoscreening amblyogenních faktorů

V současné době je v České republice k dispozici několik různých přístrojů, které lze použít k fotoscreeningu amblyogenních faktorů v dětské populaci. Je to například přístroj Welch Allyn Spot Vision Screener nebo přístroj Plusoptix Vision Screener. V následujících odstavcích budou oba tyto přístroje blíže popsány.

Welch Allyn Spot Vision Screener

Tento přístroj patří mezi binokulární autorefraktometry a pracuje na principu IR (infrachervené) fotoretinoskopie a excentrické fotorefrakce. Pomocí tohoto přístroje je možné zjistit objektivní hodnoty refrakce vyšetřovaného (hodnota sféry, cylindru, osy cylindru a sférického ekvivalentu). Dále tento přístroj dokáže změřit pupilometrii, pupilární distanci (zkratka PD) a také pohledový směr, resp. úhel šilhání v reálném čase. [7]

Welch Allyn Spot Vision Screener je možné použít nejen u dětí, ale například i u postižených nebo jinak nespolupracujících pacientů. Jedná se totiž o neinvazivní vyšetření, které je bezkontaktní (probíhá na vzdálenost cca 1 m) a také při tomto vyšetření není nutné použít cykloplegika. Samotné fotoscreeningové vyšetření je provedeno během několika sekund a pro vyšetřovaného je poměrně atraktivní, protože přístroj disponuje zvukovými i světelnými efekty, které slouží k lepšímu udržení pozornosti vyšetřovaného, a tedy i k lepší fixaci. Je

doporučováno provádět vyšetření v šeru, a to z toho důvodu, aby u vyšetřovaného bylo dosaženo co možná největšího rozšíření zorniček a tím pádem i co nejpřesnějších výsledků celého fotoscreeningového vyšetření. Celé vyšetření je vhodné provádět binokulárně, nicméně přístroj nabízí i možnost volby monokulárního režimu, pokud z nějakých důvodů nelze provést vyšetření binokulárně. [7]

Přístroj Welch Allyn Spot Vision Screener disponuje poměrně širokým měřicím rozsahem. Dokáže změřit sférickou hodnotu refrakce v rozsahu od $-7,50$ D do $+7,50$ D. Dále dokáže změřit cylindrickou část refrakce v rozsahu od $-3,0$ D do $+3,0$ D a rozsah osy cylindru od 1 st. do 180 st.. Jak již bylo uvedeno výše, kromě měření refrakce dokáže tento přístroj změřit i pupilometrii, tedy velikost zornice, a to v rozsahu velikosti od 4 mm do 9 mm. Dále dokáže změřit i PD a to v měřicím rozsahu od 35 mm do 80 mm. [7]

Plusoptix Vision Screener

Plusoptix Vision Screener je v mnoha ohledech podobný přístroji Welch Allyn Spot Vision Screener – co se týká principu měření, měřených parametrů, průběhu měření atd.

Ale přesto můžeme mezi těmito dvěma přístroji nalézt určité rozdíly. Jedním z nich je například použití odlišných zvukových a světlených efektů, které slouží k udržení pozornosti i fixace vyšetřovaného. Plusoptix Vision Screener používá především zvukové signály (připomínající houkání automobilu). I měřicí rozsah tohoto přístroje je lehce odlišný než u přístroje Welch Allyn Spot Vision Screener. Přístroj Plusoptix Vision Screener má sférický měřicí rozsah od $-7,00$ D do $+5,00$. Cylindrický měřicí rozsah tohoto přístroje je od $-7,00$ D do $+5,00$ D. Pupilometrické měření je možné provádět v rozsahu velikosti zornice od 4 mm do 8 mm. [6]

V současnosti je možné se setkat se dvěma verzemi tohoto přístroje. Jedna je určena pro pediatrii a je označena oranžovým okrajem přímo na samotném přístroji. Tato verze přístroje je také schopna sama vyhodnotit výsledky fotoscreeningového vyšetření. Druhá verze přístroje je určena pro oční specialisty (dětské oční lékaře, optometry, ortoptisty, zrakové terapeuty atd.) a je označena zeleným okrajem a nemá v sobě integrované automatické vyhodnocení vyšetření. [6]

Metodika výzkumu

Metodika výzkumu spočívá v několika po sobě následujících krocích. První krok v sobě zahrnuje výběr vhodných subjektů, resp. dětských pacientů, u kterých má být provedena cykloplegie v rámci navazujícího běžného očního vyšetření dětským strabologem. Následně je s každým subjektem podepsán informovaný souhlas (zákonným zástupcem dítěte). Poté již následuje samotný fotoscreening každého dětského subjektu pomocí přístroje Welch Allyn Spot Vision Screener VS100 (softwarová verze 3.0.04.07) a pomocí přístroje Plusoptix Vision Screener A12C (který je určený pro oční specialisty). Po samotném fotoscreeningu je provedeno zaznamenání výsledků fotoscreeningového vyšetření pomocí obou přístrojů. Ke zhodnocení, zda je na základě naměřených screeningových hodnot nezbytné provést komplexní oční vyšetření, je použita tabulka Doporučené hraniční hodnoty refrakce pro detekci refrakčních vad dětského věku v České republice, která byla publikována v rámci studie Metody preventivního vyšetřování zraku se zaměřením na screening refrakčních vad u dětí přístrojem Plusoptix (publikované v roce 2015), byla schválena českými odbornými očními společnostmi a je v současnosti používána při fotoscreeningu např. v mateřských školkách atp. [9]

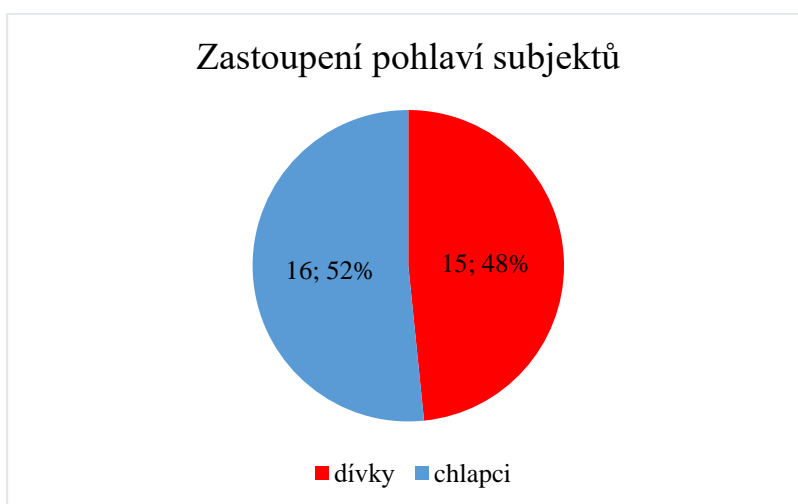
Poté vyšetřující vyplní krátký dotazník, skládající se ze čtyř krátkých otázek, v rámci kterých subjektivně porovnává práci s oběma fotoscreeningovými přístroji. Jednotlivé podotázky budou podrobněji popsány v kapitole Výsledky výzkumu. Bodování je u všech otázek stejné. Ten přístroj, který je subjektivně lépe hodnocený než ten druhý, získá v rámci konkrétní otázky 1 bod, a druhý přístroj tím pádem získá 0 bodů. Pokud jsou oba přístroje subjektivně hodnocené jako stejně dobré, tak oba získají 1 bod. Pokud jsou ale oba přístroje subjektivně hodnoceny jako stejně špatné, získají oba 0 bodů.

Po provedení všech výše uvedených kroků každý dětský subjekt podstoupí standardní vyšetření refrakční vady a strabismu v rámci běžného očního vyšetření provedeného dětským strabologem. V rámci tohoto vyšetření je u každého subjektu provedena i cykloplegie.

Všechna vyšetření subjektů tohoto výzkumu (fotoscreeningová vyšetření, komplexní oční vyšetření včetně cykloplegie atd.) probíhají v Centru dětské oftalmologie BINOCULAR, s.r.o., které se nachází v Litomyšli.

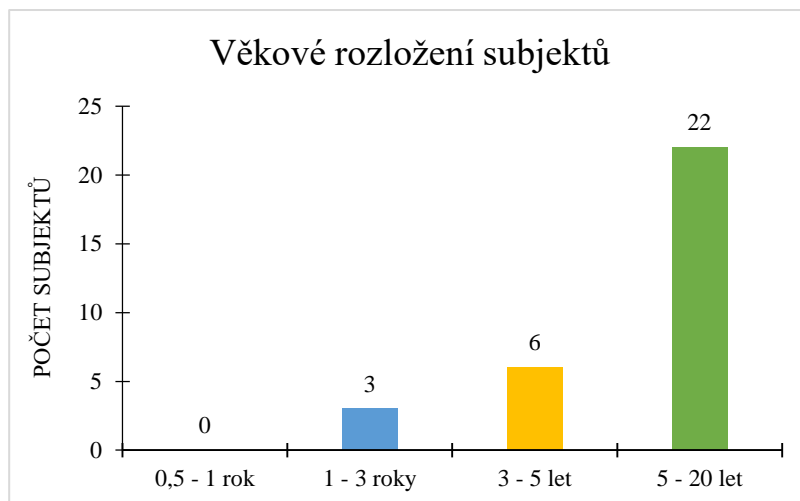
Výsledky výzkumu

Výzkumu se prozatím zúčastnilo celkem 31 subjektů (viz Graf č. 1). Z toho 16 chlapců (což představuje 52 % z celkového počtu subjektů) a 15 dívek (což představuje 48 % z celkového počtu subjektů).



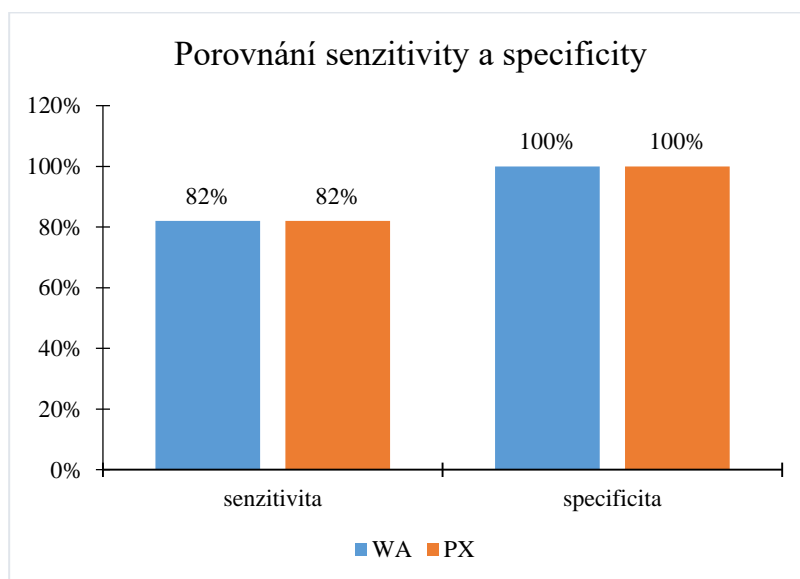
Graf č. 1: Zastoupení pohlaví subjektů ve výzkumu

Věkové rozložení jednotlivých subjektů výzkumu je znázorněno v grafu č. 2. Rozdělení do níže uvedených 4 skupin je zvoleno záměrně. Pražáková a Zobanová ve své studii nazvané *Metody preventivního vyšetřování zraku se zaměřením na screening refrakčních vad u dětí* přístrojem Plusoptix uvádí hraniční hodnoty refrakce při provádění fotoscreeningu v dětské populaci (viz výše) a používají rozdělení dětské populace právě do 4 skupin a to: od 0,5 roku do 1 roku věku, od 1 roku do 3 let věku, od 3 let do 5 let věku a od 5 let do 20 let věku. Stejně rozdělení subjektů je použito i v rámci tohoto výzkumu. V 1. skupině (0,5 – 1 rok) je prozatím 0 subjektů, ve 2. skupině (1 – 3 roky) jsou 3 subjekty, ve 3. skupině (3 – 5 let) je 6 subjektů a ve 4. skupině (5 – 20 let) je prozatím 22 subjektů. Nejmladšímu subjektu byl 1 rok a 1 měsíc a nejstaršímu subjektu bylo 14 let a 7 měsíců. [9]



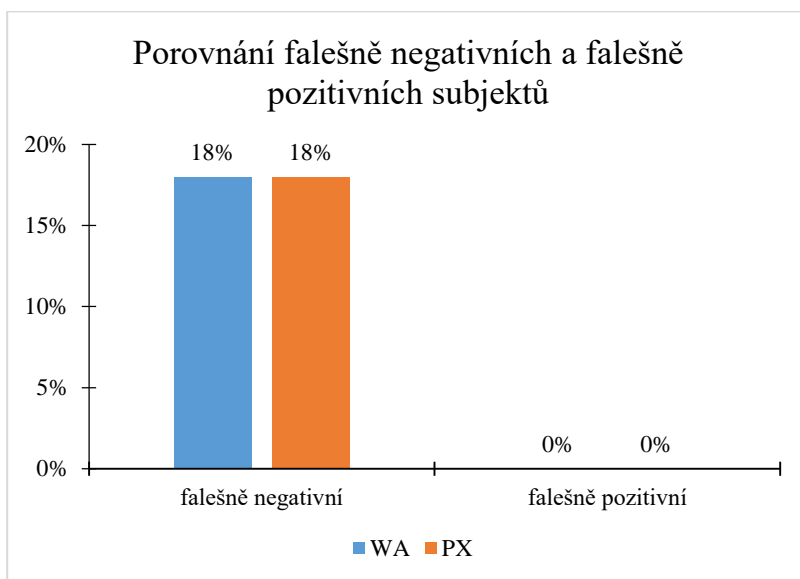
Graf č. 2: Věkové rozložení subjektů ve výzkumu

V grafu č. 3 (viz dále) je uvedeno porovnání senzitivity a specifity přístrojů Welch Allyn Spot Vision Screener (zkratka WA) a Plusoptix Vision Screener (zkratka PX). Jak je z grafu č. 3 patrné, tak prozatím z výzkumu vychází senzitivita pro přístroje WA a PX shodná, rovna 82 %. Specifita vychází pro oba přístroje také shodná (tj. o hodnotě 100 %).



Graf č. 3: Porovnání senzitivity a specifity přístrojů Welch Allyn Spot Vision Screener a Plusoptix Vision Screener

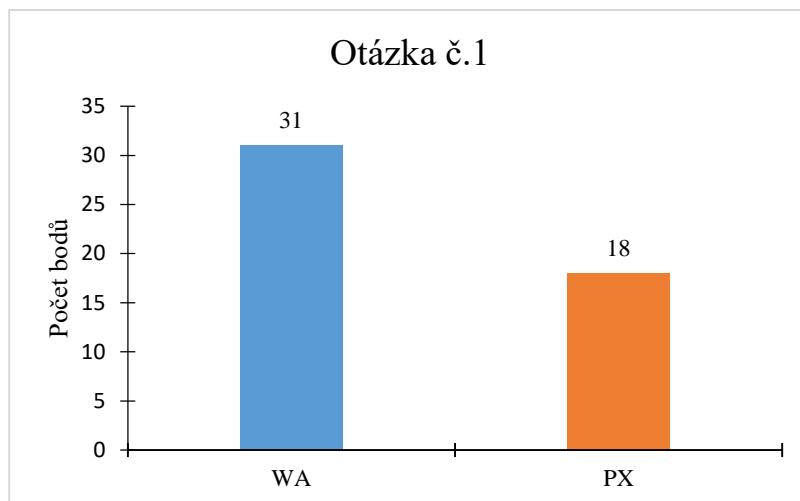
Graf č. 4 znázorňuje porovnání počtu (resp. procentuálního vyjádření) falešně negativních a falešně pozitivních subjektů v rámci měření pomocí jednotlivých přístrojů. Jak je z grafu č. 4 patrné, tak oba přístroje prozatím generují stejný počet falešně negativních i falešně pozitivních subjektů. Falešně negativních subjektů je prozatím 18 % z celkového počtu subjektů a falešně pozitivních subjektů je prozatím 0 %.



Graf č. 4: Porovnání falešně negativních a falešně pozitivních subjektů generovaných při vyšetření pomocí přístrojů Welch Allyn Spot Vision Screener a Plusoptix Vision Screener

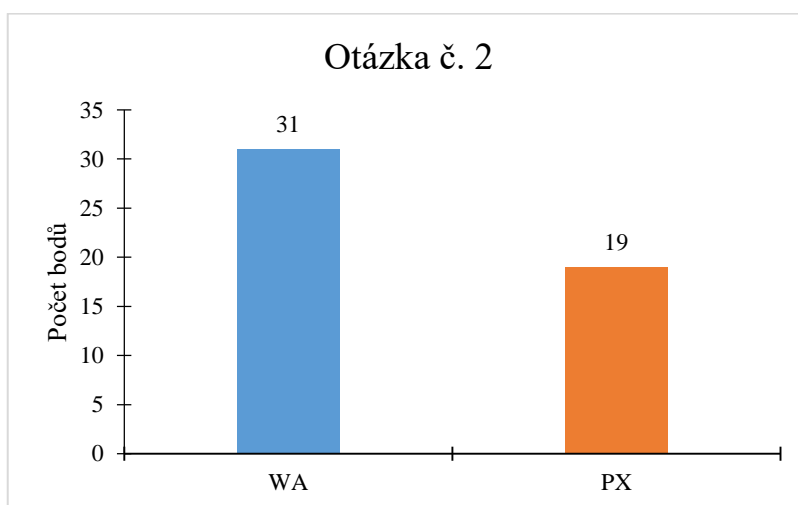
Protože se prozatím výzkumu zúčastnilo celkem 31 subjektů, je maximum bodů, které může konkrétní přístroj „získat“ v rámci subjektivního hodnocení, rovno hodnotě 31.

První otázka dotazníku se týká zhodnocené jednoduchosti manipulace s přístrojem jako takovým (např. ovládání přístroje, ukládání dat atd.). Grafické znázornění výsledků otázky č. 1 je uvedeno v grafu č. 5.



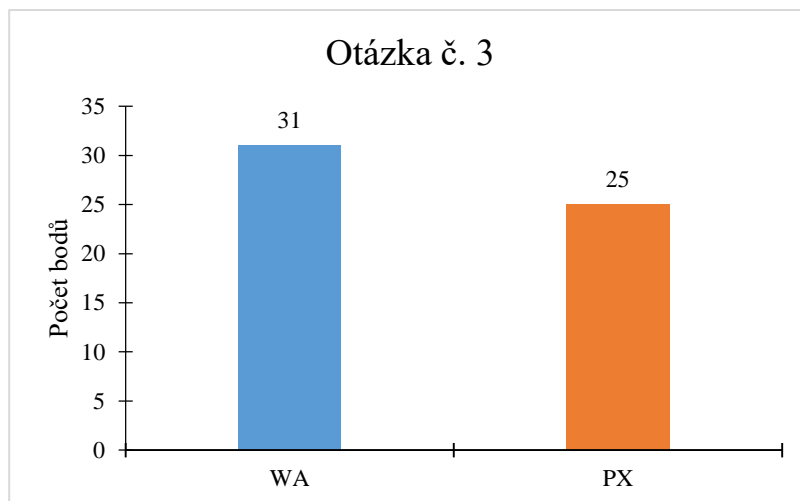
Graf č. 5: Otázka č. 1

Druhá otázka dotazníku se týká zhodnocení rychlosti samotného měření konkrétním přístrojem. Grafické znázornění výsledků otázky č. 2 je uvedeno v grafu č. 6.



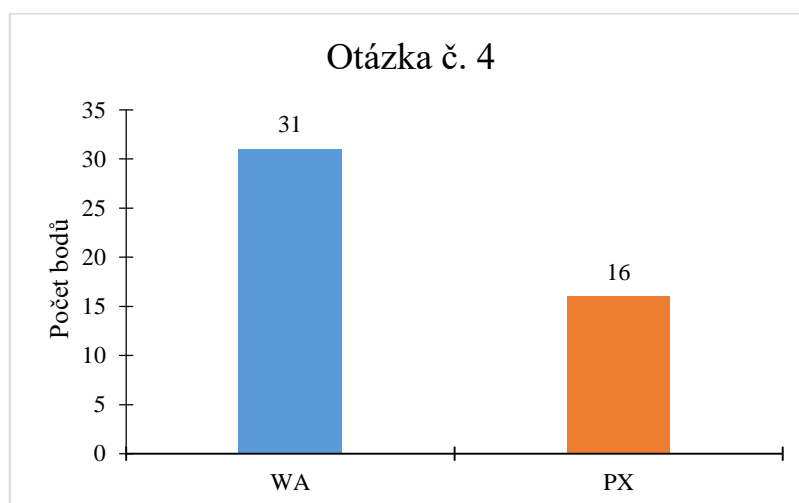
Graf č. 6: Otázka č. 2

Třetí otázka dotazníku se týká zhodnocení jednoznačnosti a srozumitelnosti výsledků měření pomocí konkrétním přístrojem. Grafické znázornění výsledků otázky č. 3 je uvedeno v grafu č. 7.



Graf č. 7: Otázka č. 3

Čtvrtá otázka dotazníku se týká zhodnocení celkového dojmu z práce s konkrétním přístrojem. Grafické znázornění výsledků otázky č. 4 je uvedeno v grafu č. 8.



Graf č. 8: Otázka č. 4

Z jednotlivých grafů je patrné, že subjektivně je vyšetřujícím lépe hodnocena práce s přístrojem Welch Allyn Spot Vision Screener. Což může být do jisté míry způsobeno tím, že doposud měření pomocí fotoscreeningových přístrojů prováděla především jedna osoba. Tento nedostatek je ale plánováno v rámci provádění dalších fotoscreeningových měření napravit. Protože by tyto měření měli částečně provádět ještě i další zaměstnanci Centra dětské

oftalmologie BINOCULAR, s.r.o., čímž by mělo dojít k získání objektivnějších výsledků dotazníkového šetření.

Fotoscreeningové vyšetření představuje důležitou součást včasného zachytu amblyogenních faktorů v dětské populaci. Je také velmi důležité, aby vyšetřující provádějící toto vyšetření byl odborníkem v této problematice a mohl rodičům dítěte poskytnout odborné rady týkající se jak samotného vyšetření, tak i případného následného doporučení komplexního očního vyšetření.

Z provedeného výzkumu prozatím vyplývá, že oba zmíněné fotoscreeningové přístroje mají velmi vysokou specifitu a také, že negenerují falešně pozitivní pacienty. Senzitivita vychází rovna 82 % pro oba dva přístroje a počet falešně negativních subjektů vychází roven 18 % pro oba dva přístroje. Subjektivně je ale při samotném fotoscreeningovém měření vyšetřujícím lépe hodnocen přístroj Welch Allyn Spot Vision Screener než přístroj Plusoptix Vision Screener, co se týká rychlosti měření, srozumitelnosti výsledků, celkového dojmu z práce s přístrojem atd. Je ale samozřejmě možné, že při dalším výzkumném měření (tedy při rozšíření výzkumného souboru subjektů) se budou jednotlivé výsledky výzkumu měnit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knížní zdroje

[1] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vydání 3., přepracované. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004, 96 s. ISBN 80-7013-402-x.

[2] AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002, 225 s. ISBN 80-7013-362-7.

[3] HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*. Vydání 3., nezměněné. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011, 162 s. ISBN 978-80-7013-530-3.

[4] MESLIN, Dominique. *Praktická refrakce*. Paříž: Essilor Academy Europe, 2006, 54 s. ISBN 979-10-90678-22-4.

Akademické práce

[5] MALÁ, Kateřina. *Možnosti korekce anizometropie a iatrogenní presbyopie u dětského pacienta po operaci kongenitální jednostranné katarakty*. Brno, 2018. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce MUDr. Miroslav Dostálek, Ph. D.

Návody k přístrojům

[6] *Přenosný pediatrický autorefraktor Plusoptix A12C a A12R: Uživatelská příručka*. Německo, 2016.

[7] *Welch Allyn Spot Vision Screener Model VS100: Návod k použití*. New York, 2016.

Elektronické zdroje

[8] ANTON, Milan. Problematika anizometropie. *4oci.cz* [online]. 2006 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: http://www.4oci.cz/problematika-anizometropie_4c332.

[9] PRAŽÁKOVÁ, Lenka a Anna ZOBANOVÁ. Metody preventivního vyšetřování zraku se zaměřením na screening refrakčních vad u dětí přístrojem Plusoptix. *Pediatric pro praxi* [online]. 2015, 16(3), s. 183 – 186, [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-201503-0012_Metody_preventivniho_vysetrovani_zraku_se_zamerenim_na_screening_refrakcnich_vad_u_deti_pristrojem.php.

[10] Schématické zobrazení místa vytvoření obrazu u hypermetropie. *Wikipedie* [online]. 2019 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dalekozrakost>.

[11] Schématické zobrazení místa vytvoření obrazu u myopie. *Wikipedie* [online]. 2019 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%A1tkozrakost>.

[12] Sturmův interval. *Základy metod korekce refrakčních vad* [online]. 2016 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js16/refrakcni_vady/web/pages/04-rozdeleni-metod.html.

Bc. Kateřina Malá^{1,2}, MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.^{1,2}

Photoscreening of amblyogenic factors in child population

1 Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

2 BINOCULAR s.r.o., Center of Paediatric Ophthalmology, Litomyšl

Annotation

This contribution deals with photoscreening of amblyogenic factors in the child population. The first part focuses on the definition of some amblyogenic factors and on a more detailed description of two photoscreening devices that are currently available in the Czech Republic and they are also used in the research. The follow-up research focus on the accuracy of the devices to determine the indications of subsequent strabological examination and also subjective review of work with photoscreening devices by the investigator herself.

Key words

Photoscreening, amblyogenic factors, child population.

Photoscreening is currently a widely used method for early detection of some amblyogenic factors in the child population. It is usually done in pre-school children in the Czech Republic (in kindergartens, in GPs, etc.). There are also several different photoscreening devices that can be used for this purpose.

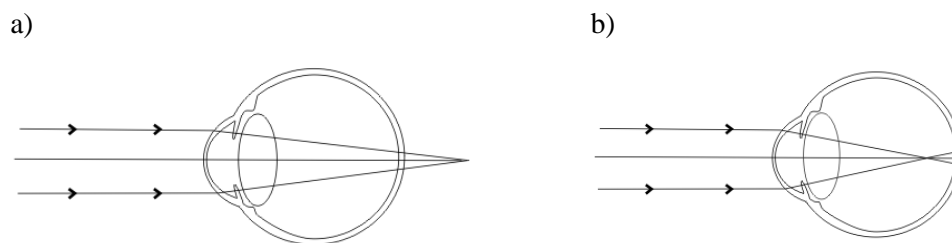
Amblyogenic factors

The term "amblyogenic factors" refers to a group of pathological conditions that may lead to the development of amblyopia in certain children. Obviously, it is very important to monitor these amblyogenic factors in the child population, for example by carrying out photoscreening of the child population. This is so that adequate amblyopia treatment can be started as soon as possible, respectively at the youngest age of the patient. From literature, but also from common clinical practice, it follows that the sooner the treatment of amblyopia is initiated, the more likely it is to cure it.

The following paragraphs describe some pathological conditions that can lead to amblyopia: spherical ametropia, astigmatism, anisometropia and strabismus.

Spherical ametropia

An ametropia or refractive error of the eye describes a condition where the image of an observed object is not formed precisely on the retina but either before or behind it. We speak of spherical ametropia when the parallel rays entering the eye form an image of a fixed object at one point but not directly on the retina. Depending on the position of the image, we distinguish hypermetropia or myopia (see Picture 1). Spherical ametropia generally arises from the inadequate ratio between the axial length of the eye and the refraction of the optical system of the eye. If this ratio is optimal, it would be the emetropic eye. [1]



Picture 1: Schematic representation of the place of image formation in a) hypermetropia and b) myopia [10, 11]

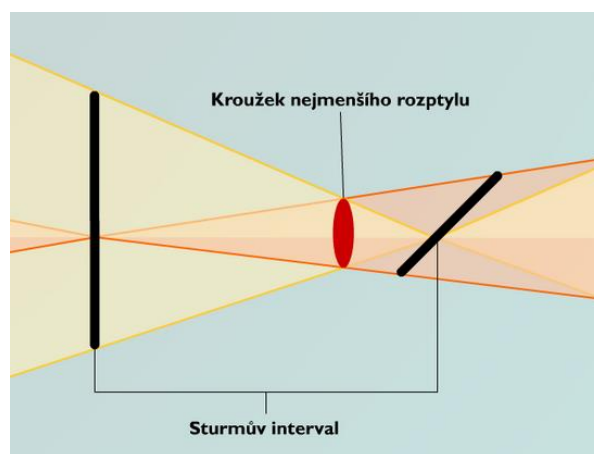
If the axial length of the eye is relatively smaller, or if the optical power of the eye is relatively lower for various reasons, we are talking about hypermetropia. Farsightedness is the so-called spherical refractive error - parallel rays entering the eye intersect at one point behind the retina. Most of the children are born hypermetropic, but with the gradual growth of the body and, consequently, with the growth of the eye, the so-called emetropization process occurs. [1]

In contrast, myopia is characterized by a relatively greater axial length of the eye or a relatively higher optical power of the ocular system. Myopia also belongs to a group of spherical refractive errors, so parallel rays entering the eye forming one focus point in front of the retina. [1]

Higher monocular or binocular ametropia, whether hypermetropic or myopic, may be a significant amblyogenic factor. If untreated, higher ametropia leads to the suppression of one / both eyes and consequently to the formation of amblyopia because the brain is unable to combine the two relatively different sensations of the right and left eye in one visual perception. This type of amblyopia can only be present on one eye or both eyes simultaneously (with binocular high refractive error). In literature, such amblyopia is referred to as ametropic. [3]

Astigmatism

Astigmatism is an aspherical refractive error. Aspherical because the optical power of the eye in the meridians (axes, planes) is different. When a parallel light beam passes through the eye, the beam does not break into one focus point but produces more focus points. There are two main focuses (horizontal and vertical) between which is the smallest dispersion ring. The area from horizontal to vertical focus is called Sturm conoid or Sturm interval (see Picture 2). [1, 4]



Picture 2: Sturm interval [12]

Astigmatism can be divided according to several different aspects. One possible division is physiological and pathological astigmatism. Physiological astigmatism can be as high as 1 D and is usually caused by the pressure of the eyelids on the bulbus, respectively on the cornea. Thus, the bulbus is not ideally round, but is slightly deformed, causing higher curvature in the vertical meridian. Pathological astigmatism reaches higher dioptric values and is caused by various pathological processes - for example eye injury (penetrating or perforating eye injury

and subsequent scarring mainly in the cornea, acid or alkali corrosion, etc.), keratoconus, subluxation of the eye lens, and the like. Another possible division of astigmatism is to corneal, lenticular and total. According to the mutual angle between the two main meridians, astigmatism can be divided into regular (main meridians form an angle of 90°) and irregular (main meridians form an angle other than 90°). Irregular astigmatism cannot be corrected only with spectacle lenses; another correction method (eg. contact lenses, etc.) must be used. As mentioned above, the two major focuses may have different positions with respect to the retina. According to the location of the main focuses, we distinguish simple, composite and mixed astigmatism. In simple astigmatism, one focus is located on the retina (the so-called emetropic) and the other is located either in front of the retina (so-called myopic) or behind the retina (so-called hypermetropic). In composite astigmatism, both outbreaks are either in front of the retina (called myopic composite astigmatism) or behind the retina (so-called hypermetropic composite astigmatism). Mixed astigmatism is a condition where one focus is in front of the retina and the other behind the retina. A subtype of mixed astigmatism is the so-called pure mixed astigmatism, where the smallest dispersion ring is on the retina, and both focuses are equidistant from the retina. The last possible division of astigmatism according to the orientation of the more refracting meridian is direct (by the rule), indirect (not by the rule), and oblique axes astigmatism. Direct astigmatism has a more refracting meridian oriented at approximately 90° . Indirect astigmatism has a more refracting meridian oriented at approx. 0° , respectively at 180° . In the astigmatism of oblique axes, the main meridians are approximately 45° and 135° . [1, 4]

Also, the astigmatism is a relatively significant amblyogenic factor that, if not adequately corrected, can lead to the development of meridional amblyopia. Mostly amblyopia is caused by higher congenital astigmatism, which can be on one or both eyes. [3]

Anisometropia

Anisometropia characterizes a state where the refraction value on both eyes is not the same. The word "anisometropia" is of Greek origin and is made up of several words, namely: *an* - no, *iso* - the same, *metr* - measure and *opium* - vision, so "unequal vision", which very well characterizes the very essence of anisometropia. [1, 2, 5, 8]

It is clear from the literature and the studies that practically all people have a certain degree of anisometropia, in other words, in virtually no man, we find no exactly the same value

of refraction of the right and left eye. However, it is important to note that a moderate degree of anisometropia usually does not cause a greater visual problem. The difference of 0,25 D between the refractive value of the right eye and the left eye is said to cause a change in the retinal image size of 0,5 %. The difference in retinal image size is called anizeiconia. In his book, *Nauka o zraku*, Autrata states that the 5% difference in retinal image size (or 2,5 D difference between refraction of the right and left eye) is the threshold for maintaining single binocular vision (SBV). [1, 2, 5, 8]

There is a certain probability of suppression and amblyopia in the eye with higher refractive error (compared to refractive error of the other eye). This process usually occurs in higher difference in refraction between right and left eye. Amblyopia due to different refraction between the right and the left eye is called anisometropic. [2, 3]

Strabismus

Strabismus is a state where the visual axes of both eyes do not intersect exactly at a fixed point, but one or both deviate. Strabismus in the most basic division we distinguish between manifest and latent. Manifest strabismus is referred in the literature as heterotropia or abbreviated tropia. For latent strabismus, the synonym term heterophoria or shortened form phoria is used. [3]

According to the direction of the eye/eyes deviation we divide strabismus into convergent (the eye / eyes deviate in the nasal/inward direction, and we speak of the so-called esophoria/tropia), divergent (eye/eyes deviate temporally/out and we speak of the so-called exophoria/ tropia) and vertical (the right eye deviates up and left down and we are talking about the so-called hyperforia/tropia of the right eye or the right eye deviates down and left eye upwards and we are talking about the so-called hypophoria/tropia of the right eye). A special case is the so-called cyclophoria/tropia, which is evaluated by the 12th hour meridian (the meridian of the eye located at 90 °). If this meridian turns towards the examined nose, it is an incyclophoria/tropia. Conversely, if this meridian turns towards the examined ear, excyclophoria/tropia is diagnosed. Strabismus can be further divided into monocular/unilateral (present only on one eye) or alternating (present alternately on both right and left eye). [3]

Manifest strabismus, independent of the direction of eye/eyes deviation, acts as an amblyogenic factor. This is because the image of a fixed object falls on the deviated eye in a disparate place on the retina (outside the *fovea centralis*), and consequently the connection of

the right and left eye perception in the brain is not possible. If this condition is not solved in a therapeutic way, the *fovea centralis* of the deviated eye/eyes may suppress after a certain period of time and then to development of unilateral/bilateral amblyopia, which is called strabismic amblyopia. [3]

Photoscreening of amblyogenic factors

Nowadays, there are several different devices available in the Czech Republic that can be used for photoscreening of amblyogenic factors in the child population. For example, it is the Welch Allyn Spot Vision Screener or the Plusoptix Vision Screener. In the following paragraphs, both of these devices will be described in more detail.

Welch Allyn Spot Vision Screener

This device belongs to binocular autorefractometers and works on the principle of IR (infrared) photoretinoscopy and eccentric photorefraction. Using this instrument, it is possible to determine the objective values of refraction of the examined person (value of sphere, cylinder, axis of cylinder and spherical equivalent). Furthermore, this device can measure pupilometry, pupillary distance (PD) and also the direction of vision, respectively. real-time angle of strabismus. [7]

Welch Allyn Spot Vision Screener can be used not only in children, but also in affected or otherwise uncooperative patients. It is a non-invasive examination, which is contactless (it runs at a distance of about 1 m) and it is not necessary to use cycloplegics during this examination. The photoscreening examination itself is carried out within a few seconds and is quite attractive for the examined person, because the device has both sound and light effects, which serve to better attention of the examined person and thus to better fixation. It is recommended to carry out the examination in the dark so that the widest possible enlargement of the pupils and thus the most accurate results of the whole photoscreening examination is achieved. It is advisable to perform the whole examination binocularly, but the device also offers the option of a monocular mode, if for some reason binocular examination cannot be performed. [7]

The Welch Allyn Spot Vision Screener has a relatively wide measuring range. It can measure the spherical refraction value in the range from $-7,50$ D to $+7,50$ D. Furthermore, it

can measure the cylindric part of the refraction in the range from $-3,0$ D to $+3,0$ D and cylinder axis range from 1 degree to 180 degree. As mentioned above, in addition to refraction measurements, this device can also measure pupilometry (pupil size) in the range of 4 mm to 9 mm. Furthermore, it can also measure PD in a measuring range of 35 mm to 80 mm. [7]

Plusoptix Vision Screener

Plusoptix Vision Screener is in many ways similar to the Welch Allyn Spot Vision Screener - in terms of measurement principle, measurement parameters, measurement process etc.

But we can still find some differences between these two devices. One of them is the use of different sound and light effects, which are used to maintain the attention and fixation of the examined person. Plusoptix Vision Screener uses primarily audio signals (like car chime). The measuring range of this device is also slightly different than that of the Welch Allyn Spot Vision Screener. The Plusoptix Vision Screener has a spherical measuring range $= 7,00$ D to $+5,00$ D. The cylindric measuring range of this instrument is from $= 7,00$ D to $+5,00$ D. Pupilometric measurements can be made in the pupil size range from 4 mm to 8 mm. [6]

Nowadays it is possible to meet two versions of this device. One is for pediatricians and is marked with an orange border directly on the device itself. This version of the device is also able to evaluate the results of the photoscreening test itself. The second version of the device is intended for eye specialist (ophthalmologists, optometrists, orthoptists, vision therapists etc.) and is marked with a green border and does not have an integrated automatic examination evaluation. [6]

Research methodology

The research methodology consists of several consecutive steps. The first step involves selecting the appropriate subjects, respectively pediatric patients who are expected to undergo cycloplegia as part of a follow-up routine eye examination by a pediatric strabologist. Subsequently, an informed consent is signed with each entity (by the legal representative of

the child). This is followed by the photoscreening of each child subject using the Welch Allyn Spot Vision Screener VS100 (software version 3.0.04.07) and the Plusoptix Vision Screener A12C (which is designed for eye specialists). After the photoscreening is recorded the results of photoscreening examination using both devices. To assess whether it is necessary to perform a complex eye examination, based on the measured screening values, the table Recommended Refraction Limits for Detection of Refractive Errors of the Child Age in the Czech Republic has been used. This table was published as part of the Study of Preventive Visual Examination Methods with Reflection of Refractive Defects Screening in Children with Plusoptix device (published in 2015) and this table has been approved by Czech eye care companies and is currently used for photoscreening, eg in kindergartens etc. [9]

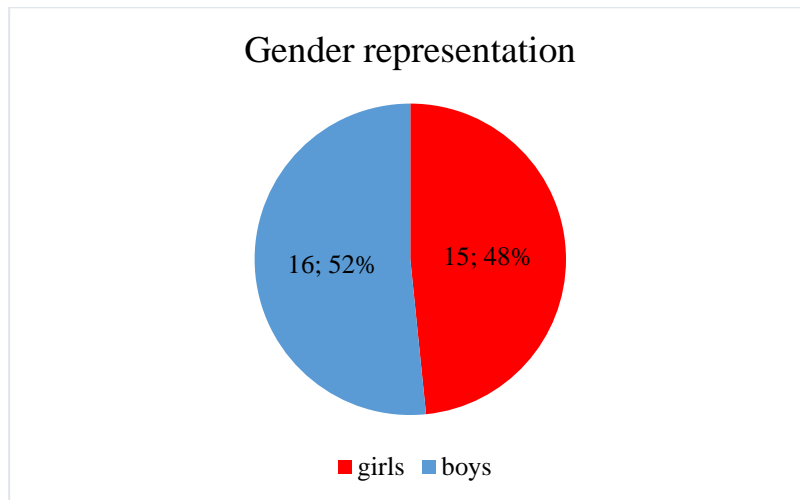
Then the investigator fills in a short questionnaire, consisting of four short questions, which subjectively compares the work with two photoscreening devices. Individual 4 subquestions will be described in more detail in the chapter Research results. Scoring is the same for all questions. The device, which is subjectively better rated than the other, gets 1 point within a specific question, and the other device gains 0 point. If both devices are subjectively rated as equally good, they both get 1 point. However, if both devices are subjectively evaluated as equally bad, they both gain 0 point.

After all of the above steps, each pediatric subject undergoes a standard refractive error and strabismus examination as part of a routine eye examination performed by a pediatric strabologist. Cycloplegia is performed for each subject.

All examinations of the subjects of this research (photoscreening examinations, complex eye examinations including cycloplegia etc.) take place in the Center of Pediatric Ophthalmology BINOCULAR, s.r.o., located in Litomyšl.

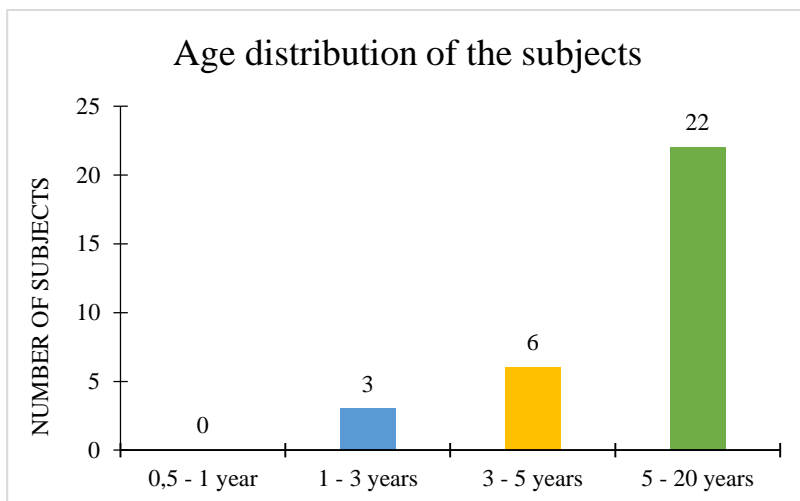
Research results

For this time, 31 subjects have participated in the research (see Graph 1). Of these, 16 boys (52 % of the total) and 15 girls (48 % of the total).



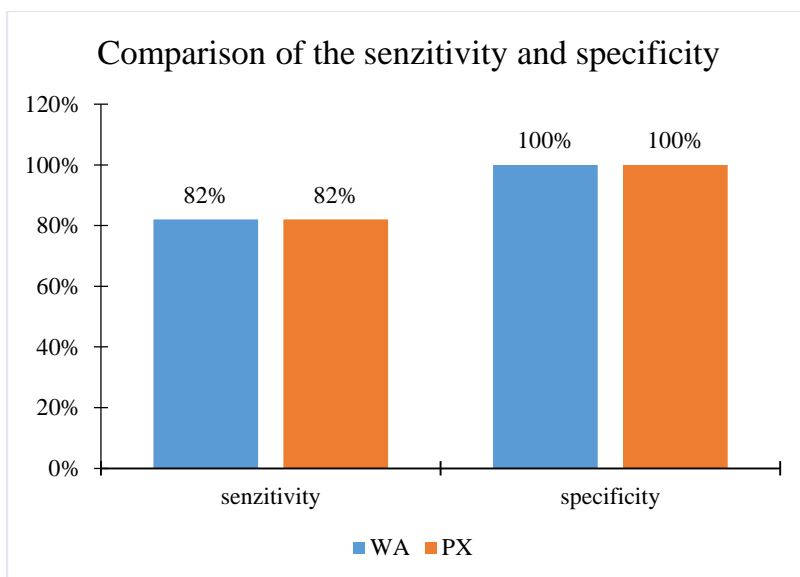
Graph 1: The gender representation of the subjects

The age distribution of individual research subjects is shown in graph 2. The breakdown into the following 4 groups is intentionally chosen. Pražáková and Zobanová in their study entitled Study of Preventive Visual Examination Methods with Reflection of Refractive Defects Screening in Children with Plusoptix device show the refraction limits for photoscreening in the child population (see above) and use the distribution of the child population in just four groups: from 0,5 years to 1 year of age, from 1 year to 3 years of age, from 3 years to 5 years of age and from 5 years to 20 years of age. The same division of subjects is used in this research. In the 1st group (0,5 - 1 year) there are currently 0 subjects, in the 2nd group (1 - 3 years) there are 3 subjects, in the 3rd group (3 - 5 years) there are 6 subjects and in the 4th group (5 - 20 years) there are currently 22 subjects. The youngest subject was 1 year and 1 month and the oldest subject was 14 years and 7 months. [9]



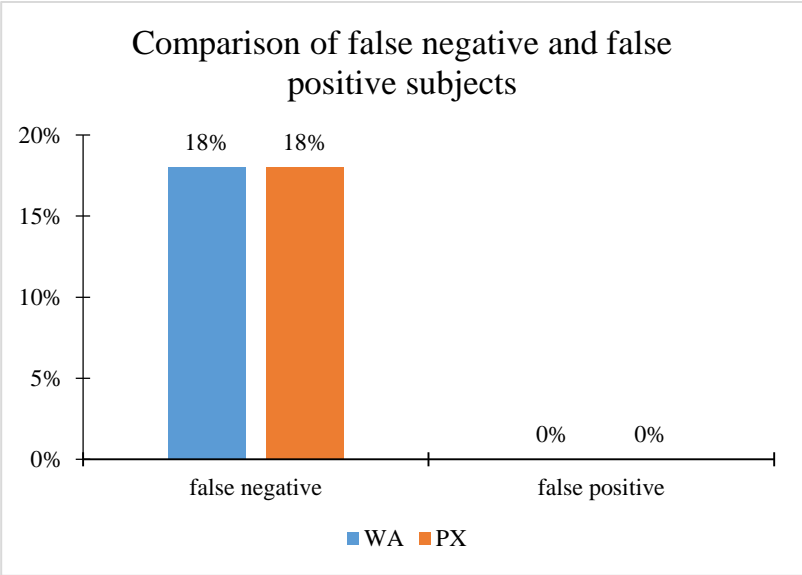
Graph 2: Age distribution of the subjects in the research

Graph 3 (see below) shows a comparison of the sensitivity and specificity of the Welch Allyn Spot Vision Screener (WA) and Plusoptix Vision Screener (PX). As can be seen from graph 3, the sensitivity for WA and PX instruments is based on the same, equal to 82%. Specificity is also the same for both devices (100%).



Graph 3: Comparison of sensitivity a specificity of devices Welch Allyn Spot Vision Screener and Plusoptix Vision Screener

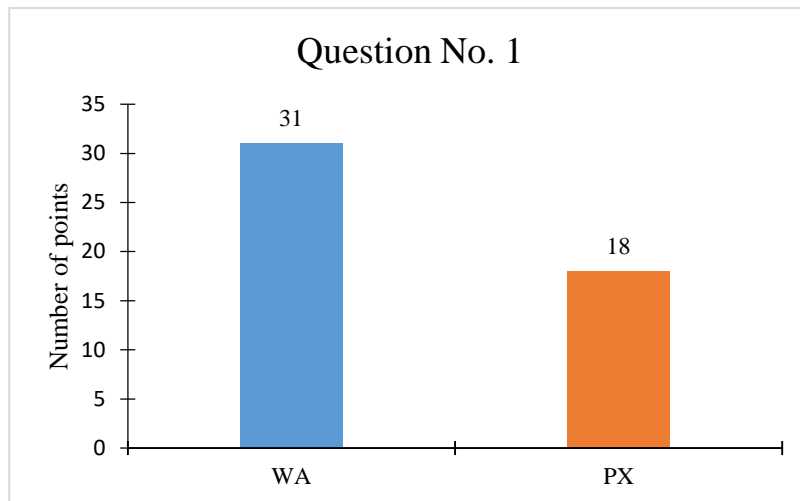
Graph 4 shows a comparison of the number (percentage) of false negative and false positive subjects as measured by individual devices. As shown in graph 4, both devices generate the same number of false negative and false positive subjects so far. False negative subjects are 18% of the total number of subjects and false positive subjects are 0%.



Graph 4: Comparison of false negative and false positive subjects generated by the measurement with Welch Allyn Spot Vision Screener and Plusoptix Vision Screener

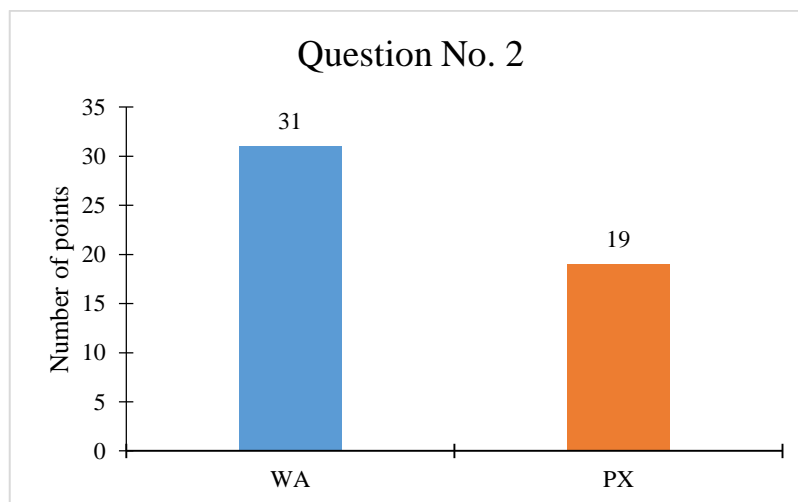
Total of 31 subjects participated in the research, the maximum points that a specific device can “obtain” in the framework of a subjective evaluation is equal to 31.

The first question of the questionnaire concerns on the evaluation of the simplicity of handling the device as such (eg device manage, data storage etc.). A graphical representation of the results of question No. 1 is provided in graph 5.



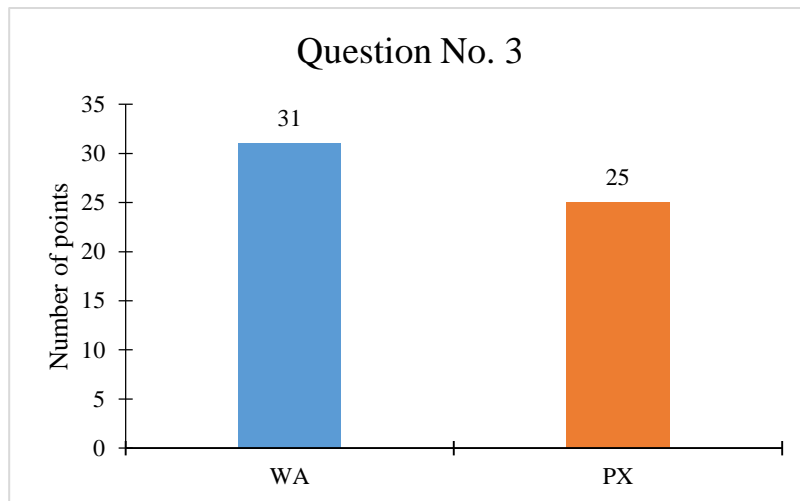
Graph 5: Question No. 1

The second question of the questionnaire concerns the evaluation of the speed of the measurement itself by a particular device. A graphical representation of the results of question No. 2 is provided in graph 6.



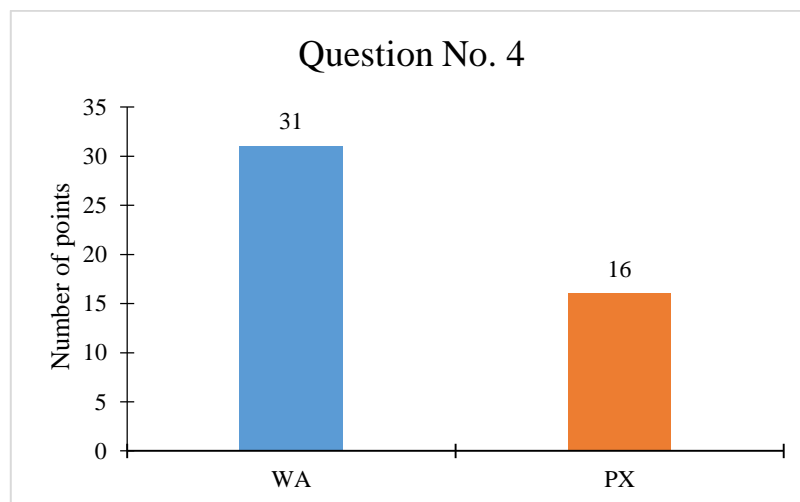
Graph 6: Question No. 2

The third question of the questionnaire concerns the assessment of the uniqueness and clarity of the measurement results with a particular device. A graphical representation of the results of question No. 3 is provided in graph 7.



Graph 7: Question No. 3

The fourth question of the questionnaire concerns the assessment of the overall impression of working with a particular device. A graphical representation of the results of question No. 4 is provided in graph 8.



Graph 8: Question No. 4

It is clear from the individual graphs that subjectively the work with Welch Allyn Spot Vision Screener is rated better by the investigator. This may be due, to some extent, to the fact that so far, the measurement using photoscreening devices has been performed by one person. However, this shortcoming is planned to be remedied as part of other photoscreening measurements. As these measurements should be partially carried out by other employees of

the Center of Paediatric Ophthalmology BINOCULAR, s.r.o., which should result in more objective results of the questionnaire survey.

Photoscreening is an important part of early detection of amblyogenic factors in the child population. It is also very important that the investigator performing this examination is an expert in this field and can provide the child's parents with expert advice on both the examination itself and the possible subsequent recommendation of a complex eye examination.

The research shows that both photoscreening devices have really high specificity and that they do not generate false positive patients. Sensitivity is 82 % for both devices and the number of false negative subjects is 18 % for both devices. However, subjectively Welch Allyn Spot Vision Screener is better evaluated by the investigator than the Plusoptix Vision Screener in terms of measurement speed, clarity of the results, the overall impression of working with the device etc. It is, of course, possible that the next research measurement (that is, when expanding the research set of subjects) will change the individual research results.

LIST OF USED LITERATURE

Book resource

- [1] ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vydání 3., přepracované. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004, 96 s. ISBN 80-7013-402-x.
- [2] AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002, 225 s. ISBN 80-7013-362-7.
- [3] HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*. Vydání 3., nezměněné. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011, 162 s. ISBN 978-80-7013-530-3.
- [4] MESLIN, Dominique. *Praktická refrakce*. Paris: Essilor Academy Europe, 2006, 54 s. ISBN 979-10-90678-22-4.

Academic works

[5] MALÁ, Kateřina. *Možnosti korekce anizometropie a iatrogenní presbyopie u dětského pacienta po operaci kongenitální jednostranné katarakty*. Brno, 2018. Bachelor thesis. Masaryk Univerzity, Faculty of Medicine. The supervisor MUDr. Miroslav Dostálek, Ph. D.

Device manuals

[6] *Přenosný pediatrický autorefraktor Plusoptix A12C a A12R: Uživatelská příručka*. Německo, 2016.

[7] *Welch Allyn Spot Vision Screener Model VS100: Návod k použití*. New York, 2016.

Electronic resource

[8] ANTON, Milan. Problematika anizometropie. *4oci.cz* [online]. 2006 [cit. 2019-03-26]. Available from: http://www.4oci.cz/problematika-anizometropie_4c332.

[9] PRAŽÁKOVÁ, Lenka a Anna ZOBANOVÁ. Metody preventivního vyšetřování zraku se zaměřením na screening refrakčních vad u dětí přístrojem Plusoptix. *Pediatric pro praxi* [online]. 2015, 16(3), s. 183 – 186, [cit. 2019-03-26]. Available from: https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-201503-0012_Metody_preventivniho_vysetrovani_zraku_se_zamerenim_na_screening_refrakcnich_vad_u_deti_pristrojem.php.

[10] Schématické zobrazení místa vytvoření obrazu u hypermetropie. *Wikipedie* [online]. 2019 [cit. 2019-03-26]. Available from: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dalekozrakost>.

[11] Schématické zobrazení místa vytvoření obrazu u myopie. *Wikipedie* [online]. 2019 [cit. 2019-03-26]. Available from: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%A1tkozrakost>.

[12] Sturmův interval. *Základy metod korekce refrakčních vad* [online]. 2016 [cit. 2019-03-26]. Available from: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js16/refrakcni_vady/web/pages/04-rozdeleni-metod.html.

Bc. Maxián Tomáš, DiS., RNDr. Jaroslav Wagner, Ph.D.

Specifika centrace brýlových čoček

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

Anotace

Práce je zaměřena především na popis základních parametrů potřebných pro správnou centraci. V následující kapitole jsou popsány obecné zásady, které je důležité znát při centrování brýlové korekce. Závěrečná část je zaměřena na jednotlivé typy brýlových čoček a konkrétní způsoby jejich centrování pro dosažení nejvyšší kvality zobrazení.

Klíčová slova

Optický systém oka, centrace, decentrace, korekce, brýlová čočka, požadavky na centrování, pupilární vzdálenost.

Toto téma jsem zvolil především proto, abych poukázal na množství odborných znalostí u centrování brýlových čoček, které musí kvalifikovaný oční optik, případně optometrista nejen pochopit, ale zároveň je dokázat i prakticky aplikovat. V současné době můžeme nalézt velké množství odborné literatury, která se však tímto tématem většinou zabývá příliš teoreticky, nikoliv však komplexně.

V očních optikách se stále více setkáváme se zvýšenými nároky na zrak a individualizaci brýlových čoček. Správně provedenou centrací lze dosáhnout kvalitního optického zobrazení a odstranění astenopických potíží. Správná centrace nám také pomůže zabránit irreverzibilnímu poškození zraku u dětí.

Ze základního postavení očního páru vycházejí požadavky na centraci brýlových čoček. Jedná se o situaci, kdy se nositel dívá do dálky – tzv. „na nekonečno“ při navyknutém držení těla a hlavy. Pro zabezpečení optimálního zobrazení brýlovou korekcí lze vytyčit podmínky, které s centrací souvisejí. Jedná se převážně o respektování poloh skutečného středu otáčení oka a také polohy vztažného bodu brýlových čoček. Optické středy (vztažné body) brýlových

čoček určených k obecnému použití by měly být umístěny přímo před zornicí. Díky tomu nositeli zabráníme navození nežádoucího prizmatického efektu vznikajícího při pohledu mimo optické středy, zatímco se dívá přímo vpřed. Toho docílíme tak, že zjistíme horizontální vzdálenost středů zornic zvanou též pupilární vzdálenost (PD) a výšku zornice měřenou od dolního okraje očníce u vybraných brýlí nositele. Pro správné zabroušení korekční pomůcky je důležité znát také horizontální a vertikální prohnutí brýlového středu či vzdálenost brýlové čočky k vrcholu rohovky. Před jakýmkoliv zaznamenáním polohy zornic je nezbytné brýlovou obrubu anatomicky přizpůsobit. Díky individuálnímu anatomickému přizpůsobení lze dosáhnout funkčních i estetických požadavků uživatele. [1]

Horizontální úhel prohnutí brýlového středu (ÚPBS)

Pro dodržení polohy skutečných středů otáčení oka je třeba zachovat podmínku bodového zobrazení, která zní: Optická osa brýlové čočky musí procházet skutečným středem otáčení oka. Proto se u brýlových obrub přistoupilo ke kladnému prohýbání obrub o úhel δ (viz. Obrázek 1). Brýlové čočky se tak přiblíží blíže k rohovce a bude vyloučen prizmatický účinek, protože polohy vztažných bodů budou umístěny před středy zornic. V běžných případech by se prohnutí brýlového středu mělo pohybovat v rozmezí od 7° do 11° . Horizontální prohnutí brýlového středu lze vypočítat dle vzorce:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{OR - PD_D}{2 * (d + 13)}$$

OR = očníkový rozestup (v mm)

PD_D = pupilární vzdálenost do dálky (v mm)

d = vzdálenost korekční čočky od rohovky (v mm)



Obrázek 1: Úhel prohnutí brýlového středu

Vertikální sklon brýlového středu (inklinace)

Po nasazení brýlové obruby na obličej lze z bočního pohledu pozorovat, že brýlový střed je svojí dolní částí ke tváři klienta přikloněn. Při přirozeném držení hlavy a těla svírá rovina brýlového středu úhel s rovinou vvislou. Ten se označuje jako úhel pantoskopický - v literatuře se můžeme také setkat s pojmem inklinace (viz Obrázek 2). Stejně jako u horizontálního úhlu pronutí brýlové obruby (ÚPBS) musíme zachovat podmínku bodového zobrazení. Měření inklinace provádíme pomocí úhloměru nebo ji lze vyvodit ze vzorce:

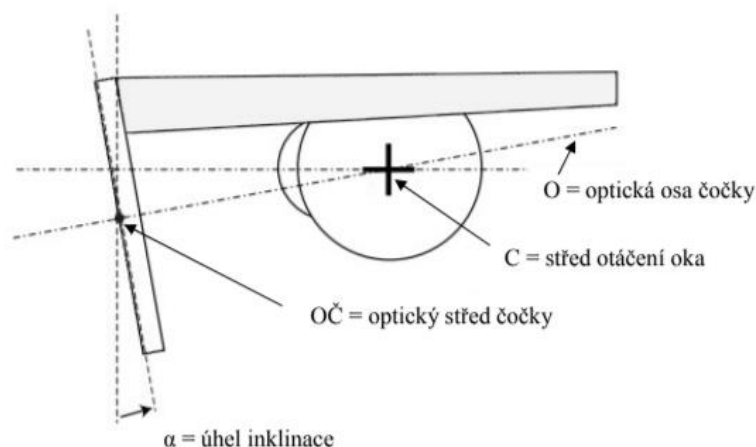
$$y_v = (d + C') \times tg \alpha$$

α = pantoskopický úhel (ve °)

d = vzdálenost rohovka-čočka

C' = střed otáčení oka

y_v = výsledná výška ve vertikálním směru



Obrázek 2: Pantoskopický úhel u brýlového středu [11]

S rostoucím pantoskopickým úhlem se také zvětšuje výška ve vertikálním směru (y_v). Po dosazení všech potřebných hodnot do vzorce vyplývá: „Každý 1° uvažované inklinace vede k přesunutí optického středu brýlové čočky, resp. středu optické centrace směrem dolů o 0,4 mm od základní pozice středu zorničky korigovaného oka.“ (viz Tabulka 1) [1]

Tabulka 1: Vliv pantoskopického úhlu na snížení optického středu

Pantoskopický úhel (ve °)	Snížení optického středu (mm)
2,5	1,1
5,0	2,2
7,5	3,3
10,0	4,4
12,5	5,5
15,0	6,7

Vzdálenost brýlové čočky od vrcholu rohovky (vertex distance)

Tato hodnota je definovaná jako vzdálenost od předního vrcholu rohovky k zadnímu vrcholu korekčního členu. Také ji v literatuře můžeme znát pod názvem vertex distance. Ke klientovi s nasazenou obrubou se postavíme z boku a tuto vzdálenost změříme pomocí PD měřítka. Vzdálenost brýlové čočky od vrcholu rohovky je důležitá hlavně u ametropů se sférickou hodnotou vyšší než $\pm 4,00$ D a průměrná hodnota je 13 mm. Nastavení vzdálenosti dále od oka nebo naopak blíže k oku nám dioptrickou sílu brýlové čočky změní. Toto tvrzení lze jednoduše ověřit pomocí vzorce:

$$S'_2 = \frac{S'_1}{1 - (\pm \Delta d \times S'_1)}$$

S'_1 = dosavadní dioptrická hodnota

S'_2 = výsledná dioptrická hodnota nového korekčního členu

Δd = změna vzdálenosti korekční čočky v metrech

(posun čočky směrem od oka se znaménkem mínus, k oku se znaménkem plus)

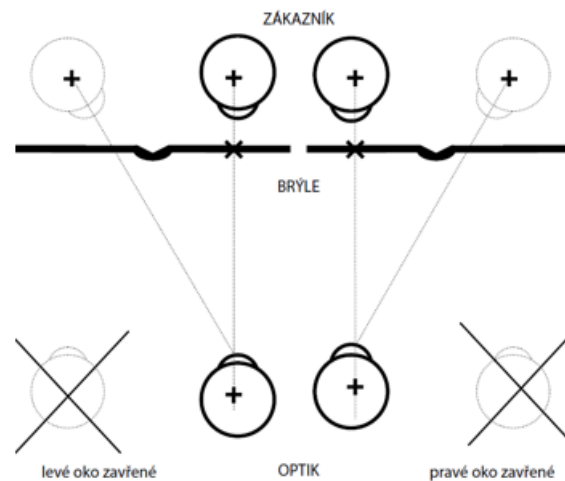
Při nerespektování této hodnoty můžeme klientovi zapříčinit nespokojenost se zabroušenou korekcí v brýlích. V praxi to znamená, že při přiblížení rozptylné čočky blíže k oku dochází k překorigování krátkozrakého oka a pro zaostření obrazu musí klient akomodovat, což jej může ve vyšším věku zatěžovat. Obdobné problémy přinášejí také spojné čočky v případě jejich přiblížení k oku. [1], [2], [3], [4]

Horizontální centrace - do dálky

Jedná se o horizontální vzdálenost středů zornic pravého a levého oka, která je potřebná ke správnému zhotovení korekční čočky. Tato vzdálenost je označována jako hodnota pupilární distance (PD) a standardně se uvádí v milimetrech. Hodnotu PD měříme u rovnoběžného postavení očí při pohledu do dálky, proto je zapotřebí, aby osy vidění směřovaly paralelně do nekonečna. Nyní si popíšeme metody, kterými můžeme PD manuálně naměřit.

a) Přímá (Viktorínská) metoda

U této metody je důležité, aby se oční optik a klient s nasazenou obrubou usadili naproti sobě, z důvodu dodržení výškové i stranové vyrovnanosti. Jedná se o nejpoužívanější metodu, protože zároveň zjistíme i vertikální vzdálenost středů zornic. Měření provádí optik klientovi monokulárně a oba si vzájemně hledí do protějšího oka, čímž s dostatečnou přesností nabízí oční optik svou zornici jakožto nekonečně vzdálený cíl. Oční optik si poté zaznamená střed zornice pomocí popisovače na brýlovou čočku. (viz obrázek 3). Alternativou je možnost použít PD měřítko. Jedná se o speciálně upravené pravítko s vytvarovaným místem pro nosní kořen.



Obrázek 3: Schéma měření PD do dálky pomocí přímé (Viktorínské) metody [5]

b) Měření na nekonečno

Pro použití této metody postupuje oční optik obdobně jako u metody přímé. Jediným rozdílem je zajištění dostatečně vzdáleného cíle (alespoň 5 m), který klientovi nabízí optik za sebou. Je proto vhodné jej posadit výše, aby mohl klient nabízený fixační bod sledovat. Při splnění těchto podmínek by měly být naměřené hodnoty shodné s předchozí metodou.

Je třeba mít na paměti, že v případě měření pomocí PD-měřítka musí osoba provádějící měření nastavit své oko co nejpřesněji do protilehlé pozice k oku měřené osoby. Dosáhneme tak přesného změření pupilární distance do dálky. Ideální volbou je provést měření PD pomocí digitálních pupilometrů, kde je zatížení způsobené lidskou chybou minimální. [1], [5]

Horizontální centrace – do blízka

Při měření pupilární distance do blízka je postup podobný, pouze s tím rozdílem, že oční optik nechá klienta fixovat objekt či text ve vzdálenosti 30–40 cm. Při pohledu do blízka oči akomodují a zároveň konvergují, tudíž se pohledové osy očí stáčí nasádně a dochází tak k mírné změně velikosti pupilární distance. Tento typ centrace se využívá především u klientů v presbyopickém věku, kteří budou tuto korekci využívat pouze pro blízké předměty. Hodnoty pro centraci do blízka lze zjistit těmito metodami:

Zakresení na fólie

Středů zornic zakresluje oční optik na fólie brýlové obruby. Centraci zahájí optik zavřením jednoho oka a svou hlavu umístí tak, aby nosní kořen byl ve stejné úrovni s nosním kořenem klienta. Ten fixuje oběma očima otevřené oko vyšetřujícího. Při fixaci oka nesmí dojít k pohybu hlavy (viz Obrázek 4). [4, s. 120–121]. Naměřenou hodnotu PD do blízka můžeme ověřit výpočtem. Pokud známe PD na dálku, můžeme z podobnosti trojúhelníku, který vytváří sbíhavé pohledové osy klienta, vypočítat PD na blízko.

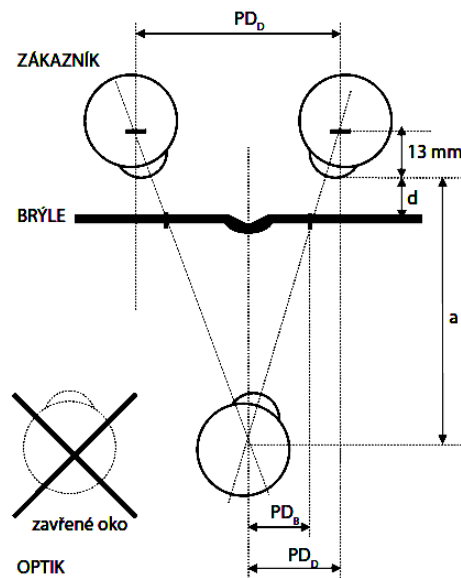
$$PD_B = PD_D \times \frac{(a - d)}{a + 13}$$

PD_B – pupilární distance do blízka

PD_D – pupilární distance do dálky

a – vzdálenost hlavního pracovního bodu

d – vertex distance (vzdálenost rohovka-čočka)



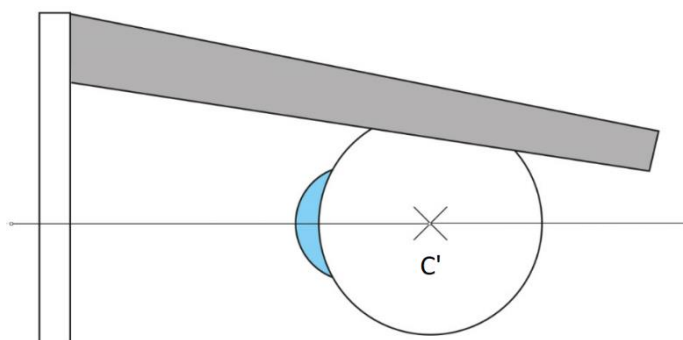
Obrázek 4: Schéma měření PD do blízka [5]

Vertikální centrace

Pro přesné nastavení polohy korekčních brýlových čoček před očima klienta se jedná o další z důležitých vstupních parametrů. Tzv. pupilární výšku určujeme pomocí dvou metod: centrace na střed otáčení oka nebo na přirozený přímý pohled.

a) Centrace na střed otáčení oka

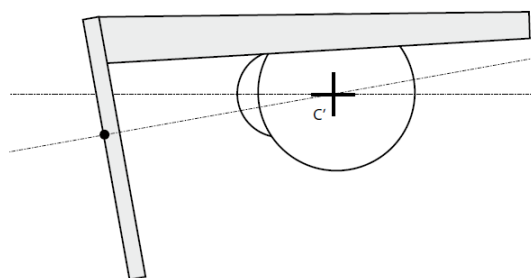
Uchycení stranic se nachází u horního okraje očních, což vyžaduje svislé přiklonění roviny očních spodních okrajů k tváři. Tím vzniká již dříve zmíněný inklinací úhel dosahující průměrných hodnot asi 10°. Tuto problematiku ovšem řeší nově vyráběné tzv. meniskové čočky, které splňují podmínku bodového zobrazení. Je však třeba dbát na kolmé postavení roviny čočky vůči optické ose oka. Optická osa čočky se pak nachází na stejné přímce jako optická osa oka (viz Obrázek 5).



Obrázek 5: Centrace na střed otáčení oka [9]

b) Centrace na přímý pohled

Druhou variantou pro měření výšky zornice je přirozené postavení těla i hlavy při pohledu do dálky (viz Obrázek 6). Tato metoda nevykazuje svislý klínový účinek jako při pohledu kolmém, ale hlavní nevýhodou je nesplnění podmínky bodového zobrazení. Ve výsledku to znamená nerespektování skutečného středu otáčení oka. [1], [4], [5, s. 36]



Obrázek 6: Centrace na přímý pohled [5]

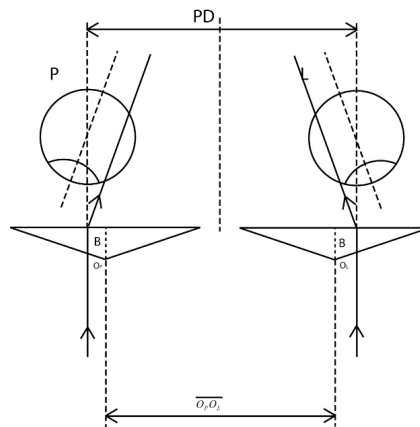
Zásady centrace jednoohniskových brýlových čoček

Z hlediska centrování je u čoček sférických, asférických a torických je při horizontální centraci vyměřována hodnota PD do dálky individuálně vyměřeného pravého a levého oka. U vertikální centrace je obecně upřednostněna poloha skutečného středu otáčení oka.

a) Chybná centrace PD u spojných čoček

Spojnou čočku lze zobrazit jako dva klíny, jejichž báze směřují směrem dovnitř. Při nedodržení hodnot naměřeného PD klienta bude optická osa procházet mimo střed brýlové čočky, což má za následek navození prizmatického účinku v horizontální rovině. Pokud bude

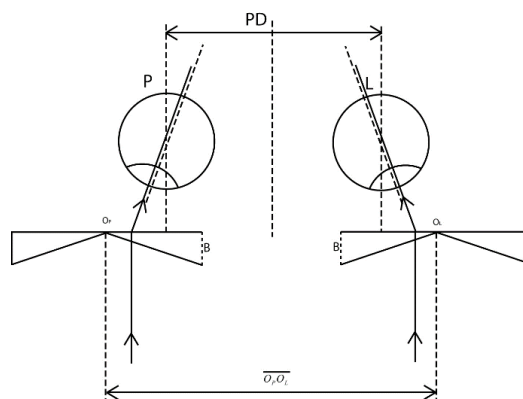
hodnota PD menší, oči budou stočeny do konvergence. Tento stav nebude u nižších dioptrických hodnot pro oči tolik zatěžující. Jestliže bude hodnota PD větší, jedná se o kritický směr, protože oči budou stočeny do divergence a při delším trvání nastanou astenopické potíže (viz Obrázek 7).



Obrázek 7: Kritický směr decentrace u spojných brýlových čoček [10]

b) Chybná centrace PD u rozptylných čoček

Rozptylnou čočku lze zobrazit jako dva klíny, jejichž báze směřují směrem ven. V případě nedodržení hodnot naměřeného PD klienta bude optická osa procházet mimo střed brýlové čočky, což má za následek navození prizmatického účinku v horizontální rovině. Pokud bude hodnota PD větší, oči budou stočeny do konvergence. Tento stav nebude u nižších dioptrických hodnot pro oči tolik zatěžující. Jestliže bude hodnota PD menší, jedná se o kritický směr, protože oči budou stočeny do divergence a při delším trvání nastanou astenopické potíže (viz Obrázek 8).



Obrázek 8: Kritický směr decentrace u rozptylných brýlových čoček [10]

Navozený prizmatický účinek vyjádříme pomocí Prenticeho rovnice vyjádřené vztahem mezi hodnotou decentrace dec [mm] a vrcholové lámavosti korekční čočky S' [D].

$$\Delta = \frac{dec \times S'}{10} \text{ [pD]}$$

V případě decentrace brýlové čočky při zábrusu lze pomocí norem posoudit povolenou odchylku při decentrování (viz Tabulka 2).

Tabulka 2: Povolená odchylka centrování v cm/m (prizmatických dioptriích) binokulárně

S' (dioptrie) vrcholová lámavost	horizontálně		vertikálně
	méně směr	kritický kritický směr	diference P ku L
od 0,25 do 1,00	0,5	0,25	0,25
od 1,25 do 6,00	1,00	0,50	0,25
od 6,25 do 12,00	1,00	0,50	0,50
přes 12,25	1,25	1,00	0,50

c) Nedodržení výšky

Při nedodržení výšky u vyměření centrace na střed otáčení oka, dochází k navození prizmatického účinku ve vertikální rovině. Pokud jsou báze, přes které prochází pohledová (optická) osa, obráceny proti sobě, bude prizmatický účinek hůře snášen.

Zásady centrování u tórických brýlových čoček

Pravidlem při centrování torických čoček je dodržení polohy skutečného středu otáčení oka stejně jako u sférických korekčních čoček. Také je potřeba respektovat polohu dvou na sebe kolmých hlavních řezů a dodržení přesné pozice osy cylindru, jinak vzniká diferenční cylindrická složka, kterou lze vypočítat z následujícího vzorce:

$$S'_{\Delta cyl} = 2 \times S'_{cyl} \times \sin \beta$$

$S'_{\Delta cyl}$ – výsledná velikost diferenční složky (D)

S'_{cyl} – vrcholová lámavost cylindrické složky (D)

$\sin \beta$ – osová nepřesnost (ve $^\circ$)

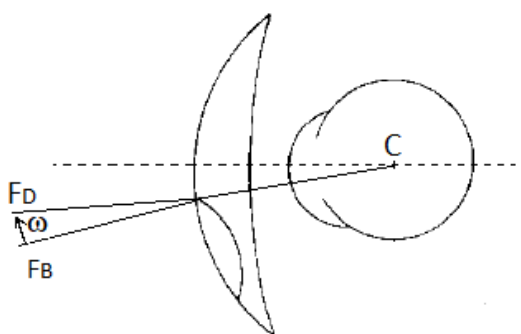
Z uvedeného vzorce lze vypočítat nežádoucí astigmatismus v závislosti na hodnotě korekčního cylindru a pootočení osy cylindru. (viz Tabulka 3)

Tabulka 3: Navození nežádoucího astigmatismu v závislosti na hodnotě korekčního cylindru a stočení osy

Cylindr [D]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Stočení osy [$^\circ$]						
5 $^\circ$	0,09	0,17	0,26	0,35	0,44	0,52
10 $^\circ$	0,17	0,35	0,52	0,70	0,87	1,04
15 $^\circ$	0,26	0,52	0,78	1,04	1,29	1,55
20 $^\circ$	0,34	0,68	1,03	1,37	1,71	2,05
25 $^\circ$	0,42	0,85	1,27	1,69	2,11	2,54
30 $^\circ$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Zásady centrování bifokálních brýlových čoček

Brýlové čočky centrujeme v horizontálním směru na PD do dálky a ve vertikálním směru na přímý pohled. Předěl mezi dílem do dálky a do blízka se standardně umísťuje na spodní okraj víčka. Na okraji dělicí linie obou dílů bifokální čočky působí rozdílné prizmatické účinky. Při přechodu fixační osy oka přes tuto linii tedy vnímáme tzv. skok obrazu (viz Obrázek 9).

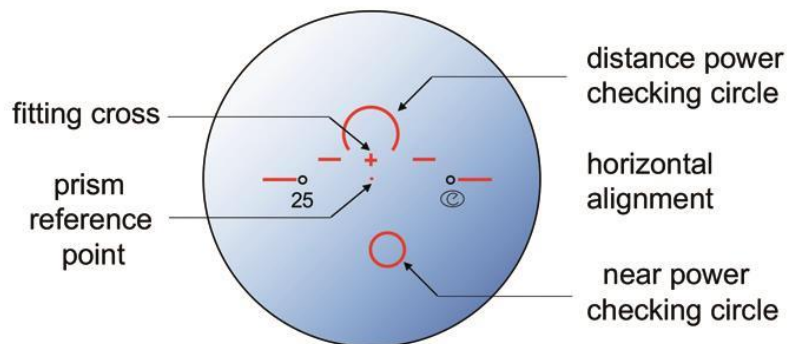


Obrázek 9: Skok obrazu u bifokální čočky [3]

Zásady centrace multifokálních brýlových čoček

Z hlediska centrování jsou progresivní čočky nejnáročnějším typem korekce. Proto je nutné naměřit důležité hodnoty pro zabroušení brýlových čoček s maximální přesností. U výběru obruby obecně platí, že hloubka obruby (vzdálenost od dolního okraje k hornímu okraji očníce) by měla být minimálně 40 mm, přičemž vzdálenost vztažného bodu do blízka musí být minimálně 8 mm od dolního okraje očníce, vzdálenost vztažného bodu do dálky alespoň 22–25 mm. Hodnota inklinace by měla svírat úhel 10 až 11° a vertex vzdálenost přibližně 12,5 mm. Dalším důležitým aspektem je správné anatomické přizpůsobení vybrané brýlové obruby.

Multifokální typ brýlových čoček centrujeme v horizontální rovině na PD do dálky a ve vertikálním směru při přímém pohledu. Na multifokálních čočkách jsou z výroby na přední ploše přítomny univerzálně smluvní symboly, tzv. referenční body. V horní polovině čočky se nachází centrovací kříž, který by se měl krýt při přirozeném postavení hlavy a pohledu do dálky s polohou zornice. V dolní třetině čočky je pak značka ve tvaru kroužku, který se má krýt s polohou zornice při pohledu do blízka (viz Obrázek 10). [6], [1], [2], [7], [8]



Obrázek 10: Referenční body na přední ploše multifokální brýlové čočky [9]

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- RUTRLE, M. Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometry a oftalmology. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 80-7013-347-3.
- McCLEARY, D. S. The optician training manual: simple steps to becoming a great optician. Temecula, CA: Santa Rosa Pub, 2009. ISBN 0615193811.
- BAŠTECKÝ, R. *Praktická brýlová optika*. Praha: R + H Optik, 1997.
- NAJMAN, L. *Dílenská praxe oční optiky*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-529-7.
- NAJMAN, L. *1. část. Centrování brýlových čoček*. Česká oční optika, Praha: Česká společnost očních optiků a optometristů, 2011, No. 1, s. 38–46. ISSN 1211-233X
- POLÁŠEK, J. ed. *Technický sborník oční optiky*. Praha: Oční optika, 1975.
- HAJDOVÁ, I. *Brýlové čočky: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2009. 52 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Sylvie Petrová.
- JALIE, M. *Ophthalmic lenses and dispensing*. 3rd ed. New York: Elsevier/Butterworth Heinemann, 2008. ISBN 9780750688949.
- DOČKALOVÁ, B. *Korekce refrakčních vad – výukové materiály k předmětu Brýlová optika*. Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Brno, Merhautova. Brno, 2012
- ŘIHOŠKOVÁ, Š. *Důsledky nepřesně zhotovených brýlí: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita. Lékařská fakulta, 2009.
- NAJMAN, L. *3. část. Centrování brýlových čoček*. Česká oční optika, Praha: Česká společnost očních optiků a optomet, 2011, No. 3, s. 36–41. ISSN 1211-233X

Bc. Maxián Tomáš, DiS., RNDr. Jaroslav Wagner, Ph.D.

Specifications of centration spectacle lenses

Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Annotation

The thesis is focused mainly on the description of the basic parameters which are important for the centration spectacle lenses. The following is a general guideline that is important to know when centering correction. The final part is focused on different types of spectacle lenses and specific ways of their centering to achieve the highest image quality.

Keywords

Optical system of eye, centration, decentration, correction, spectacle lens, requirements for centering, pupillary distance.

I chose this topic mainly to point out the amount of expertise in centration of spectacle lenses, which a qualified optician or optometrist must not only understand but also be able to apply. Nowadays, we can find a great deal of specialized literature, but this topic is mostly dealt with in theory, but not comprehensively.

In opticians, we are increasingly faced with individualization of spectacle lenses. Correct centration can achieve high-quality optical imaging and removal of asthenopic problems. Proper centration will also help to prevent irreversible eye damage in children.

From the basic position of the eyes, the requirements for centration of the lenses are based. It is a situation where the patient looks at the distance. To ensure optimal viewing by the spectacle correction, the conditions associated with the centering can be set. These are mainly respecting the positions of the actual center of rotation of the eye and also the position of the reference point of the spectacle lenses. Optical centers (reference points) of spectacle lenses should be placed directly in front of the pupil. This prevents the wearer from inducing an undesirable prismatic effect as seen outside the optical center while looking straight ahead. This can be achieved by determining the horizontal distance of the pupil centers, also called pupillary distance (PD) and pupil height, measured from the lower edge of the selected glasses. Before

any pupil position is recorded, it is necessary to fit the spectacle frame anatomically. Thanks to individual anatomical adaptation, user's functional and aesthetic requirements can be achieved.
[1]

Frame wrap angle

The optical lens of the spectacle lens must pass through the actual center of rotation of the eye. Therefore, the frames have been positively bent by an angle δ (see Figure 1). Thus, the spectacle lenses will be closer to the cornea and a prismatic effect will be eliminated because the positions of the reference points will be placed in front of the pupil centers. In normal cases, the frame wrap angle of the spectacle glasses should be between 7° and 11° . The horizontal frame wrap angle of the spectacle glasses can be calculated using the formula:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\frac{OR}{2} - PD_D}{2 * (d + 13)}$$

OR = horizontal frame length (in mm)

PD_D = pupillary distance (in mm)

d = vertex distance (in mm)



Figure 1: Frame wrap angle

Pantoscopic tilt

When the spectacle frame is attached to the face, it can be seen from the side view that the spectacles are inclined towards the client's face with its lower part. This is called the pantoscopic angle (see Figure 2). As with the horizontal angle of deflection of the spectacle frame we must keep the point display condition. We measure the inclination by using a protractor or can be calculated from the formula:

$$y_v = (d + C') \times \operatorname{tg} \alpha$$

α = pantoscopic angle (in °)

d = vertex distance (in mm)

C' = center of rotation of eye (in mm)

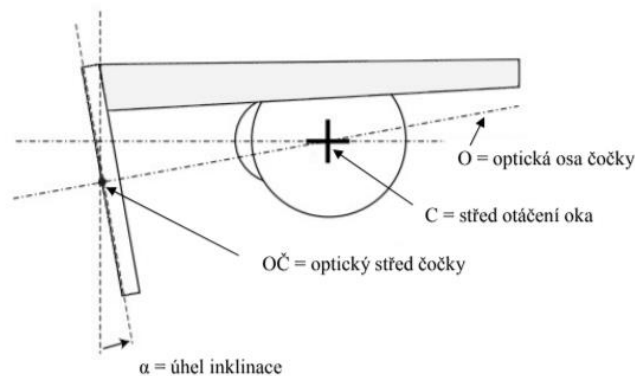


Figure 2: Pantoscopic tilt [11]

As the pantoscopic angle increases, the vertical height also increases. After substituting all the necessary values in the formula, it follows: "Each 1° of the inclination leads to the displacement of the optical center of the spectacle lens, respectively. the center of the optical centering downwards by 0.4 mm from the center point of the corrected eye."

Vertex distance

This value is defined as the distance from the corneal apex to the visual point of the spectacle lens. The distance of the spectacle lens from the top of the cornea is important mainly for ametropes with a power of the lens greater than ± 4.00 D or above. An average value of vertex

distance is 13 mm. Adjusting the distance further away from the eye or, conversely, closer to the eye changes the dioptric power of the lens.

If this value is not respected, we can cause the client is not satisfied with the correction in the glasses. In practice, this means that when the lens is closer to the eye, the short-sighted eye is over-corrected and the client must accommodate to focus the image. [1], [2], [3], [4]

Horizontal centering - into the distance

It is the horizontal distance between the pupil centers of the right eye and the left eye. This distance is referred to as the pupillary distance (PD) and is given in millimeters by default. The PD value is measured in the parallel position of the eyes when looking into the distance. Now we will describe the methods by which we can manually measure PD.

a) The direct method

With this method, it is important that the optician and the client with the spectacles settled opposite each other in order to maintain the height and side balance. It is the most widely used method because we can also find the vertical distance of pupil centers. Measurements are made by the optician to the client's when they both look at each other in the opposite eye. The optician marks the pupil's center using the marker. (see Figure 3). An alternative is to use the PD scale. It is a specially designed ruler with a shaped point for the nose.

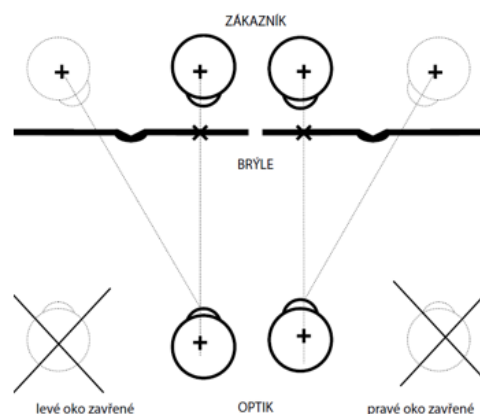


Figure 2: Measuring PD with direct method

b) “Far” Method

To use this method, the optician proceeds similarly to the direct method. The only difference is securing a sufficiently target at the distance (at least 5 m). If these conditions are met, the measured values should be the same as with the previous method. and We also will achieve

accurate measurement of pupillary distance. The ideal choice is to make PD measurements with digital pupilometers where the human error is minimal. [1], [5]

Horizontal Centration - Near

When we measure pupillary distance to the near, the procedure is similar, except that the optician lets the client fix the object or text at a distance of 30–40 cm. Looking close, the eyes accommodate and converge, therefore, the visual axes of the eyes turn nasally and there is a slight change in pupillary distance. This type of centration is mainly used by presbyopian clients who will use this correction only for nearby subjects. For near-centration, we use the following method:

Drawing on spectacle frames

The marks of pupil are drawn by the optician on the spectacle frames. The optician initiates the centration by closing one eye and placing his head so that the nasal root is at the same level as the client's nasal root. He fixes the eye of the examiner with both eyes. Head fixation must not occur when fixing the eye (see Figure 4). [4, p. 120–121]

$$PD_B = PD_D \times \frac{(a - d)}{a + 13}$$

PD_B – pupillary distance at near

PD_D – pupillary distance

a – working distance of the patient

d – vertex distance

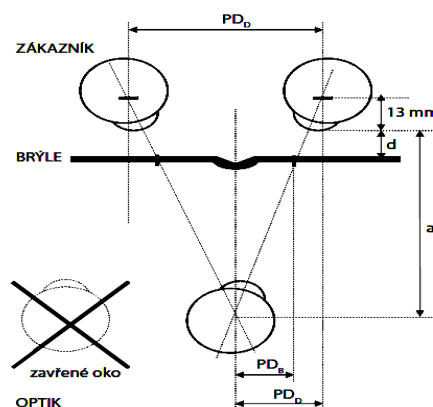


Figure 4: Measuring near PD [5]

Vertical centration

It is another important input parameter to precisely adjust the position of the spectacle lenses in front of the client's eyes. The pupillary height is determined by two methods: centration on to the center of the eye or to a natural direct view.

a) Centering to center of eye rotation

The fitting of the temples is located at the upper edge of the spectacle frame, which requires a vertical inclination of the spectacle frames. Average value of this inclination is about 10° . To avoid the lens aberrations that would otherwise be caused by lens tilt, light following the line of sight through the center rotation of the eye must still pass through the lens optical center at right angles. This can be accomplished by lowering the optical of the lens 1 mm for every 2 degrees of pantoscopic lens tilt. The optical axis of the lens is then located on the same line as the optical axis of the eye (see Figure 5).

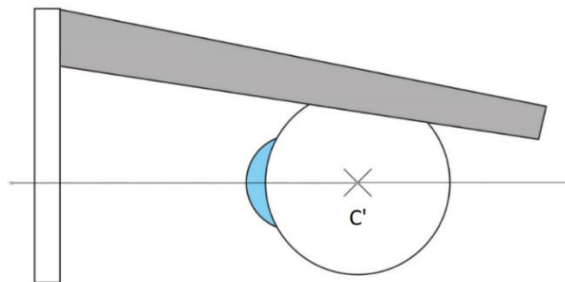


Figure 5: Centering to center of eye rotation

b) Centration at a direct view

The second variation for pupillary height measurement is the natural position of the body and head when viewed in the distance (see Figure 6). [1], [4], [5, p. 36]

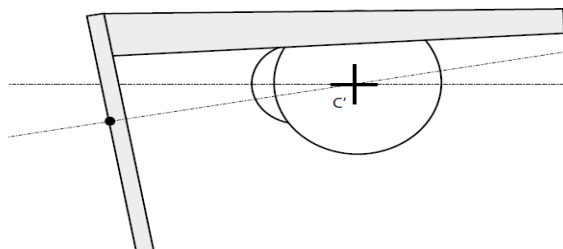


Figure 6: Centration at a direct view [5]

Principles of centration of unifocal lenses

In the case of spherical, aspherical and toric lenses, the PD value is measured into the distance individually for right and left eye at the horizontal line. In the case of vertical centering, the position of the actual center of rotation of the eye is generally preferred.

a) Incorrect centration of PD in plus lenses

If the PD client's values are not correct, the optical axis will pass out of the center of the lens, resulting in a prismatic effect in the horizontal line. If the PD value is smaller, the eyes will be turned into convergence. This condition will not be so burdensome for eyes with lower dioptric values. If the PD value is higher, it is a critical direction because the eyes will be diverged and asthenopic problems will occur with longer duration (see Figure 7).

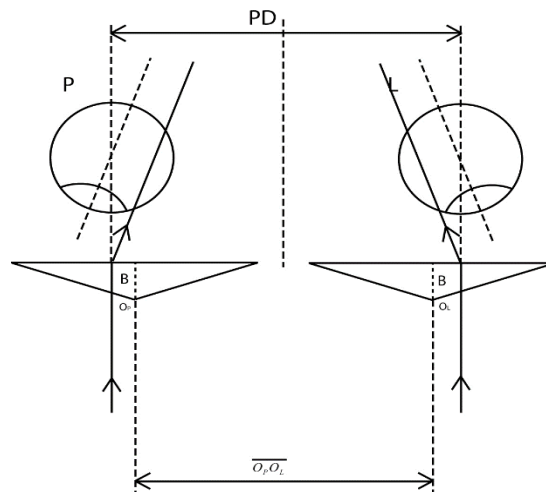


Figure 7: Critical direction of decentration in plus lenses [10]

b) Incorrect centration of PD in minus lenses

If the PD client's values are not correct, the optical axis will pass out of the center of the lens, resulting in a prismatic effect in the horizontal line. If the PD value is higher, the eyes will be turned into convergence. This condition will not be so burdensome for eyes with lower dioptric values. If the PD value is smaller, it is a critical direction because the eyes will be diverged and asthenopic problems will occur with longer duration (see Figure 8).

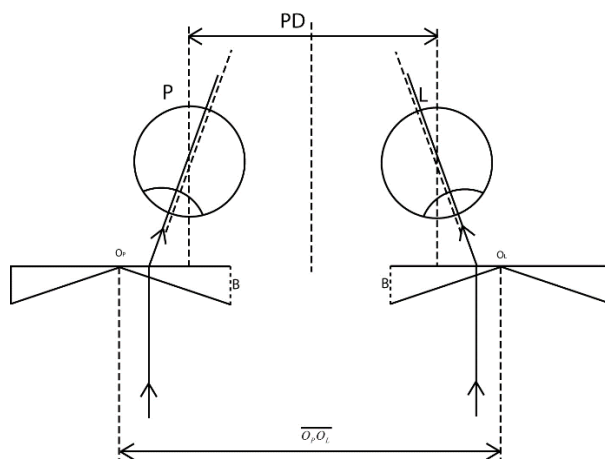


Figure 8: Critical direction of decentration in minus lenses [10]

The amount of prism induced by improper lens placement depends on the power of the lens and the distance the OC is displaced. It is calculated according to Prentice's rule, where Δ is prism diopters of displacement, S' is the dioptric power of the lens, and dec is the distance from the optical center in millimetres.

$$\Delta = \frac{\text{dec} \times S'}{10} \text{ [pD]}$$

In the case of a spectacle lens decentration, the permissible deviation can be assessed by using standards (see Table 2).

dec \ S'	horizontal		vertical
	less critical direction	more critical direction	OD/OS difference
od 0,25 do 1,00	0,5	0,25	0,25
od 1,25 do 6,00	1,00	0,50	0,25
od 6,25 do 12,00	1,00	0,50	0,50
přes 12,25	1,25	1,00	0,50

Table 4: Permitted deviation of prismatic dioptres (binocular)

c) Incorrect vertical height

When the eye is above the horizontal midline of the lens, without pantoscopic tilt the optic axis of the lens will not pass through the center of rotation of the eye. This means that the wearer will experience lens aberrations corresponding to the effect of altering lens sphere and cylinder values

Principles of centration of toric lenses

The centration of toric lenses is the same as in the case of spherical correction lenses. It is also necessary to respect the position of the cylinder axis, otherwise a differential cylindrical component arises which can be calculated from the following formula:

$$S'_{\Delta \text{cyl}} = 2 \times S'_{\text{cyl}} \times \sin \beta$$

$S'_{\Delta \text{cyl}}$ – difference result (D)

S'_{cyl} – cylinder power (D)

$\sin \beta$ – change of axis (in °)

Cyl [D]						
Change of axis [°]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
5°	0,09	0,17	0,26	0,35	0,44	0,52
10°	0,17	0,35	0,52	0,70	0,87	1,04
15°	0,26	0,52	0,78	1,04	1,29	1,55
20°	0,34	0,68	1,03	1,37	1,71	2,05
25°	0,42	0,85	1,27	1,69	2,11	2,54
30°	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Table 3: Independence of cylinder power and change of axis

Principles of centration of bifocal spectacle lenses

Spectacle lenses are centered in the horizontal direction on the PD into the distance and in the vertical direction on the direct view. The optical segment between the part into the distance and near it is placed on the lower edge of the eyelid. There is a different prismatic effect on the

edge of the dividing line of the two parts of the bifocal lens. Also, we can see a so-called jump of an image when we look from distance to near across this line. (see Figure 9).

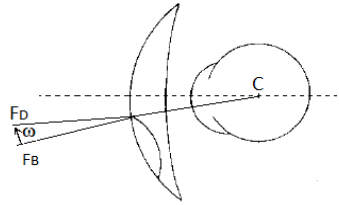


Figure 9: “Jump of an image“ on bifocal lenses [9]

Principles of centering of multifocal spectacle lenses

In terms of centration, progressive lenses are the most challenging type of correction. Therefore, it is necessary to measure the important values for grinding the lenses with maximum precision. In general, depth of the spectacle frame (distance from the lower edge to the upper edge) should be at least 40 mm, with the proximity of the reference point at least 8 mm from the lower edge of the spectacle frame, the distance of the reference point to at least 22- 25 mm. The inclination value should range from 10 to 11° and the vertex distance is approximately 12.5 mm. Another important aspect is the correct anatomical adaptation of the selected spectacle frame.

The multi-focal type of spectacle lenses is centered in the horizontal line on the PD in the distance and in the vertical direction in the direct view. On the multifocal lenses are universal symbols, called reference points, which we can see on the front surface of the lens. In the upper half of the lens, there is a centering cross that should cover the natural position of the head and look far away with the pupil's position. Then, in the lower third of the lens, there is a ring-shaped mark to cover the pupil's position when we look at near (see Figure 10). [6], [1], [2], [7], [8]

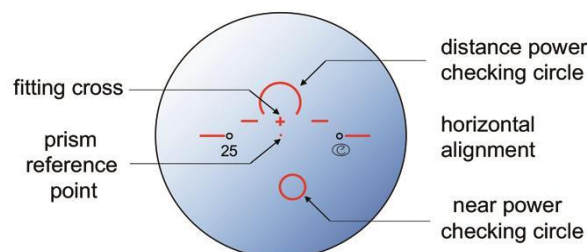


Figure 10: Reference points on the front surface of the multifocal spectacle lens [9]

LIST OF USED LITERATURE

- RUTRLE, M. *Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometry a oftalmology*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 80-7013-347-3.
- McCLEARY, D. S. *The optician training manual: simple steps to becoming a great optician*. Temecula, CA: Santa Rosa Pub, 2009. ISBN 0615193811.
- BAŠTECKÝ, R. *Praktická brýlová optika*. Praha: R + H Optik, 1997.
- NAJMAN, L. *Dílenská praxe oční optika*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-529-7.
- NAJMAN, L. *1. část. Centrování brýlových čoček*. Česká oční optika, Praha: Česká společnost očních optiků a optometristů, 2011, No. 1, s. 38–46. ISSN 1211-233X
- POLÁŠEK, J. ed. *Technický sborník oční optiky*. Praha: Oční optika, 1975.
- HAJDOVÁ, I. *Brýlové čočky: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2009. 52 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Sylvie Petrová.
- JALIE, M. *Ophthalmic lenses and dispensing*. 3rd ed. New York: Elsevier/Butterworth Heinemann, 2008. ISBN 9780750688949.
- DOČKALOVÁ, B. *Korekce refrakčních vad – výukové materiály k předmětu Brýlová optika*. Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Brno, Merhautova. Brno, 2012
- ŘIHOŠKOVÁ, Š. *Důsledky nepřesně zhotovených brýlí: bakalářská práce*. Brno: Masarykova univerzita. Lékařská fakulta, 2009.
- NAJMAN, L. *3. část. Centrování brýlových čoček*. Česká oční optika, Praha: Česká společnost očních optiků a optomet, 2011, No. 3, s. 36–41. ISSN 1211-233X

Specifika korekce a volby korekční pomůcky u sportovců

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

U sportovců je nejen důležitý jejich fyzický výkon a kondice, ale zejména jejich zdravotní stav a s tím související i zrakové schopnosti. Stejně jak si sportovci mohou tréninkem zvýšit kondici, tak i vizuální schopnosti se mohou vylepšit speciálním cvičením a vhodnou korekcí. Správně zvolená korekce je u sportovců nutností. Proto je nezbytné, aby se sportovec nechal nejprve důkladně vyšetřit u očního specialisty, který by mu měl pomoci k nejlepší zrakové ostrosti.

OČNÍ VYŠETŘENÍ U SPORTOVců

1) Anamnéza

Anamnéza by měla předcházet jakémukoliv vyšetření. Dialogem mezi vyšetřujícím a vyšetřovaným se získávají data o nemocích, které pacient prodělal během života. Po prvotním zaměření se na pacientovo držení těla, jeho chůzi a vzhledu, má vyšetřující přehled o zdravotním stavu dotyčného.

Hlavní zájem vyšetřujícího je však v osobní a rodinné anamnéze. U osobní anamnézy se zjišťují důležité informace, jako jsou osobní údaje, zaměstnání, koníčky, aktuální refrakce, subjektivní potíže, oční nálezy, úrazy a operace a dále celkový zdravotní stav pacienta, zejména jaké užívá léky, zdali netrpí hypertenzí, diabetes, alergiemi, poruchou funkce štítné žlázy atd. U rodinné anamnézy jsou podstatné dědičné onemocnění. Z očních dědičných onemocnění pak vyšetřujícího zajímá katarakta, glaukom, strabismus a refrakční vady. Tento rozhovor by měl nasměrovat vyšetřujícího ke správnému zvolení vyšetřovacích postupů a poté korekčních pomůcek.

2) Zraková ostrost

Zraková ostrost je definována refrakčním stavem oka a schopností rozlišit od sebe dva body. Jedná se tedy o nejmenší úhlovou vzdálenost dvou bodů, které ještě dokážeme rozlišit okem. Dva body od sebe odlišíme, pokud mezi jejich obrazy na sítnici bude ležet přinejmenším 1 čípek.

Zraková ostrost se dělí na tři formy, statickou zrakovou ostrost (SVA), kontrastní citlivost a dynamickou zrakovou ostrost (DVA). K vyšetřování zrakové ostrosti se používají optotypy.

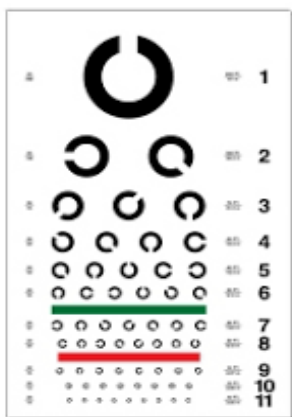
Statická zraková ostrost

Statická zraková ostrost je schopnost vidět nehybné cíle v dané vzdálenosti. Standardně se vyšetřuje na vzdálenost 6 metrů na Snellenových optotypech. Hodnocení statické zrakové ostrosti sportovce by se měla provádět s používanou korekcí na sportovní činnost a poté s nejlepší možnou subjektivně stanovenou optickou korekcí. Vizus o hodnotě minimálně 1,33 je pro vrcholové sportovce doporučován jako požadovaný standard.

Dynamická zraková ostrost

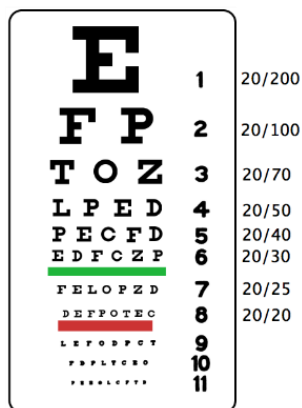
U spousty sportovních aktivit nemusí být nejdůležitější, zdali má sportovec na Snellenově optotypu vizus 1 a má tak dobrou statickou zrakovou ostrost. Důležitá je i dynamická zraková ostrost, která bývá ovlivňována rozlišovací schopností sítnice, okoohybnými schopnostmi, periferním viděním i psychikou.

U vysokorychlostních sportů je podstatné, jak sportovec vidí pohybující se cíl jeho zájmu. Dynamická zraková ostrost je tedy schopnost zachytit detail objektu v zorném poli u pohybujícího se objektu nebo hráče. Tohle je významné zejména u sportů jako je hokej, tenis a cyklistika. Dynamickou zrakovou ostrost lze vyšetřovat metodou podle Ludvigha a Millera, kdy vyšetřovaný sleduje Landoltův prstenek a taky pomocí Kirschnerova rotátoru či Shermanova disku. Při vizuálním tréninku lze zlepšit dynamickou zrakovou ostrost.



Obr. č. 1: Landoltovy prstence

<http://www.cascadilla.com/eyecharts/landoltC/images/poster-landoltC.jpg>



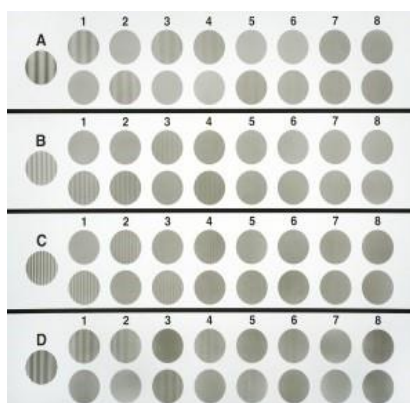
Obr. č. 2: Snellenův optotyp

https://cs.wikipedia.org/wiki/Snellenova_tabule

3) Kontrastní citlivost

Kontrastní citlivost je převrácená hodnota kontrastního prahu. Kontrastní práh je definován jako minimální kontrast, kdy od sebe odlišíme dva různě světelné objekty. Ve sportovním prostředí jsou odlišnější kontrasty než v každodenním životě.

Kontrastní citlivost je důležitá vizuální dovednost sportovců, která udává schopnost rychle identifikovat a sledovat objekty proti různým prostředím i při snížených světelných podmínkách. Obzvláště hráči baseballu a softballu musí sledovat pozorně míč i při nočních utkáních. Kontrastní citlivost lze změřit pomocí sinusové mřížky nebo na optotypu s proměnným kontrastem



Obr. č. 3: Kontrastní test CSV-1000

<http://www.vectorvision.com/csv1000-contrast-sensitivity/>



Obr. č. 4: Optotyp s proměnným kontrastem

<https://www.macuhealth.com/contrast-sensitivity-testing/>

4) Zorné pole

Zorné pole je část prostoru kolem fixačního bodu, které je okem sledováno. Centrální zorné pole zabírá zorný úhel 2-5° a získává se z něj 83 % informací. Obsahuje čípky v oblasti žluté skvrny, proto zprostředkovává vnímání barev a ostré vidění. Směrem k periferii se snižuje počet čípků, tudíž klesá i rozlišovací schopnost a vidění je zprostředkováno tyčinky. Periferní zorné pole je důležité v rozlišení pohybu okolí, orientaci v prostoru i vnímání za šera. Při porušení periferní části zorného pole je zachována zraková ostrost, ale nastane trubicovité vidění a neschopnost orientace v prostoru. Při výpadku centrálního zorného pole je snížena zraková ostrost.

Rozsah zorného pole je ohraničen očnicí, víčky, obočím, nosem a tvářemi. Fyziologické hodnoty jsou 90° temporálně, 60° nasálně, 60° superior a 70° inferior. V oblasti 15° temporálně od fixačního bodu se nachází defekt Marriotova bodu, což ukazuje výstup zrakového nervu z oka. Při pohledu obou očí současně se část zorného pole pravého a levého oka překrývají, což umožňuje splynutí obrazů z každého oka v jeden a je zaručeno prostorové vnímání. Zorné pole lze vyšetřit například konfrontační metodou a perimetry.

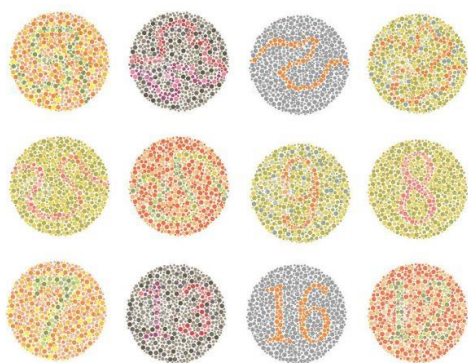
U sportovců by mělo být vysoce vyvinuté periferní vidění, které je možno testovat pomocí tzv. periferního trenažéru. Na trenažéru se testují periferní světelné podněty s dobou odezvy v osmi odlišných směrech zorného pole. Test se provádí za sníženého osvětlení, kdy pacient sleduje středový bod na trenažéru, který je umístěný na zdi v úrovni jeho očí a joystickem pohybuje tam, kde vnímá světla na periferii.

5) Barvocit

Barvocit neboli barevné vidění, je schopnost správného rozlišování barev pozorovaných předmětů, tedy vlnovou délku části spektra viditelného světla, které se od dotyčného předmětu odráží nebo prochází. Barevné vidění je proces, jehož základem je správná funkce světločivných buněk. Vidění za světla-fotopické vidění, je zprostředkováno čípkovými buňkami. Vidění ve tmě – skotopické umožňují tyčinky, které nerozlišují barvy.

Správné vnímání barev je u většiny sportů nezbytný fakt. Některé barvy dresů týmů jsou pro sportovce, kteří trpí poruchami rozeznávání barev, obtížně rozlišitelné a pokud týmy hrají

v barvách, které jsou pro dotyčného nevidomé, tak může mít potíže s udržení hry, nebude schopen předat míč spoluhráči. K vyšetření barvocitu se používají Stillingovy pseudoizochromatické tabulky, které mohou obsahovat 35 tabulek s vepsanými písmeny, obrázky nebo číslicemi a jejich principem je záměny barev a splývání a taky se využívá k vyšetření přístroj anomaloskop.



Obr. č. 5: Pseudoizochromatická tabulka

<https://grafas.ru/cs/buy-tables-of-rabbit-to-determine-color-blindness-check-yourself-for-color-blindness/>



Obr. č. 6: Anomaloskop

<https://www.oculus.de/cz/produkty/pristroje-testujici-zrak/hmc-anomaloskop/funkce/>

6) Binokulární vidění

Binokulární vidění je definováno jako koordinovaně senzomotorická činnost obou očí. Tato činnost zajišťuje vytvoření obrazu, který je pozorován. Obraz fixovaného předmětu se vytvoří v oblasti makuly obou očí a tím je zaručeno jeho vnímání. Předpokladem pro jednoduché binokulární vidění je senzomotorická koordinovaná činnost očí a normální retinální korespondence.

Jednoduché binokulární vidění má 3 stupně:

- **Simultánní vidění (superpozice):** současné vnímání sítnicemi obou očí.
- **Fúze:** schopnost spojit dva obrazy z obou očí v jeden vjem
- **Stereopse:** schopnost vytvoření hloubkového vjemu

Binokulární vidění se vyvíjí do 6 let. Vývoj je závislý na normálním anatomickém poměru a funkčním dispozicím. Pokud nastane během vývoje jejich přerušování, tak dochází k patologickému vývoji a poruše binokulárního vidění jako jsou amblyopie a strabismus.

MOŽNOSTI KOREKCE

Sportovci by měli používat korekci nejen pro zlepšení zrakové ostrosti, ale taky i jako ochranu před poraněním očí. Sportovní aktivity členíme na aktivity, které potřebují ochranu očí, tváře, krku a hlavy a na ty, u kterých není ochrana nutná a korekce zde plní funkci zkvalitnění vidění. Hypermetropičtí sportovci s korekcí do +1,0 dioptrií mohou sport provozovat bez větších problémů, přesto by jim korekční pomůcka mohla ulehčit při sledování blízkých a středně vzdálených předmětů. U myopických sportovců je potřebná korekce od -0,25 dioptrií. Pokud mají navíc i astigmatismus, tak by měla být řešena hodnota od -0,5 dioptrií a u anisotropie od 0,5 dioptrií.

Je důležité důkladně prokonzultovat se sportovci, jakou nejvhodnější korekční pomůcku zvolit, aby sportovec dosáhl nejlepších výsledků. Častá je kombinace kontaktních čoček, ochranných brýlí a dioptrických. Sluneční brýle by měly zajišťovat vhodnou spektrální propustnost a bez zkreslení barev.

1. Brýle

Sportovní brýle jsou navrženy tak, aby bezpečně a pohodlně sportovci seděly během fyzické aktivity, udržovaly jeho oči v bezpečí a zlepšily zrakovou ostrost, díky které může sportovec dosahovat nejlepších výsledků. Ve většině sportů správné vidění zvyšuje výkonnost. I pokud mají sportovci zrakovou ostrost 20/20, tak by jim správné sportovní brýle mohly pomoci ke snížení oslnění, zvýšení kontrastu, a tedy lepšího vidění a rychlejší reakce.

Čočky z polykarbonátu nebo vysoce odolné čočky proti nárazu by měly být základem každých sportovních brýlí. Oční lékař nebo optometrista by měl doporučit ochranné brýle sportovcům po úrazu oka nebo očních operacích, při kterých byly oční tkáně oslabeny (např. keratoplastika)

Odborníci se shodují na tom, že většině zranění očí souvisejících se sportem lze zabránit, pokud sportovci nosí ochranné brýle s polykarbonátovými čočkami.

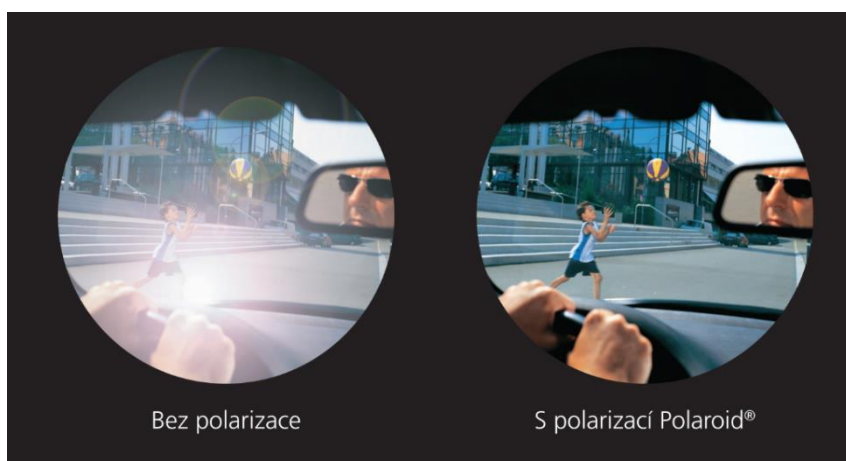
Lyžařské brýle by měly být nutností na horách. Obličejové štíty (buď tzv. klece nebo čiré polykarbonátové štíty) by měly být vždy nošeny hráči baseballu nebo softballu a každým, kdo hraje americký fotbal, hokej nebo paintball.

Sportovci by nikdy neměli používat na sport brýle vyrobené na každodenní nošení např. na ven nebo do kanceláře. Tyto brýle nejsou vyrobeny podle stejných ochranných standardů jako ochranné brýle a pravděpodobně se nárazem zničí. Brýlové čočky, které nejsou hodnoceny z hlediska bezpečnosti jako vhodné na sport, se mohou rozbít a způsobit vážné poranění očí.

Filtry

a) Polarizační

Brýle s polarizačním filtrem propouštějí pouze vertikální vlnění, a tudíž se vidění přes ně stává pohodlnější, kontrastnější a filtr zabraňuje nežádoucímu oslnění. Sportovní brýle s tímto filtrem snižují odlesky, takže sportovci mohou lépe vidět jiné hráče a míč. Polarizační filtry se používají pro řidiče, vodní sporty, cyklistiku i zimní sporty. Antireflexní vrstva je dalším reduktorem oslnění, který funguje i v noci, pokud sportovci hrají pod jasnými světly.



Obr. č. 7: Polarizační filtr

<https://optikapleyerova.cz/polarizace/polarizace/>

b) Samozabarvovací

Samozabarvovací neboli fotochromní čočky jsou další možností u sportovních brýlích. Tyto čočky jsou v interiéru čiré, ale ve slunečním světle se mění automaticky na střední nebo tmavý odstín čoček, v závislosti na intenzitě slunečního záření. Čočky jsou dostupné i v polykarbonátu, který je odolnější proti nárazům a je i lehčí než plast, což je výhodnější materiál pro sportovní brýle.

Fotochromní čočky jsou vhodnou volbou pro golfisty, u nichž se v průběhu kola často mění světelné podmínky, protože se pohybují ze slunečního světla do stínu. U venkovních sportů jsou také hodně využívány kvůli měnícímu se slunečnímu záření.



Obr. č. 8: Samozabarvovací filtr

<https://www.cbsnews.com/news/fda-approves-first-contact-lens-that-gets-darker-in-sunlight/>

c) Barevné filtry

Žlutý nebo oranžový

- Žlutý nebo oranžový filtr se využívají ke zvýšení kontrastu při nízkých světelných podmínkách venku, v zatažených, mlhavých podmínkách a pro vnitřní sporty.
- Sporty: cyklistika, střelba, lov, dále zimní sporty jako jsou lyžování, snowboarding, sněžné skútry a vnitřní sporty házená, basketbal, tenis.



Růžový nebo červený

- Zvyšují kontrast v zatažených a slunečných podmínkách, ale mohou způsobovat zřetelné barevné nerovnováhy.
- Sporty: jízda na kole, rybaření, lov, střelba, ze zimních sportů lyžování, snowboarding, sněžné skútry a vodní sporty.



Tmavě jantarový, měděný nebo hnědý

- Tyto filtry blokují velké množství modrého světla a tím zvyšují kontrast a ostrost vidění. Obzvláště jsou užitečné pro zvýšení kontrastu na trávě a proti modré obloze.
- Sporty: baseball, jízda na kole, rybaření, vodní sporty, golf, lov a ze zimních sportů lyžování.



Zelený

- Zelené filtry zvyšují kontrast při zachování vyváženosti barev.
- Sporty: baseball, golf.



Šedý

- Šedý filtr snižuje celkový jas při zachování normálního rozpoznávání barev.
- Sport: venkovní sporty při jasných světelných podmínkách.



Obrázky č. 9: Barevné filtry
<https://www.allaboutvision.com/sports/>

2. Kontaktní čočky

Kontaktní čočky mohou zvyšovat výkon u sportovců oproti brýlím tím, že poskytují širší zorné pole. Brýle svými rámy omezují nejen šířku zorného pole, ale i periferní vidění. Proto kontaktní čočky poskytují u sportovců rychlejší reakce na pohybující se objekty i hráče. Další výhodou oproti brýlím je nižší riziko poranění očí způsobené korekční pomůckou. U sportů, které vyžadují ochranu hlavy nebo ochranné brýle je vhodné zvolit kontaktní čočky, protože nenarušují pohodlí těchto ochranných pomůcek.

Kontaktní čočky se dělí:

1. Dle materiálu:
 - Tvrdé
 - a) nepropustné pro plyny (sklo, PMMA)
 - b) plynopropustné (RGP rigid gas permeable)
 - Měkké
 - a) hydrofobní, nepropustné pro vodu
 - b) hydrofilní s nízkým obsahem vody (35 % - 45 %), se středním obsahem vody (45 % - 60 %), s vysokým obsahem vody (60 % - 90 %)
 - Hybridní (kombinace materiálu tvrdých a měkkých čoček)
2. Dělení dle tvaru:
 - Přední plochy
 - a) Jednozónová

- b) Lentikulární
 - c) Tórická
 - d) Bifokální
 - e) Multifokální
- Zadní plochy
 - a) Jednozónová
 - b) Vícezónová
 - c) Asférická
3. Dělení dle velikosti
- Korneální (průměr do 12 mm)
 - Semisklerální (průměr 12–15 mm)
 - Sklerální (průměr 12–24 mm)
4. Dělení dle způsobu výměny
- Konvenční – roční
 - Pro plánovanou výměnu – čtvrtletní, měsíční, čtrnáctidenní
 - Jednorázové – jednodenní
 -
5. Dělení dle způsobu nošení
- Denní
 - Flexibilní
 - Prodloužené
 - Kontinuální
6. Dělení dle účelu
- Korekční
 - Terapeutické
 - Preventivní
 - Diagnostické
 - Kosmetické
 - Ortokeratologie

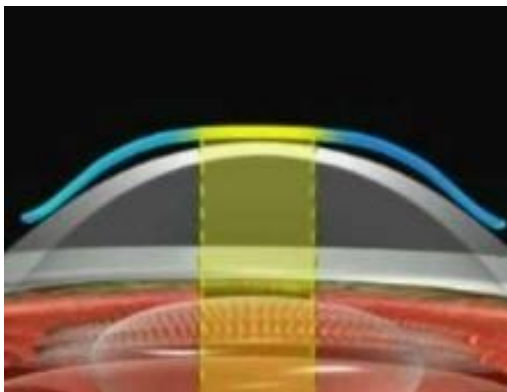
Sportovci, kteří potřebují korekční pomůcku, nosí častěji měkké kontaktní čočky, přestože by někteří mohli zvolit RGP plynopropustné kontaktní čočky vzhledem k jejich výhodám. Mezi hlavní výhodu patří jejich tuhost, díky které udržují svůj tvar na oku. To umožňuje korekci rohovkového astigmatismu a jiných rohovkových abnormalit. Další výhody jsou vyšší propustnost pro kyslík, neusazování tolik nečistot a jsou vhodnější pro lidi se suchými očima. Nicméně jejich nevýhodou je delší test tolerance, proto sportovci raději volí měkké kontaktní čočky, u nichž nemusí čekat, až se čočka přizpůsobí na oku.

3. Ortokeratologie

Tato metoda je vhodná pro ty sportovce, kteří nebyli úspěšnými nositeli kontaktních čoček přes den a nechtějí nebo nemohou z jiných důvodů nosit brýle. Je to ideální volba pro sportovce, kteří jsou příliš mladí na refrakční laserové zákroky. Jedná se o nošení speciálně navržených kontaktních čoček, které jsou plynopropustné, nosí se přes noc během spánku, ráno se sundají a zlepšují zrakovou ostrost tím, že srovnávají zakřivení rohovky. Metoda slouží k přechodnému snížení krátkozrakosti a astigmatizmu. U sportovce s refrakcí mezi -0,75 D až -4,0 D a astigmatismus do 1,5 D bude ortokeratologie nejúčinnější.

U některých lidí, kteří aplikují metodu ortokeratologie a nosí čočky k tomu určené, může trvat i několik týdnů, než se dosáhne stabilního ostrého vidění během dne. Často je potřeba pouze jednoho páru čoček. U složitějších případů jsou nutné i další páry s upravenými parametry.

Jakmile se dosáhne požadované úrovně ostrosti, jasnosti a stability, stále bude nutné nosit čočky i přes noc, aby se rohovka udržela ve správném tvaru pro kvalitní denní vidění. Nemusí se nosit každou noc, protože někdy je každá druhá noc dostačující k dobré zrakové ostrosti.



Obr. č. 10: Ortokeratologie

<https://is.muni.cz/elportal/estud/lf/js10/kontakt/web/pages/cocky-klinicka-praxe.html>

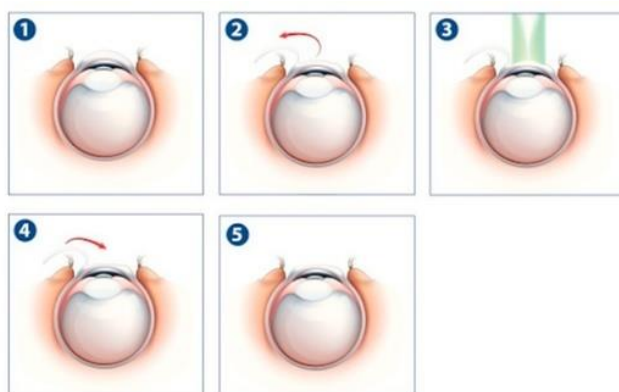
4. Refrakční laserové operace

Refrakční laserové operace nabízejí způsoby, jak se zbavit korekčních pomůcek, jako jsou brýle a kontaktní čočky, které nejsou vhodné při kontaktních sportech, například boxu.

Laserové operace může podstoupit pacient, který je starší 18 let a má stabilní refrakční vadu, což znamená, že se mu nezměnily dioptrické hodnoty o 0,25 – 0,5 dioptrií během posledních 6-12 měsíců. Před každým zákrokem je nutné udělat důkladné předoperační vyšetření, které zahrnuje refrakční vyšetření, vyšetření vízu, topografie rohovky, vyšetření předního segmentu, nitroočního tlaku, pachymetrii, pupilometrii, Schirmerův test atd.

Fotorefraktivní keratometrie (PRK) základem této metody je odstranění epitelové vrstvy rohovky a provedení povrchové laserové fotoablace. Excimerovým laserem se vytvoří přesné zakřivení rohovky. Laser, který je řízený pomocí počítače, dodává impulsy UV světlem a tím odstraní tkáň. Po provedené operaci je pacientovi naaplikovaná kontaktní čočka, která chrání oko. Buňky epitelu se obnovují po pěti dnech a po této době se vyjme i kontaktní čočka.

Laser in situ (LASIK) je nejběžnější laserová operace využívaná pro léčbu krátkozrakosti, dalekozrakosti i astigmatismu. Laser zformuluje rohovku tak, aby dopadající paprsky světla vstupovaly do oka na sítnici. Z rohovky se seřízne lamela (epitelový flap) o tloušťce mezi 130–180 μm anebo se vytvoří lamela femtosekundovým laserem. Následně se excimerovým laserem provádí fotoablace, očistí se stroma a lamela se opět přiklopí. Zraková rehabilitace může trvat několik dní. Po 1 měsíci by mělo být vidění stabilní.



Obr. č. 11: LASIK

<https://www.groupon.com/articles/lasik-eye-surgery>

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-701-3362-7.

ERICKSON, Graham B. *Sports vision: vision care for the enhancement of sports performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann, c2007. ISBN 978-0-7506-7577-2.

KITCHEN, Clyde K. *Fact and fiction of healthy vision: eye care for adults and children*. Westport, Conn. ISBN ISBN978-0275993450.

KOLARČÍK, Lukáš, Václav DEDEK a Michal PTÁČEK. *Příručka pro sestry v oftalmologii*. Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5458-1.

KROUPOVÁ, Kateřina. *Slovník speciálněpedagogické terminologie: vybrané pojmy*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5264-8.

KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.

KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Vyšetřování oka*. Brno, 1995. ISBN 80-701-3195-0.

PETROVÁ, Sylvie, Zdeňka MAŠKOVÁ a Tomáš JUREČKA. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2.

SEVERA, David, Petr VESELÝ a Pavel BENEŠ. *Základy metod korekce refrakčních vad*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2016. Elportál. ISBN 978-80-210-8289-2.

VENTRUBA, J., *Kontrastní citlivost, testování a příčiny jejího snížení.: Česká oční optika*. Společenstvo českých optiků a optometristů., 2008, **2008**(1). ISSN 1211 233X.

Internetové zdroje:

<https://www.scribd.com/presentation/205726314/Basic-of-Ophthalmology-Examinations>

<http://lekarske.slovniky.cz/lexikon-pojem/zrakova-ostroost>

<https://www.sportsvision.pro/sports-vision-testing#contrastsens>

<http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/living-with-colour-vision-deficiency/sport/>

<https://www.allaboutvision.com/>

Specifics of correction and choice of correction aid for athletes

Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

For athletes, is not only important their physical performance and fitness, but also their health and related visual skills. Just as athletes can improve their fitness by training, they can also improve their visual skills with a special exercise and appropriate correction. Correctly selected correction is a must for athletes. Therefore, it is essential that the athlete be thoroughly examined first by an ophthalmologist who should assist him with the best visual acuity.

SPORTS EYE EXAMINATION

1) Anamnesis

The anamnesis should precede any examination. Dialogue between the doctor and the patient acquires data about the illness that the patient has suffered during his or her life. After initially focusing on the patient's posture, walking and appearance, the doctor has an overview of the patient's health.

However, the doctor's primary concern is in a personal and family history. Personal history identifies important information such as personal data, employment, hobbies, current refraction, subjective complaints, eye findings, injuries and operations, as well as the patient's general health, especially what medication he uses, whether he is suffering from hypertension, diabetes, allergies, disorder thyroid function, etc. In a family history there is a substantial hereditary disease. The doctor is interested in illness such as cataracts, glaucoma, strabismus and refractive defects. This interview should direct the doctor to the correct choice of procedures and then correction aids. (1)

2) Visual acuity

Visual acuity is defined by the refractive state of the eye and the ability to distinguish between two points. (2) It is therefore the smallest angular distance of two points, which we can still distinguish by eye. We will distinguish two points from each other if there are at least 1 suppository between their images on the retina.

Visual acuity is divided into three forms, static visual acuity (SVA), contrast sensitivity, and dynamic visual acuity (DVA). Optotypes are used to investigate visual acuity.

Static visual acuity

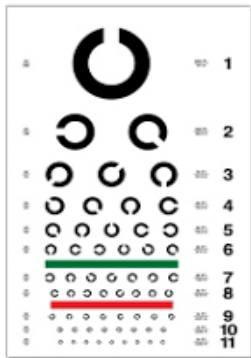
Static visual acuity is the ability to see motionless targets at a given distance. By default, it is examined at a distance of 6 meters on Snellen optotypes. Athlete static visual acuity assessment should be performed with the sports correction applied and then with the best possible subjectively determined optical correction.

A minimum of 1.33 is recommended for top athletes as a required standard.

Dynamic visual acuity

For many sporting activities, it may not be most important whether the athlete has a visual acuity on the Snellen optotype vizus 1. Dynamic visual acuity is also important, which is influenced by the resolution of the retina, ocular mobility, peripheral vision and psyche.

For high-speed sports, it is essential how an athlete sees the moving goal of his interest. Dynamic visual acuity is therefore the ability to capture the detail of an object in the field of view of a moving object or player. This is particularly important for sports such as hockey, tennis and cycling. Dynamic visual acuity can be investigated by the method of Ludvigh and Miller, where the investigator follows the Landolt ring, and also using the Kirschner rotator or Sherman disk. In visual training, dynamic visual acuity can be improved.



Pic. n. 1: Landolt ring

<http://www.cascadilla.com/eyecharts/landoltC/images/poster-landoltC.jpg>



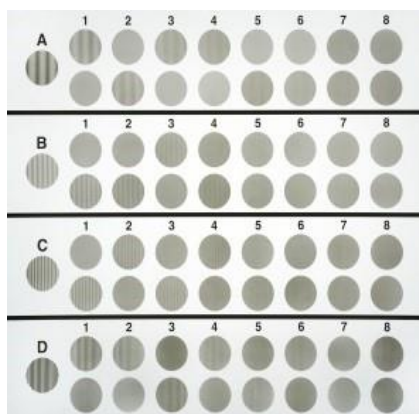
Pic. n. 2: Snellen optotype

https://cs.wikipedia.org/wiki/Snellenova_tabule

3) Contrast sensitivity

Contrast sensitivity is the reciprocal of the contrast threshold. The contrast threshold is defined as the minimum contrast where we distinguish two differently light objects. In a sports environment, contrasts are more different than in everyday life.

Contrast sensitivity is an important visual skill of athletes, which indicates the ability to quickly identify and track objects against different environments, even under low light conditions. Especially baseball and softball players have to watch the ball closely during night games. Contrast sensitivity can be measured using a sinusoidal grid or a variable contrast optotype.



Pic. n. 3: Contrast test CSV-1000

<http://www.vectorvision.com/csv1000-contrast-sensitivity/>



Pic. n. 4: Optotype with contrast

<https://www.macuhealth.com/contrast-sensitivity-testing/>

4) Field of view

The field of view is the part of the area around the fixation point that is monitored by the eye. The central field of view occupies 2-5 degrees of vision and receives 83 % of the information. It contains suppositories in the area of yellow spots, so it conveys color perception and sharp vision. Towards the periphery, the number of suppositories decreases, hence the resolution is decreased and vision is mediated by rods. Peripheral field of view is important in the resolution of the surroundings, orientation in space and perception in the dark. Visual acuity is maintained when the peripheral part of the visual field is broken, but tubular vision and inability to orient in space occur. Visual acuity is reduced when the central field of view fails.

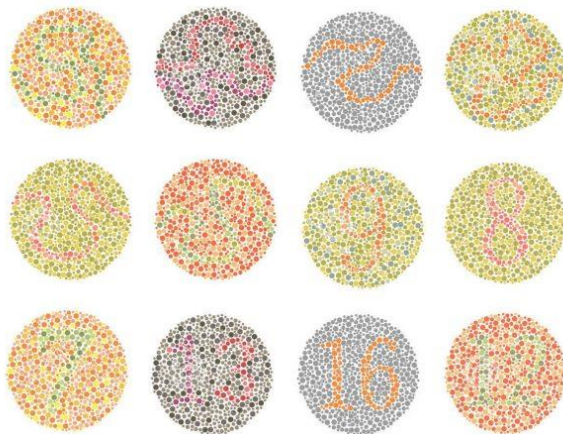
The field of view is bounded by the eyecup, eyelids, eyebrows, nose, and cheeks. Physiological values are 90 ° temporal, 60 ° nasal, 60 ° superior, and 70 ° inferior. In the region 15 ° temporally from the fixation point, there is a Marriot Point defect, which shows the optic nerve output from the eye. At the same time, when both eyes are viewed, a portion of the field of view of the right and left eye overlaps, allowing the images to be merged from one eye to another and spatial perception guaranteed. The field of view can be examined, for example, by the confrontation method and perimeters.

For athletes, peripheral vision should be highly developed and can be tested with a so-called peripheral trainer. Peripheral light stimuli with a response time in eight different directions of field of view are tested on the simulator. The test is performed under reduced illumination, where the patient follows the center point on the treadmill, which is placed on the wall at his eye level and moves the joystick where he perceives the lights on the periphery.

5) Coloring

Color vision is the ability to correctly distinguish the colors of the observed objects, that is, the wavelength of the visible light spectrum that is reflected or passed from the object in question. Color vision is a process based on the proper functioning of light-sensitive cells. Light-vision photopic vision is mediated by suppository cells. Vision in the dark - scotopic allow sticks that do not distinguish colors.

The right color perception is essential for most sports. Some team's jersey colors are difficult to distinguish for athletes suffering from color recognition disorders, and if teams play in colors that are for the blind, they may have difficulty maintaining the game, not being able to pass the ball to a teammate. Stilling's pseudo-isochromatic tables are used to examine the color vision, which can contain 35 tables with inscribed letters, pictures or figures and their principle is to change colors and blends and also doctor can use anomaloscope for examination.



Pic. n. 5: Pseudoisochromatic test

<https://grafas.ru/cs/buy-tables-of-rabbit-to-determine-color-blindness-check-yourself-for-color-blindness/>



Pic. n. 6: Anomaloscope

<https://www.oculus.de/cz/produkty/pristroje-testujici-zrak/hmc-anomaloskop/funkce/>

6) Binocular vision

Binocular vision is defined as a coordinated sensorimotor activity of both eyes. This activity ensures that the image is observed. An image of the fixed object is formed in the area of the macula of both eyes, thereby ensuring its perception. A prerequisite for simple binocular vision is sensorimotor coordinated eye activity and normal retinal correspondence.

Simple binocular vision has 3 levels:

- **Simultaneous vision (superposition):** simultaneous perception of the retinas of both eyes.
- **Merger:** the ability to combine two images from both eyes into one perception

- **Stereopse:** ability to create a deep perception

Binocular vision develops within 6 years. The development depends on normal anatomical ratio and functional dispositions. If interruption occurs during development, pathological development and disturbance of binocular vision such as amblyopia and strabismus occur.

CORRECTION AID OPTIONS

Athletes should use correction not only to improve visual acuity, but also to prevent eye injury. Sports activities are divided into activities that need protection of eyes, face, neck and head, and those in which protection is not necessary and correction is here to improve vision. Hypermetropic athletes with correction to +1.0 diopters can run the sport without any problems, but the correction aid could make it easier for them to watch near and far distant subjects. In myopic athletes, a correction from -0.25 diopters is needed. In addition, if astigmatism is present, a value from -0.5 dioptres and 0.5 dioptres for anisometropia should be addressed.

It is important to thoroughly consult the athletes on what the most appropriate correction aid to choose in order for the athlete to achieve the best results. A combination of contact lenses, protective goggles and diopters is common. Sunglasses should provide appropriate spectral throughput and color distortion.

1. Glasses

Sports goggles are designed to fit the athletes safely and comfortably during their physical activity, keeping their eyes safe and improving visual acuity, allowing the athlete to achieve the best results. In most sports, proper vision increases performance. Even if athletes have a visual acuity of 20/20, the correct sports goggles could help them reduce glare, increase contrast, and thus better vision and faster response.

Polycarbonate lenses or high-impact impact lenses should be the basis of any sports eyewear. An ophthalmologist or optometrist should recommend protective goggles to athletes after eye injury or ophthalmic surgery where ocular tissues have been weakened (eg keratoplasty)

Experts agree that most sports-related eye injuries can be prevented by wearing protective glasses with polycarbonate lenses.

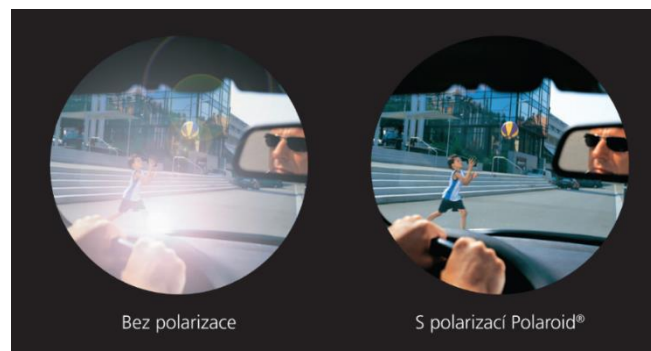
Ski goggles should be a must in the mountains. Face shields (either cages or clear polycarbonate shields) should always be worn by baseball or softball players and anyone who plays American football, hockey or paintball.

Athletes should never use sports glasses made for everyday wear, such as outside or in the office. These goggles are not made to the same protective standards as goggles and are likely to be destroyed by impact. Spectacle lenses that are not rated as suitable for sport may be broken and cause serious eye injury.

Filters

a) Polarizing

Polarizing filter goggles allow only vertical waves to pass through, making vision through them more comfortable, contrasting, and filtering to prevent unwanted glare. Sports glasses with this filter reduce glare, so athletes can better see other players and the ball. Polarizing filters are used for drivers, water sports, cycling and winter sports. The anti-glare coating is another glare reducer that works at night if athletes play under bright lights.



Pic. n. 7: Polarizing filter

<https://optikapleyerova.cz/polarizace/polarizace/>

b) Self-coloring

Self-coloring or photochromic lenses are another option in sports glasses. These lenses are clear in the interior, but in sunlight they change automatically to medium or dark lenses, depending on the intensity of the sun. Lenses are also available in polycarbonate, which is more resistant to impact and is lighter than plastic, which is the preferred material for sports goggles.

Photochromic lenses are a good choice for golfers who often change light conditions during the round as they move from sunlight to shade. They are also used extensively for outdoor sports due to changing sunlight.



Pic. n. 8: Self-coloring filter

<https://www.cbsnews.com/news/fda-approves-first-contact-lens-that-gets-darker-in-sunlight/>

c) Color filters

Yellow or orange

- A yellow or orange filter is used to increase the contrast in low-light conditions outdoors, in overcast, foggy conditions and for indoor sports.

- Sports: cycling, shooting, hunting, as well as winter sports such as skiing, snowboarding, snowmobile and indoor sports handball, basketball, tennis.



Pink or red

- Increase contrast in overcast and sunny conditions, but may cause distinct color imbalances.
- Sports: cycling, fishing, hunting, shooting, winter sports skiing, snowboarding, snowmobiling and water sports.



Dark amber, copper or brown

- These filters block large amounts of blue light and thus increase visual contrast and sharpness. Especially useful for increasing the contrast on the grass and against the blue sky.
- Sports: baseball, cycling, fishing, water sports, golfing, hunting and winter sports skiing.



Green

- Green filters increase contrast while maintaining color balance.
- Sports: Baseball, Golf.



Gray

- Gray filter reduces overall brightness while maintaining normal color recognition.
- Sport: outdoor sports in bright lighting conditions.



Pic. n. 9: Color filters

<https://www.allaboutvision.com/sports/>

2. Contact lenses

Contact lenses can increase the performance of athletes versus glasses by providing a wider field of view. Glasses with their frames not only reduce the width of the field of vision, but also the peripheral vision. Therefore, contact lenses provide athletes with faster responses to moving objects and players. Another advantage over glasses is the lower risk of eye injury caused by the correction aid. For sports that require head protection or goggles, contact lenses should be chosen because they do not interfere with the comfort of these protective gear.

Contact lenses are divided:

1. By material:

- Hard

- a) gas impermeable (glass, PMMA)
- b) RGP rigid gas permeable

-Soft

- a) hydrophobic, waterproof
- b) hydrophilic with a low water content (35% - 45%), medium water content (45% - 60%), high water content (60% - 90%)

- Hybrid (combination of hard and soft lenses)

2. Division by Shape:

- Front surfaces

- a) Single Zone
- b) Lenticular
- c) Toric
- d) Bifocal
- e) Multifocal

- Rear surfaces

- a) Single Zone
- b) Multi-zone
- c) Aspheric

3. Division by size

- Corneal (diameter up to 12 mm)
- Semiscleral (diameter 12–15 mm)
- Scleral (diameter 12–24 mm)

4. Division by way of exchange

- Conventional - annual
- For the planned exchange - quarterly, monthly, fortnightly
- Disposable - overnight

5. Cutting by way of wearing

- Daily
- Flexible
- Extended
- Continuous

6. Division by purpose

- Correction
- Therapeutic
- Preventive
- Diagnostic
- Cosmetic
- Orthokeratology

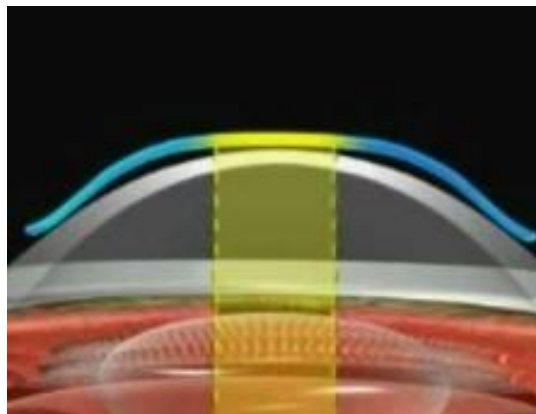
Athletes who need a correction aid wear soft contact lenses more often, although some might choose RGP gas permeable lenses because of their benefits. The main advantage is their stiffness, which keeps their shape on the eye. This allows correction of corneal astigmatism and other corneal abnormalities. Other advantages are higher oxygen permeability, non-settling of so many impurities and are more suitable for people with dry eyes. However, their disadvantage is a longer tolerance test, so athletes prefer to choose soft contact lenses, where they do not have to wait for the lens to adjust to the eye.

3. Orthokeratology

This method is suitable for those athletes who have not been successful wearers of contact lenses during the day and do not want or cannot wear glasses for other reasons. It is an ideal choice for athletes who are too young to refract laser surgery. It is the wearing of specially designed contact lenses that are gas permeable, worn overnight during sleep, removed in the morning and improved visual acuity by comparing the curvature of the cornea. The method serves to temporarily reduce myopia and astigmatism. For an athlete with refraction between -0.75 D to -4.0 D and astigmatism up to 1.5 D will be orthokeratology most effective.

Some people who use the orthokeratology method and wear lenses for this purpose may take several weeks to achieve stable sharp daytime vision. Often, only one pair of lenses is needed. In more complex cases, additional pairs with modified parameters are required.

Once the desired level of sharpness, clarity and stability has been achieved, it will still be necessary to wear the lenses overnight to maintain the cornea in the correct shape for quality day vision. They do not have to be worn every night because sometimes every second night is sufficient for good visual acuity.



Pic. n. 10: Orthokeratology

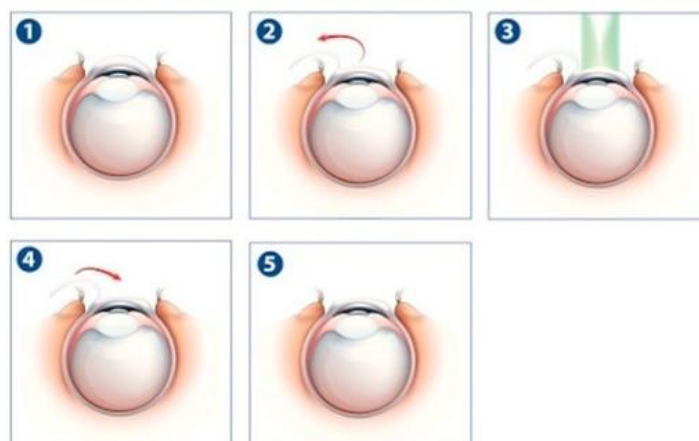
<https://is.muni.cz/elportal/estud/lf/js10/kontakt/web/pages/cocky-klinicka-praxe.html>

4. Refractive laser surgery

Refractive laser surgery offers ways to get rid of correction aids such as glasses and contact lenses that are not suitable for contact sports such as boxing. Laser surgery may be performed by a patient over 18 years of age with a stable refractive error, which means that dioptric values of 0.25 - 0.5 diopters have not changed over the last 6-12 months. Before each procedure, a thorough preoperative examination, including refractive examination, visual examination, corneal topography, anterior segment examination, intraocular pressure, pachymetry, pupilometry, Schirmer test, etc., must be performed.

Photorefractive Keratometry (PRK) is the basis of this method for removing the corneal epithelial layer and performing surface laser photoablation. Precise curvature of the cornea is formed by the excimer laser. A computer-controlled laser delivers pulses of UV light to remove tissue. After the operation, a contact lens is applied to the patient to protect the eye. The epithelial cells are renewed after five days, after which the contact lens is removed.

Laser in situ (LASIK) is the most common laser surgery used to treat myopia, hyperopia and astigmatism. The laser flattens the cornea so that the incident rays of light enter the eye of the retina. A lamella (epithelial flap) of between 130-180 μm is cut from the cornea or a lamella of the femtosecond laser is formed. Subsequently, photoablation is performed with the excimer laser, the stroma is cleaned and the lamella is folded again. Visual rehabilitation may take several days. After 1 month, vision should be stable.



Pic. n. 11: LASIK

<https://www.groupon.com/articles/lasik-eye-surgery>

LIST OF USED LITERATURE

AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-701-3362-7.

ERICKSON, Graham B. *Sports vision: vision care for the enhancement of sports performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann, c2007. ISBN 978-0-7506-7577-2.

KITCHEN, Clyde K. *Fact and fiction of healthy vision: eye care for adults and children*. Westport, Conn. ISBN 978-0-275993450.

KOLARČÍK, Lukáš, Václav DEDEK a Michal PTÁČEK. *Příručka pro sestry v oftalmologii*. Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5458-1.

KROUPOVÁ, Kateřina. *Slovník speciálněpedagogické terminologie: vybrané pojmy*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5264-8.

KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.

KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Vyšetřování oka*. Brno, 1995. ISBN 80-701-3195-0.

PETROVÁ, Sylvie, Zdeňka MAŠKOVÁ a Tomáš JUREČKA. *Základy aplikace kontaktních čoček*. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2008. ISBN 978-80-7013-470-2.

SEVERA, David, Petr VESELÝ a Pavel BENEŠ. *Základy metod korekce refrakčních vad*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2016. Elportál. ISBN 978-80-210-8289-2.

VENTRUBA, J., *Kontrastní citlivost, testování a příčiny jejího snížení.: Česká oční optika*. Společenstvo českých optiků a optometristů., 2008, **2008**(1). ISSN 1211 233X.

Webs:

<https://www.scribd.com/presentation/205726314/Basic-of-Ophthalmology-Examinations>

<http://lekarske.slovníky.cz/lexikon-pojem/zrakova-ostroost>

<https://www.sportsvision.pro/sports-vision-testing#contrastsens>

<http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/living-with-colour-vision-deficiency/sport/>

<https://www.allaboutvision.com/>

Bc. Tereza Tesařová, Mgr. Jakub Král

Rozšíření vergenčních vad v populaci

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Brno

Anotace

Práce se zabývá výskytem heteroforie v populaci. Popisuje problémy způsobené dekompenzovanou heteroforií a důležitost znalosti její kompenzace. Experimentální část se věnuje zastoupení jednotlivých typů heteroforií ve skupině vysokoškolských studentů.

Klíčová slova

Binokulární vidění, vergenční vady, skryté šilhání.

Pro prostorové vnímání našeho okolí je důležité binokulární vidění. Jsme díky němu schopni vnímat různé prostorové detaily, odhadovat vzdálenosti, popřípadě konat různé aktivní činnosti jako např.: sporty, různá povolání aj. Jeho správné fungování je také důležitou součástí komfortního fungování v běžném životě. Poruchy binokulárního vidění mohou způsobovat negativní symptomy a projevují se řadou problémů. Je proto velice důležité, aby byly osoby provádějící refrakci očí schopni vhodnými testovými metodami odhalit a následně i řešit problémy s binokularitou.

Konkrétní porucha binokularity, na kterou se tato práce soustřeďuje, se nazývá heteroforie. Jedná se o skryté resp. ne zjevné šilhání velice rozšířené mezi lidmi. Může se vyskytovat při pohledu do blízka, do dálky, nebo na obě vzdálenosti. Ne všechny heteroforie jsou symptomatické a způsobují potíže. Je tedy nutné umět rozpoznat v jakém případě zasahovat a snažit se nalézt řešení a v jaké situaci není řešení nutné.

Zrakový systém

Náš zrakový systém dokáže zprostředkovat binokulární vjem pouze, pokud je dobře vyvinuta okulomotorika, nervový systém a zároveň jsou obě oči dokonale schopny kooperovat. Součástí jednoduchého binokulárního vidění je i schopnost vytvářet retinální obrazy v místech sítnic obou očí, které spolu korespondují. Pokud je postavení očí rovnovážné, pak se tento stav nazývá ortoforie, naopak při nerovnovážném postavení jde o heteroforii nebo heterotropii. [1, 2]

Ortoforie

V případě ortoforie, kdy je postavení očí v rovnovážném stavu, jsou vizuální osy při pohledu na nekonečno paralelní. Tento stav platí jak za přítomnosti fúze, tak při disociaci. Binokulárního vjemu je dosaženo bez potíží. [2, 3, 4]

Heteroforie

Postavení očí není v tomto případě v rovnovážném stavu, ale na rozdíl od heterotropie je zjištělná až po porušení fúze. Právě proto se tento typ šilhání nazývá skryté, nebo také latentní. Tato vada může mít mnoho různých příčin jako např.: chybné anatomické rozložení svalů, dysfunkci akomodačně konvergentního mechanismu, chybné fungování jednoho nebo více očních svalů. Velikost heteroforie není stabilní, mění se jak v průběhu dne, tak i během vyšetření. Výsledky může ovlivnit zvolená testová metoda, únava oční či celková, popřípadě i nemoc. [5, 6, 3]

Heteroforie může být přítomna jako kompenzovaná, tento případ se týká většiny osob s heteroforií, anebo dekompenzovaná. Dekompenzovaná se projevuje symptomatickými obtížemi, jako jsou diplopie při únavě, slzení, světloplachost, pálení očí a bolesti hlavy, zároveň se při ní utváří suprese. [6, 7]

Vzhledem k závislosti heteroforie na akomodačně konvergentním reflexu rozlišujeme heteroforie do blízka a do dálky. Jejich hodnoty se rovnají pouze při normálním fungování akomodačně konvergentního reflexu. [6, 7]

Heteroforie rozlišujeme na horizontální (esoforie, exoforie), vertikální (hypoforie, hyperforie) a cykloforie (incykloforie, excykloforie). Refrakční vady mají vliv na velikost i typ heteroforie. Hypermetropové budou tíhnout k esofoirii, a naopak myopové k exofoirii. Dále je

nutné vzít v úvahu i fakt, že měření probíhá za statických podmínek a v potaz by měla být brána i hodnota fúzních rezerv, které působí jako vyvažovací prvek heteroforie. [6, 7]

Epidemiologie vergenčních vad

Heteroforie patří spíše mezi běžné nálezy oproti ortoforii, která je spíše ideálním stavem. Udává se výskyt ortoforie mezi 20 – 30 % vyšetřovaných, ale mohou k nim být připočítáváni i vyšetřovaní s velice malou vadou. Šilhání skryté v primárním postavení připadá na 70 – 80 % pacientů. Do blízka se udává až 100 % výskytovost. Samotné vertikální forie zabírají 15 – 24 %, ale kombinovaná forma vertikálních a horizontálních forií se vyskytuje až u 45 % případů. Přes vysoký výskyt heteroforií se o dekompenzovanou variantu jedná pouze v cca 10 % případů. Právě díky tomuto nižšímu číslu je povědomí lidí nepohybujících se v oboru optiky a optometrie o heteroforii a s ní spojenými problémy téměř mizivé. [6, 3]

Výskyt vergenčních vad jsem si ověřoval na skupině studentů Fakulty Biomedicínského inženýrství ČVUT. Výzkum měl za cíl potvrzení pravdivosti či nepravdivosti určitých předpokladů ohledně obecně známých faktů o heteroforii.

Metodika výzkumu

Probandi experimentu byli studenti vysoké školy ve věku 19 až 26 let. Celkový počet účastníků byl 50. Z toho 30 žen a 20 mužů. Vyšetřovací vzdálenost byla 6 metrů.

Začátek vyšetření spočíval ve zpracování anamnézy. Pomocí dotazníku byla kromě rodinné, celkové a oční anamnézy hlavně zjišťována možná přítomnost dekompenzované heteroforie. Jako další krok byla zjišťována objektivní refrakce pomocí autorefraktometru. Hodnoty naměřené autorefraktometrem byly použity jako výchozí bod pro subjektivní refrakci, která následovala po zjištění naturálního visu. Sférocylická refrakce byla provedena na Snellenovo optotypu. Postupně byla naměřena nejlepší sféra, následně byla na bodovém Dot testu za pomoci Jacksonova zkříženého cylindru vykorigována cylindrická část korekce a po kontrole sféry následovalo binokulární akomodační vyvážení využívající třířádkový polarizační test.

Další testy se již týkaly binokulárního statusu vyšetřovaného. Využito bylo širší spektrum metod. Nejdříve cover testy metodami cover-uncover a cross-cover, jimiž se dá odhalit jak heterotropie tak i heteroforie. Dalším testem byl křížový Cross test s fúzním podnětem, měřící asociační forii, následně byl odebrán fúzní podnět a měřena byla disociovaná

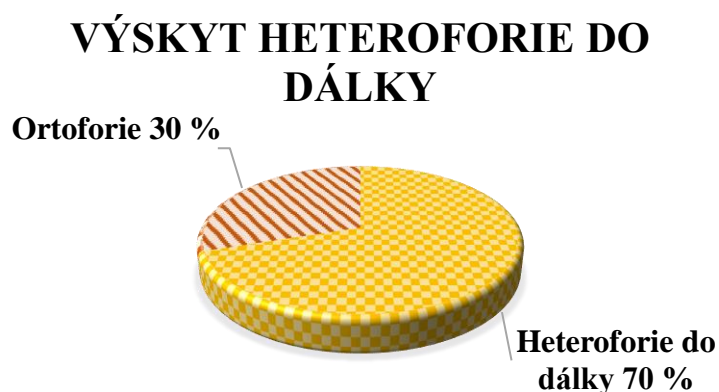
forie. Disociovaná forie byla tedy měřena Cross testem bez fúzního podnětu, Maddox rod testem do dálky a Schoberovým testem.

Disociovaná forie byla zjišťována i na blízko, a to ve vzdálenosti 40 cm před očima vyšetřovaného. Využito bylo Cross testu bez fúzního podnětu a Maddox rod testu.

Celkově byly hodnoty měřeny s přesností na 0,25 pD. Délka měření byla nejčastěji okolo 20 – 30 minut, nicméně u některých složitějších probandů se čas vyšplhal až na 40 minut. Jako heteroforik s horizontální forií byl označen proband, jehož naměřené hodnoty dosahovaly 1 pD a vyšší. Označení heteroforik s vertikální forií pak dostali probandi s hodnotami 0,5 pD a vyšší. Tyto dvě hranice byly vymezeny na základě aplikování prizmatických čoček do brýlové korekce, kdy brýlemi kompenzujeme vadu vertikální od 0,5 pD a vadu horizontální až od 1 pD.

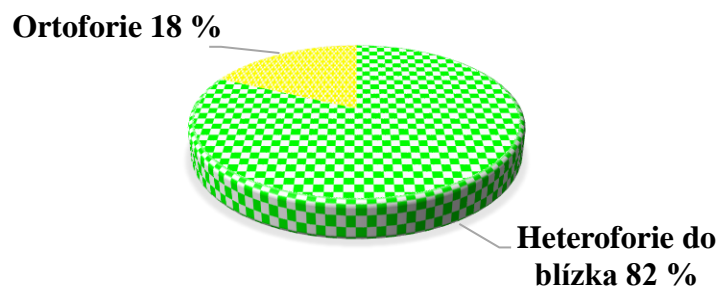
Výsledky měření

V primárním postavení očí do dálky byla celkem z 50 osob heteroforie do dálky potvrzena u 35 jedinců, což se rovná 70 % (obrázek 1) a do blízka u 41 osob (82 %) (obrázek 2). Pouze 5 osobám, kterým byla diagnostikována heteroforie na dálku, nebyla prokázána heteroforie na blízko. Tyto hodnoty vychází z měření pomocí Maddox rod testu do blízka a do dálky. V případě Cross testu bez fúzního podnětu na dálku i na blízko byly hodnoty výrazně nižší. Konkrétně 21 osob (42 %) s heteroforií na dálku a 33 osob (66 %) s heteroforií na blízko.



Obrázek 11: Výskyt heteroforie do dálky

VÝSKYT HETEROFORIE DO BLÍZKA



Obrázek 12: Výskyt heteroforie do blízka

Heteroforie, se může vyskytovat, jako asymptomatická tzn. nezpůsobující potíže a symptomatická tzn. způsobující obtíže. Heteroforiků se symptomatickou forií bylo zjištěno celkem 7, což dělá 15 % z celkového počtu 46 osob s prokázanou heteroforií.

Následující tabulka (tabulka 1) znázorňuje, jak jsou poměrově rozděleny vady esoforie a exoforie mezi hypermetropy a myopy. Respektive zdali rozložení odpovídá předpokladu, že více hypermetropů bude tíhnout k esoforii, a naopak více myopů k exoforii.

Tabulka 5: Poměrové rozložení exoforiků a esoforiků u hypermetropů a myopů

Vzdálenost	Refrakční vada	Exoforie : Esoforie
Do dálky	Hypermetropie	1 : 2
	Myopie	3 : 2
Do blízka	Hypermetropie	1 : 1
	Myopie	3 : 1

Tabulka č. 2 znázorňuje jednotlivé výsledky prokázaných typů heteroforií u jednotlivých testů do dálky a tabulka č. 3 do blízka.

Tabulka 6: Zastoupení jednotlivých typů heteroforií u daných testů do dálky

	Esoforie	Exofovie	Vertikální forie (smíšená i nesmíšená)
Cover test (cross-cover)	5	12	0
Cross test s fúzním podnětem	4	10	1
Cross test bez fúzního podnětu	7	12	6
Maddox rod test	10	16	14
Schoberův test	6	8	4

Tabulka 7: Zastoupení jednotlivých typů heteroforií u daných testů do blízka

	Esoforie	Exofovie	Vertikální forie (smíšená i nesmíšená)
Cross test bez fúzního podnětu	8	15	1
Maddox rod test	12	24	20

Diskuze

Z výsledků vyplývá, že všechny obecně udávaná fakta v odborné literatuře jsou pravdivá a ověřitelná i na menší skupině subjektů. Celkově bylo naměřeno 70 % heteroforiků do dálky v primárním postavení očí a 82 % heteroforiků na blízkou vzdálenost. Obecně udávaná fakta v odborné literatuře jsou 70 – 80 % heteroforiků do dálky a téměř 100 % heteroforiků do blízka. Dotazníkovým šetřením bylo dále detekováno 15 % osob s dekompenzovanou heteroforií. V literatuře se uvádí údaje pohybující se okolo 10 %. Výskyt heteroforií na blízko je o 12 % vyšší než na dálku.

Dalším předpokladem byla převaha esoforie u hypermetropů a u myopů naopak exoforie. Z tabulky č. 1 vyplývá, že v případě myopie se exoforie objevuje výrazně častěji než esoforie, do dálky ji převyšuje v poměru 3:2 a do blízka dokonce 3:1. V případě hypermetropie esoforie převažovala exoforií v poměru 2:1 do dálky, do blízka už byl poměr vyrovnaný na 1:1.

Do dálky bylo Maddox rod testem zjištěno 35 případů heteroforie a do blízka 41. Jedná se o nejvyšší množství případů v porovnání s ostatními testy. Důvodem je s největší pravděpodobností nejvyšší stupeň disociace, která je při této metodě používána.

Důvodem nejnižšího počtu naměřených heteroforií u cover testu metodou cross-cover mohla být například nižší zkušenost vyšetřujícího s detekcí vad.

Následuje ukázka některých výsledků diplomové práce Bc. Markéty Trňákové, jejímž tématem byl Výskyt heteroforie u ametropů v populaci studentů. Z celkového počtu 62 naměřených studentů byla heteroforie pomocí Maddox rod testu prokázána u 77 % osob. Tímto testem bylo také naměřeno procentuální rozdělení heteroforií na horizontální, vertikální a kombinované. Výsledky a porovnání s vlastním výzkumem jsou zaneseny 4. [8]

Tabulka 8: Porovnání výsledků jiné práce s vlastními výsledky

Typy heteroforie	DP Bc. Trňákové	Vlastní měření
Horizontální	74 % (= 38 osob)	60 % (= 21 osob)
Vertikální	14 % (= 7 osob)	26 % (= 9 osob)
Kombinovaná	12 % (= 6 osob)	14 % (= 5 osob)

Výsledky obou prací nejsou zcela shodné, ale nejsou patrné významné rozdíly v rozdělení typů heteroforií. V případě výskytu heteroforií je výsledek velmi podobný vlastnímu experimentu, kde se výskyt rovná 70 %, tedy konkrétně 35 jedinců z 50.

Pro správné vnímání prostoru a celkově okolního prostředí je velice důležité binokulární vidění bez jakýchkoliv jeho poruch. Například poruchy vergenčního souhybu patří mezi významné složky, které znesnadňují náš život ve společnosti, především kvůli zvyšujícím se nárokům na naše zrakové ústrojí.

V práci je popsáno a rozebráno několik důležitých informací ohledně pojmů ortoforie a heteroforie, a dále je popsán výskyt vergenčních vad v populaci. Obsahově se práce týká hlavně rozšíření heteroforií v populaci a upozorňuje také na nemalý výskyt dekompensovaného problematického skrytého šilhání. Upozornění na nebezpečí a vyšší výskyt dekompensované heteroforie je zároveň i jedním z hlavních cílů práce. Dalšími cíli je ukázat rozdíly mezi jednotlivými druhy testů a přiblížit, kdy lze očekávat vyšší výsledky a kdy naopak by bylo vhodné ještě nějaký test přidat kvůli menší průkaznosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] RABBETTS, R. *Clinical Visual Optics*. 4th edition. Edinburgh: Elsevier Butterworth Heinemann, 2007, 470 s. ISBN 9780750688741.
- [2] AUTRATA, R. – ČERNÁ, J. *Nauka o zraku*. 1. vyd. – dotisk. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2006, 226 s. ISBN 8070133627.
- [3] ANTON, M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 3. přeprac. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004, 96 s. ISBN 807013402X.
- [4] EVANS, B. *Pickwell's Binocular Vision Anomalies*. 5th edition, New York: Elsevier Butterworth Heinemann, 2007, 454 s. ISBN 9780750688970.
- [5] HRMÁDKOVÁ, L. *Šilhání*. 2. dopl. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995, 163 s. ISBN 8070132078.
- [6] DIVIŠOVÁ, G., et al. *Strabismus*. 2. uprav. vyd. Praha: AVICENUM, zdravotnické nakladatelství, n. p., 1990, 312 s. ISBN 8020100377.
- [7] ELLIOT, D. *Clinical Procedures in Primary Eye Care*. 3rd edition. Edinburgh: Butterworth Heinemann, 2007, 342 s. ISBN 9780750688963.
- [8] TRŇÁKOVÁ, Markéta. *Výskyt heteroforie u ametropů v populaci studentů*. Brno, 2015. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Katedra optometrie a ortoptiky [online]. [cited 2019-5-1]. Dostupné z:
https://is.muni.cz/th/hoxb5/Vyskyt_heteroforie_u_ametropu_v_populaci_studentu.pdf

Bc. Tereza Tesařová, Mgr. Jakub Král

Occurrence of vergence disorders

Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Annotation

The work deals with the occurrence of heterophoria in the population. Descriptions of decompensated heterophoria and the importance of its knowledge. The experimental part deals with the representation of individual types of heterophoria in a group of university students.

Keywords

Binocular vision, vergence disorders, heterophoria.

For the spatial perception of our surroundings is important the binocular vision. Thanks to it we are able to perceive different spatial details, estimate distance, or held a variety of regular activities such as: sports, different professions, etc. Its correct function is also an important part of comfortable functioning in everyday life. Disorders of binocular vision may cause the negative symptoms and manifest as a number of problems. It is therefore very important that the person performing the refraction of the eyes is able to expose by an appropriate test methods and subsequently resolve problems with binocularity.

Specific disorder of binocularity, on which this work focuses, is called heterophoria. This is a hidden or not obvious squint very widespread among the people. It may occur when looking to a close distance, into the far distance, or both distances. Not all of heterophorias are symptomatic and cause trouble. It is therefore necessary to be able to recognize in which case to intervene and try to find a solution and in which situation is not the solution required.

Visual system

Our visual system can only mediate binocular perception if the ocular motor functions, the nervous system, and while both eyes are perfectly able to cooperate. Part of the simple binocular vision is the ability to create retinal images at the retina of both eyes, which correspond with each other. If the position of the eyes is equilibrium, then this condition is called orthophoria, while in the case of non-equilibrium it is heterophoria or heterotropia. [1, 2]

Orthophoria

In the case of orthophoria, when the position of the eyes is in equilibrium, the visual axes are parallel when viewed at infinity. This condition applies both in the presence of fusion and in dissociation. Binocular perception is achieved without difficulty. [2, 3, 4]

Heterophoria

The position of the eyes in this case is not at steady state, but, unlike heterotropia, it is only detectable after a fusion violation. That's why this type of squint is called hidden, or latent. This defect can have many different causes, such as: an incorrect anatomical muscle distribution, a dysfunction of the accommodative convergent mechanism, one or more ocular muscles malfunctioning. The size of heterophoria is not stable, it changes both during the day and during the examination. The results can be influenced by the chosen test method, ocular or total fatigue, or even disease. [5, 6, 3]

Heterophoria may be present as compensated, this case affects most people with heterophoria or decompensated. Decompensated manifests itself by symptomatic difficulties such as diplopia in fatigue, lacrimation, photophobia, burning eyes and headaches, while suppressing it. [6, 7]

Due to heterophoria dependence on the accommodative convergent reflex, we distinguish heterophoria into near and far. Their values are equal only in the normal functioning of the accommodative convergent reflex. [6, 7]

Heterophoria is distinguished into horizontal (esophoria, exophoria), vertical (hypophoria, hyperphoria) and cyclophory (incyclophoria, excyclophoria). Refractive defects affect the size and type of heterophoria. Hypermetrops will gravitate towards esophoria and

vice versa myopias to exophoria. Furthermore, it is also necessary to take into account the fact that the measurement takes place under static conditions and the value of the fusion reserves, which acts as a counterbalance to heterophoria, should also be taken into account. [6, 7]

Epidemiology of vergence defects

Heterophoria is more of a common finding than an orthophoria, which is rather an ideal condition. The occurrence of orthophoria between 20 – 30 % of the investigated is reported, but investigations with very little defect may be added to them. Squinting hidden in primary position accounts for 70-80 % of patients. Up to 100 % incidence is reported. Vertical forms themselves occupy 15 – 24 %, but the combined form of vertical and horizontal forms occurs in up to 45 % of cases. Despite the high occurrence of heterophoria, the decompensated variant is only in about 10 % of cases. It is thanks to this lower number that people who do not move in the field of optics and optometry are heterogeneous and the problems associated with it are almost negligible. [6, 3]

I verified the occurrence of vergence defects on a group of students of the Faculty of Biomedical Engineering of CTU. The research aimed at confirming the truth or falsity of certain assumptions about the generally known facts about heterophoria.

Research methodology

The experimenters were university students aged 19 to 26 years. The total number of participants was 50. Of which 30 were women and 20 were men. Examination distance was 6 meters.

The beginning of the examination consisted in processing a medical history. Using the questionnaire, besides family, general and ocular history, the possible presence of decompensated heterophoria was mainly identified. The next step was to determine the objective refraction using the autorefractometer. The autorefractometer readings were used as the starting point for the subjective refraction that followed the natural visceral detection. Spherocylindrical refraction was performed on Snellen's optotype. The best sphere was measured gradually, and the cylindrical part of the correction was corrected on a Dot test using a Jackson Crossed Cylinder followed by a binocular accommodative balance using a three-line polarization test.

Other tests already concerned the binocular status of the participant. A wider range of methods was used. First, cover-uncover and cross-cover tests to reveal both heterotropia and heterophoria. Another test was a Cross fusion test, measuring association form, followed by fusion stimulation, and dissociated form was measured. The dissociated form was thus measured by a Cross test without a fusion stimulus, Maddox rod by a distance test and a Schober test.

Dissociated forms were also detected at close range, at a distance of 40 cm in front of the examined eyes. Cross test without fusion stimulus and Maddox rod test were used.

Overall, the values were measured to 0.25 pD. The length of the measurement was mostly about 20 - 30 minutes, but for some more complex probands the time was up to 40 minutes. As a heterophoric with a horizontal form, a proband whose measured values were 1 pD and higher was designated. Heterophorics with vertical forms were then given probands with values of 0.5 pD and higher. These two boundaries were defined by applying the prismatic lenses to the spectacle correction, whereby the glasses compensate for the defect vertical from 0.5 pD and the horizontal defect from 1 pD.

Measurement results

In primary position of eyes into the far, a total of 50 people were heterophory in the distance in 35 subjects, equivalent to 70 % (Figure 1) and close to 41 (82 %) (Figure 2). Only 5 people who have been diagnosed with heterophoria at a distance have not been shown to have heterophoria at close range. These values are based on measurements by the Maddox rod near and far test. In the case of the Cross test without both fusion distance and near fusion, the values were significantly lower. Specifically, 21 persons (42 %) with a remote heterophoria and 33 persons (66 %) with a close heterophoria.

THE OCCURRENCE OF HETEROPHORIA INTO THE DISTANCE

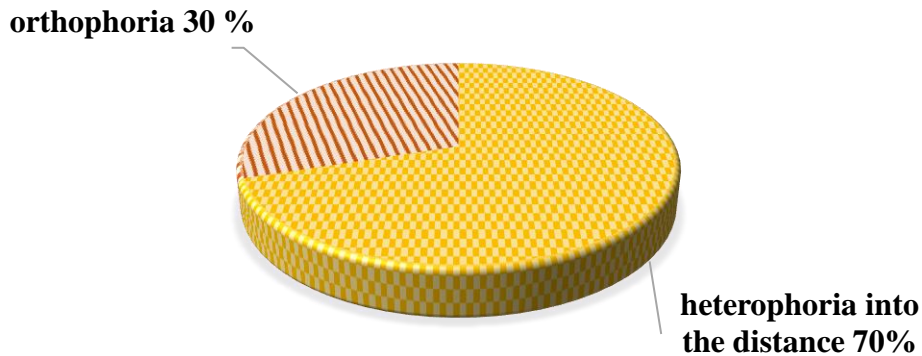


Figure 4: The occurrence of heterophoria into the distance

OCCURRENCE OF HETEROPHORIA INTO THE NEAR

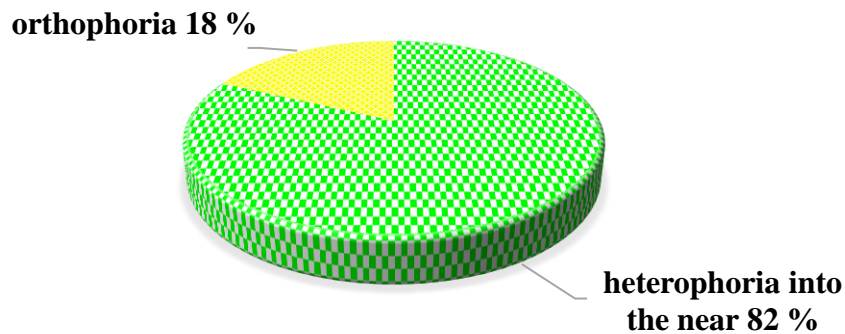


Figure 5: occurrence of heterophoria into the near

Heterophoria can occur as asymptomatic, ie. not causing discomfort and symptomatic ie. causing difficulties. Heterophorics with symptomatic forms were found in 7 cases, which makes 15 % of the total of 46 people with proven heterophoria.

The following table (Table 1) shows how the defects of esophoria and exophoria are divided between hypermetropia and myopia. Respectively, if the distribution corresponds to the assumption that more hypermetrops will gravitate towards esophoria and vice versa more myops to exophoria.

Table 1: Proportional distribution of exophorics and esophors in hypermetrops and myops

Distance	Refractive defect	Exoforia : Esoforia
Into the far	Hypermetropia	1 : 2
	Myopia	3 : 2
Into the near	Hypermetropia	1 : 1
	Myopia	3 : 1

Table 2 shows the individual results of proven types of heterophoria in individual long-range tests and Table 3 in the near range.

Table 2: Representation of individual types of heterophoria in given tests into the distance

	Esoforia	Exoforia	Vertical foria (mixed and unmixed)
Cover test (cross-cover)	5	12	0
Cross test with fusion stimulus	4	10	1
Cross test without fusion stimulus	7	12	6
Maddox rod test	10	16	14
Schober test	6	8	4

Table 3: Representation of individual types of heterophoria in given tests into the near

	Esoforia	Exoforia	Vertical foria (mixed and unmixed)
Cross test without fusion stimulus	8	15	1
Maddox rod test	12	24	20

Discussion

These points correlated with generally accepted facts from the literature: the percentage distribution of orthophorics and heterophics, heterophages compensated and decompensated, and at the same time heterophoria to the near will be more than far away. 70 % of heterophorics were measured into the distance in the primary eye position and 82 % into the near distance. The general facts in the literature are 70-80 % of heterophorics in the distance and nearly 100 % of heterophorics in the near. 15 % of people with decompensated heterophoria were detected by the questionnaire survey. In the literature, figures of about 10 % are reported. Near heterophoria is 12 % higher than distance.

Table 1 shows that in the case of myopia, exophoria occurs significantly more often than esophoria, far into the distance 3: 2 and even near 3: 1. In the case of hypermetropia, esophoria prevailed in the distance 2: 1 into the distance, to a close to 1: 1.

In the distance, 35 cases of heterophoria and near 41 were detected by Maddox rod test. This is the highest number of cases compared to other tests. The reason is most likely the highest degree of dissociation used in this method.

The reason for the lowest number of measured heterophoria in the cover test by the cross-cover method could be, for example, a lower experience of the investigator with the detection of defects.

The following is a sample of some results of the thesis Bc. Markéta Trňáková, whose theme was the Occurrence of Heterophoria in Ametrops in the Student Population. Of the total of 62 measured students, 77 % of the subjects had heterophoria using Maddox rod test. This test also measured the percentage distribution of heterophorias to horizontal, vertical and combined. The results and comparisons with the actual experiment are included in 4. [8]

Table 4: Comparison of results of other work with own results

Types of heterophoria	Bc. Trňáková	Own results
Horizontal	74 % (= 38 people)	60 % (= 21 people)
Vertical	14 % (= 7 people)	26 % (= 9 people)
Combined	12 % (= 6 people)	14 % (= 5 people)

The results of both works are not exactly the same, but there are no significant differences in the distribution of heterophoria types. In the case of the heterophorias occurrence, the result is very similar to the actual experiment, where the incidence equals 70 %, specifically 35 individuals out of 50.

For the correct perception of space and the overall environment surroundings is very important to have binocular vision without any possible disorders. For example, disorders of vergence movements are among the significant components, that makes our life in the society more difficult, mainly due to the increasing demands on our visual system. Several important information on the terms orthophoria and heterophoria are described and discussed, as well as the occurrence of vergency defects in the population. The research part of the content relates mainly to the extension of heterophoria in the population and also highlights the considerable incidence of decompensated and problematic hidden strabism. Alert to danger and a higher incidence of decompensated heterophoria is also one of the main objectives of the work. The other goal is to show the differences between the dissimilar kinds of tests, and zoom in, when can we expect higher results and when on the contrary it would be appropriate to still go through some tests due to the smaller evidence.

LIST OF USED LITERATURE

- [9] RABBETTS, R. *Clinical Visual Optics*. 4th edition. Edinburgh: Elsevier Butterworth Heinemann, 2007, 470 s. ISBN 9780750688741.
- [10] AUTRATA, R. – ČERNÁ, J. *Nauka o zraku*. 1. vyd. – dotisk. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2006, 226 s. ISBN 8070133627.
- [11] ANTON, M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 3. přeprac. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004, 96 s. ISBN 807013402X.
- [12] EVANS, B. *Pickwell's Binocular Vision Anomalies*. 5th edition, New York: Elsevier Butterworth Heinemann, 2007, 454 s. ISBN 9780750688970.
- [13] HROMÁDKOVÁ, L. *Šilhání*. 2. dopl. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995, 163 s. ISBN 8070132078.
- [14] DIVIŠOVÁ, G., et al. *Strabismus*. 2. uprav. vyd. Praha: AVICENUM, zdravotnické nakladatelství, n. p., 1990, 312 s. ISBN 8020100377.
- [15] ELLIOT, D. *Clinical Procedures in Primary Eye Care*. 3rd edition. Edinburgh: Butterworth Heinemann, 2007, 342 s. ISBN 9780750688963.
- [16] TRŇÁKOVÁ, Markéta. *Výskyt heteroforie u ametropů v populaci studentů*. Brno, 2015. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Katedra optometrie a ortoptiky [online]. [cited 2019-5-1]. Dostupné z:
https://is.muni.cz/th/hoxb5/Vyskyt_heteroforie_u_ametropu_v_populaci_studentu.pdf

Bc. Viktória Vaščáková, Mgr. Pavel Kříž, PhD.

Rozdiel medzi metódami disociácie pri meraní heterofórií

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Anotácia

Meranie heterofórií je jedna z najdôležitejších vyšetrení v praxi optometristu, vďaka ktorej je možné docieľiť požadovaný komfort videnia. Metód merania heterofórií je viacero a preferencie sa v jednotlivých kultúrach menia. V tejto práci sú porovnané dve metódy disociácie obrazu - disociácia cylindrom a prizmou. V snahe dosiahnuť čo najpresnejšieho merania heterofórií je potrebné nájsť takú metódu, ktorá je najmenej ovplyvnená vedľajšími efektami, ako napr. fúzna vergencia, fúzne rezervy, chyba spolupráce vyšetrovaného atď.

Kľúčové slová

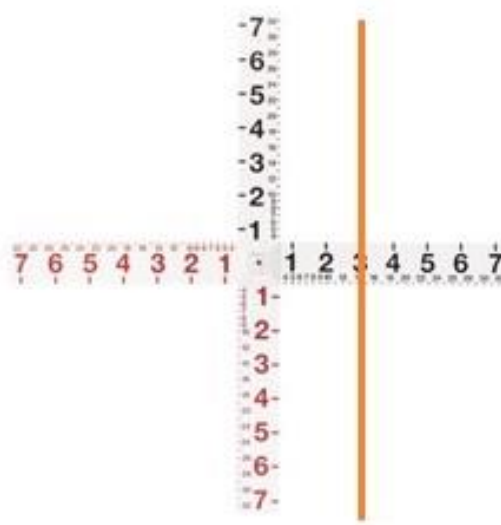
Heterofória, disociácia, cylinder, prizma, Maddox, von Graefe, Thorington, Howell.

K plnohodnotnému vyšetreniu optometristom okrem určenia subjektívnej refrakcie patrí aj vyšetrenie heterofórií do diaľky aj do blízka. Skryté škúlenie na rozdiel od zjavného môže pôsobiť nenápadne, avšak v dlhodobom hľadisku spôsobuje astenopické problémy, ktoré narušujú pohodu a kvalitu zrakových funkcií. Vyšetrenie heterofórií je možné hneď niekoľkými technikami - metódy pomocou cylindra alebo prizmy sú populárne hlavne v anglosaských krajinách a ich výhodou je rýchlosť a jednoduchosť vyhodnotenia. Každá optika zároveň obsahuje tabuľky na vyšetrenie do blízka, ktorých súčasťou sú aj testy určené na meranie heterofórií. Vzhľadom na rozdielne techniky disociácie obrazu však môže dochádzať k rozdielom medzi nameranými hodnotami. Výsledná veľkosť nameranej odchýlky ešte môže byť ovplyvnená ďalšími aspektami zrakových funkcií. Táto práca sa venuje porovnaniu dvoch základných metód disociácie obrazu a vyhodnoteniu rozdielom medzi nimi. Svojimi výsledkami by mohla priniesť náhľad na najvhodnejšiu metódu merania heterofórií, ktorá je výpovedná a minimálne ovplyvnená chybami merania.

Metóda Maddoxovým cylindrom

Maddoxov cylinder je pomôcka pri vyšetovaní heterofórií, ktorá zabezpečí disociáciu obrazov pravého a ľavého oka. Môže byť vsadený do skúšobnej obruby, alebo môže predstavovať samostatnú pomôcku, ktorú si pacient pred okom drží sám. Spravidla sa cylinder predkladá pred pravé oko, pričom ľavým okom pacient pozoruje stupnicu na prislúchajúcom teste (najčastejšie *Maddoxov križ*). Stupnica je v horizontálnom aj vertikálnom smere a uprostred, kde sa pretínajú nulové pozície oboch stupníc je vsadené svetlo. Svetelný bod sa pozorovaním cez sklíčko javí ako svetelná čiara, ktorú vytvára sústava silne lámavých plancylindrov. Pri smere natočenia cylindrov v 0° sú merané vertikálne heterofórie, zatiaľ čo v smere natočenia cylindrov do 90° horizontálne odchýlky. V prípade neprítomnosti žiadnej fórie svetelná čiara prechádza nulovým bodom stupnice. Pri fórii sa čiara javí vychýlená od stredu a to v smere opačnom, než je daná odchýlka (Obr.1). Veľkosť odchýlky sa jednoducho odčíta zo stupnice, pričom 1 diel je rovný 1 pD.

Obr. č.1: Disociácia cylindrom v prípade esofórie 3pD.

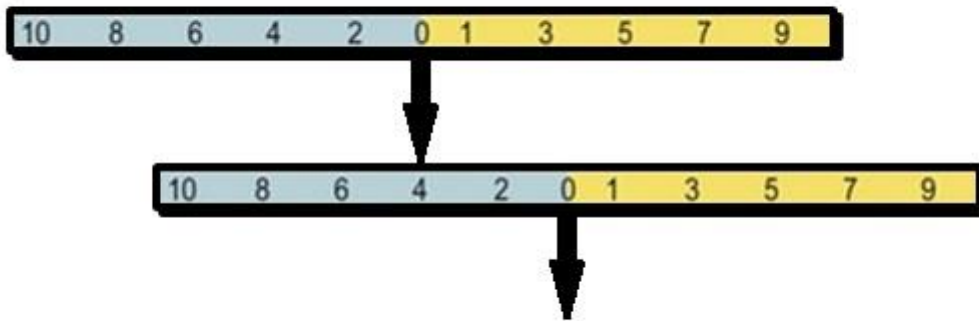


Metóda Graefeho prizmou

Von Graefeho metóda je založená na disociácii obrazu pravého a ľavého oka pomocou prizmatickej šošovky orientovanej bázou nadol. Sklíčko s prizmou je vsadené do skúšobnej obruby pred pravé oko. Veľkosť Graefeho prizmy je zvolené podľa veľkosti vertikálnej fúznej rezervy. Hodnota 6 pD je vo väčšine prípadov dostatočná k prekročeniu fúzných rezerv, čo je potrebné k tomu, aby pacient nebol schopný oba dva obrazy spojiť. Vyšetovaný v takomto

prípade vidí rozdvojený obraz stupnice, ktorá sa pred ním nachádza.

Najčastejšie používanou stupnicou je *Howellova karta*, ktorá je farebne rozdelená na stupnicu nad nulou (zobrazujúca esofóriu) a pod nulou (zobrazujúca exofóriu). V nulovom bode stupnice sa nachádza ukazovateľ v podobe šípky, ktorá ukazuje hodnotu odchýlky. Ak sú šípky rozdvojených testov priamo nad sebou, odchylka je nulová, je prítomná ortofória. Ak horná šípka ukazuje na číslo iné než nulu, podobne ako pri Maddoxovom cylindry platí, že smer fórie je opačný než smer šípky. (Obr.2) Veľkosť heterofórie sa odčíta priamo zo stupnice, ktorá má zachovaný pomer 1 diel = 1 pD. Je však potrebné dodať, že Howellova karta slúži len na meranie horizontálnych fórií.



Obr. č. 2: Disociácia prizmou v prípade exofórie 4 pD.

Výskum prebiehal v Očnom centre Visual v Kroměříži, kde boli do štúdie začlenení pacienti splňujúci podmienky :

- stav bez prítomnej závažnej očnej patológie
- bez heterotropie
- bez predchádzajúcej pleoptickej alebo ortoptickej terapie
- refrakčná vada do $10 \pm D$

Každý človek zapojený do štúdie podpísal informovaný súhlas so zaradením do výskumu bez nároku na honorár a bez zverejnenia osobných údajov. Ďalej informovaným súhlasom potvrdili pravdivosť nimi poskytnutých informácií o svojom zdravotnom stave. Podpisom prijali aktívnu spoluprácu pri vyšetrení bez úmyslu podávať nepravdivé reakcie za účelom skreslenia štúdie. Ani jeden z vyšetovaných neodmietol súhlas podpísať, jedna pacientka však musela byť kvôli nesplneniu kritérií zo štúdie vyradená.

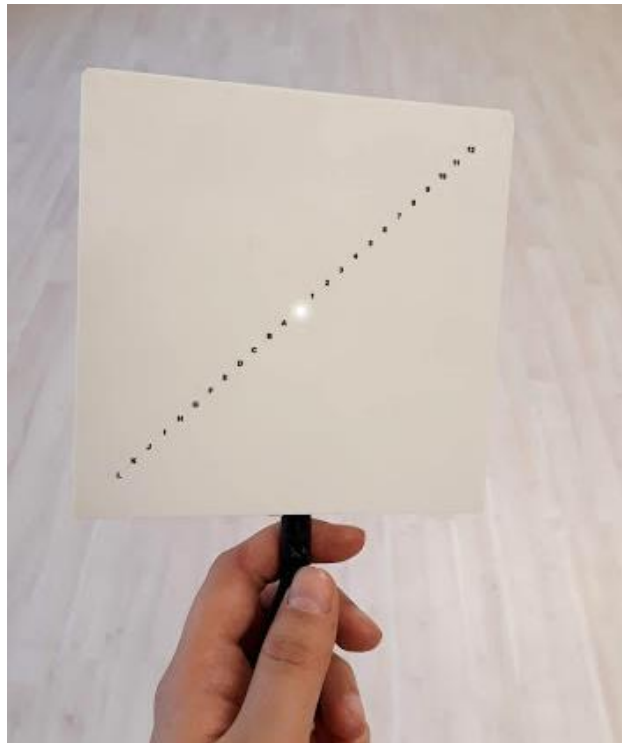


Obr. č. 3: Vyšetrovňa, v ktorej výskum prebiehal

Metodika

Meranie heterofórií disociáciou cylindrom (prizmou) prebiehalo do diaľky vo vzdialenosti 6 m. V danej štúdii bola použitá modifikovaná metóda MK - Thoringtonov test. Na rozdiel od MK je zobrazená jedna stupnica v diagonálnom smere, pričom v nulovej hodnote sa nachádza bodový zdroj svetla. Pre účely tejto práce, boli zisťované len horizontálne fórie. Použitý bol MC (GP 270°) vložený do skúšobnej obruby, predložený pred pravým okom. Vyšetovaný bol poučený o priebehu testu, na uistenie pochopenia bola použitá simulácia svetelnej línie (rozdvojenej šípky) pri rôznych typoch fórií ešte pred samotným predložením cylindra (prizmy) pred oko. Do diaľky bol test premietaný na interaktívnu tabuľu, pričom test bol prispôbený presne na vyšetrovaciu vzdialenosť so zachovanými pomermi. Vyšetrenie HTF prebiehalo po binokulárnom vyvážení a medzi jednotlivými metódami disociácie bol dodržaný časový odstup 5 min., ktorý je potrebný na adaptáciu.

Po zistení subjektívnej refrakcie do blízka bol postup vyšetrenia HTF rovnaký obdobou vyšetrenia do diaľky. Vyšetrovaná vzdialenosť do blízka bola 40 cm. K dispozícii bola verzia Thoringtonovej karty na blízku vzdialenosť (Obr.4) a čítacie tabuľky, ktoré obsahujú Howellov test. Opat' bola dodržaná 5 minútová prestávka medzi dvoma typmi disociácie.



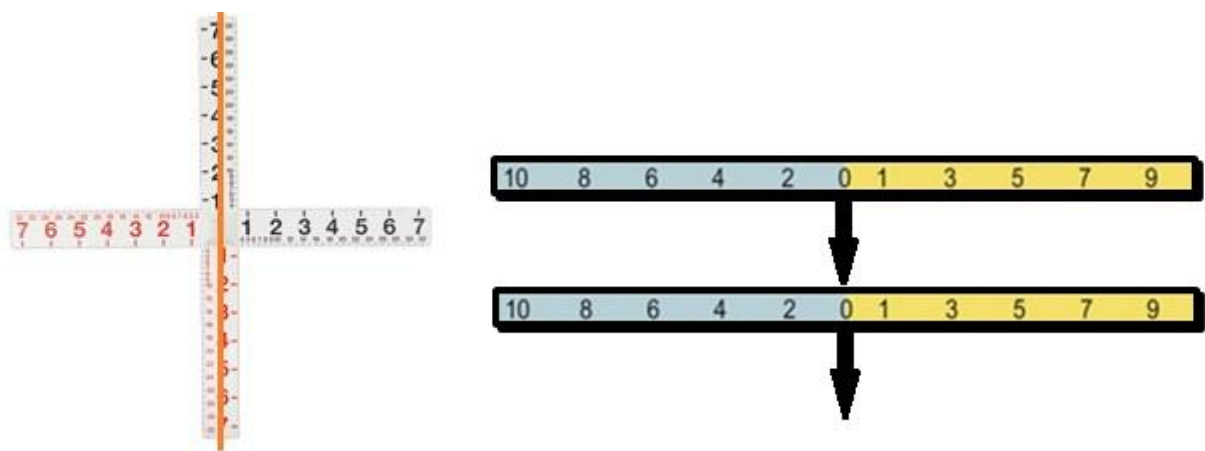
Obr. č. 4: Thoringtonova karta do blízka

Priama metóda

Každé meranie prebehlo dvoma metódami – priamou aj nepriamou. Priama metóda znamená aktívnu spoluprácu vyšetrovaného, pričom jeho úlohou je udať polohu disociovaného obrazu. Pri použití Maddoxovho cylindra bolo od vyšetrovaného potrebné zadať polohu svetelnej línií vzhľadom k stredu. Pri Howellovom teste pacient udával, na aké číslo ukazuje šípka zo stupnice vytvorenej prizmou. Okrem čísla bolo potrebné udať aj farbu pozadia stupnice, pričom žltá značila esofóriu a modrá exofóriu. Namerané čísla boli zaznamenané do tabuľky a prepočítané na prizmatické dioptrie.

Nepriama metóda

Podobne ako pri použití priamej metódy, tak aj pri nepriamej metóde sa vyžaduje spolupráca vyšetrovaného. V tomto prípade však nezaznamenávame zadanú polohu vnemu, ale pomocou prizmatickej lišty sa snažíme obrazy oboch očí prekryť – vyrovnávame odchýlku pomocou prizmy. Pacient zadáva moment, kedy sa svetelná línia (v prípade použitia Maddoxovho cylindra) dostala do nulovej pozície. Pri disociácii prizmou bol zahlásený moment, kedy horná šípka ukazovala na nulu – obidve stupnice boli v pozícii nad sebou (Obr. 5). Po zadaní tohto momentu bola hodnota vyrovnávajúcej prizmy zaznačená do tabuľky.



Obr. č. 5: Pozície disociovaných vnemov po vyrovaní prizmou

Namerané hodnoty

V prvej fáze výskumu bolo nameraných 8 osôb, z toho štyria muži a tri ženy vo vekovom rozmedzí 26 až 60 rokov. Jedna pacientka musela byť následne zo štúdie vyradená, pretože v minulosti podstúpila pleoptickú liečbu, avšak pri anamnestickom vyšetrení túto liečbu negovala. Výsledky boli zaznamenávané do pripravenej tabuľky a následne štatisticky spracované. Červenou farbou sú vyznačené hodnoty namerané pri použití maddoxovho cylindra a modrou farbou sú vyznačené hodnoty z merania pomocou Graefeho prizmy. Kladné hodnoty značia esofóriu, záporné hodnoty exofóriu. Pri výpočte a spracovaní priemeru však museli byť brané do úvahy absolútne hodnoty týchto čísel.

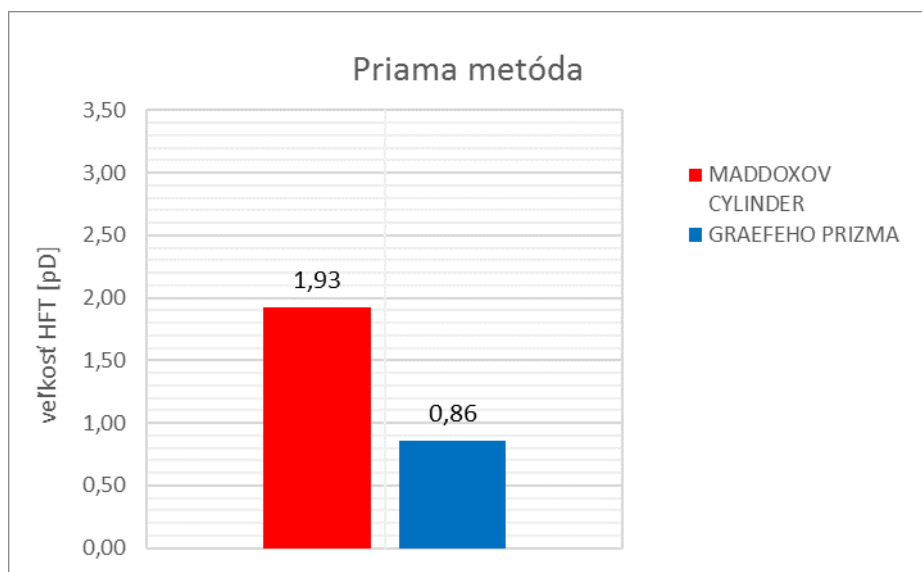
diaľka				blízko			
PM [pD]		NM [pD]		PM [pD]		NM [pD]	
3,5	4	8	12	2	3	4	6
5	1	5	4	4	2	2	-2
0,5	0	-0,5	-1	3	1	-4	-2
2,5	0,5	4	2	1	0,5	2	1
1,5	0,5	2	2	1,5	0	2	0
0	0	0	0	1	0,5	0	0,5
0,5	0	0	-1	2	2	6	-2
1,93	0,86	2,79	3,14	2,07	1,29	2,86	1,93

Tab. č.1: Namerané odchýlky s priemernými hodnotami

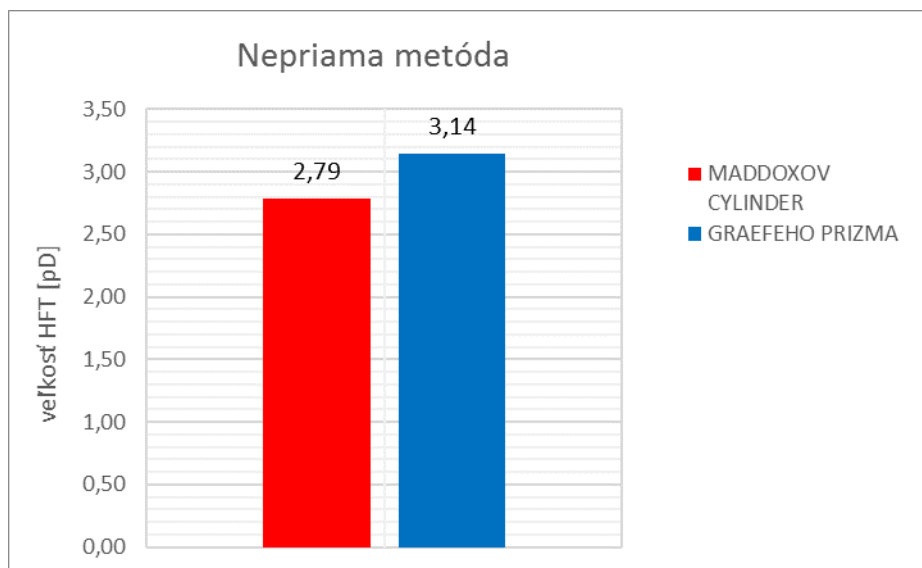
Červené pozadie – Maddoxov cylinder

Modré pozadie – Graefeho prizma

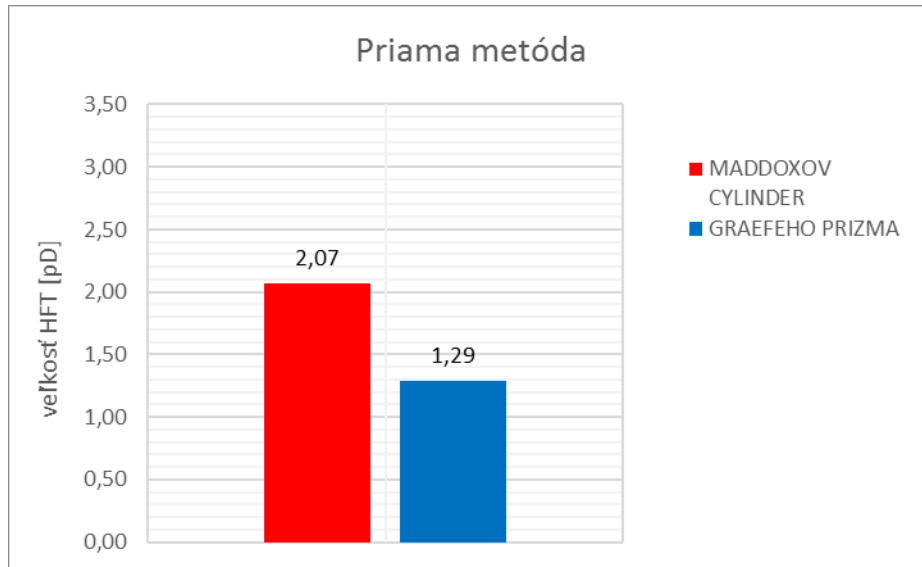
Výsledky



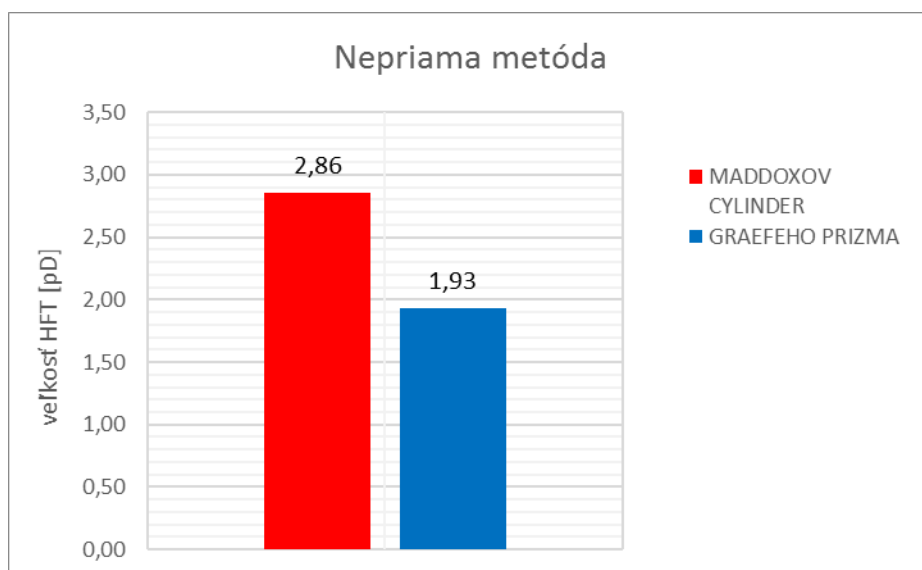
Graf č. 1: Priemerné hodnoty odchýlky nameraných priamou metódou do diaľky



Graf č. 2: Priemerné hodnoty odchýlky nameraných nepriamou metódou do diaľky



Graf č. 3: Priemerné hodnoty odchyliiek nameraných priamou metódou do blízka



Graf č. 4: Priemerné hodnoty odchyliiek nameraných nepriamou metódou do blízka

Rozdiel medzi dvoma metódami disociácie – metóda Maddoxovým cylindrom a metóda Graefeho prizmou – je do blízka znateľnejší než do diaľky. Zároveň sa medzi sebou líšia aj výsledky z priamej a nepriamej metódy merania. Rozdiel priemerných hodnôt medzi technikami cylinder a prizma bol do diaľky pre priamu metódu cca 1,0 pD.. Do blízka je rozdiel pre priamu metódu cca 0,75 pD a pre nepriamu cca 1,0 pD. Jediný prípad nepriameho merania do diaľky vykazoval priemernú hodnotu odchýlky nameranú prizmou.vyššiu než cylindrom. Rozdiel medzi nimi bol cca 0,25 pD.

Pomocou Maddoxovho cylindra boli namerané hodnoty heterofórií vyššie než pri použití prizmy, čo môže byť spôsobené neúplným uvoľnením fúzných rezerv. V praxi by sme sa mali snažiť čo najviac obmedziť takéto vedľajšie vplyvy, preto odporúčam uprednostniť z týchto dvoch metód disociáciu cylindrom. Navyše pacienti uvádzali miestami nepríjemné pocity pri vyšetrení pomocou prizmy. Nie každý pacient je však na svetlo z Thoringtonovho testu reaguje rovnako dobre. Aj keď sa vyšetrenie heterofórií uskutočňuje až po dôkladnom vyšetrení a binokulárnom vyvážení, môže mať pacient poruchu kontrastnej citlivosti, resp. farebného videnia. V každom prípade je dôležité vyhodnotiť, ktorá metóda merania bude najlepšia pre správne a časovo nenáročné vyšetrenie heterofórií.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. SCHEIMAN, M.; WICK, B.: *Clinical Management of Binocular Vision. Heterophoric, Accomodative, and Eye Movement Disorders*. 3rd edition, Lippincott Williams & Willkins, a Wolters Kluwer business, 2008. 608 p. ISBN 0781777844
2. AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-701-3362-7
3. BENEŠ P., VESELÝ P., SEVERA D. *Základy metod korekce refrakčních vad*. Vyd. 1. Brno: Masarykova univerzita, 2016. ISBN 978-80-210-8289-2

Bc. Viktória Vaščáková, Mgr. Pavel Kříž, PhD.

Differences between two methods of heterophoria examination

Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Anotation

Measurement of heterophoria is one of the most important examinations in the practice of an optometrist, thanks to which it is possible to achieve the desired visual comfort. There are several methods of measuring heterophoria and preferences vary from culture to culture. In this work, two methods of image dissociation - cylinder and prism dissociation are compared. In order to measure heterophoria as accurately as possible, one must find a method that is least affected by side effects, such as fusion vergency, fusion reserves, co-operation error, etc.

Key words

Heterophoria, dissociation, cylinder, prism, Maddox, von Graefe, Thorington, Howell.

In addition to the determination of subjective refraction, the optometrist's full-fledged examination also includes the examination of heterophoria into the far and near distance. In contrast to the obvious, concealed squel can act inconspicuously, but in the long run it causes asthenopic problems that disrupt the well-being and quality of visual functions. The examination of heterophoria is possible by several techniques - methods using a cylinder or prism are popular mainly in Anglo-Saxon countries and their advantage is the speed and ease of evaluation. At the same time, each optics includes tables for testing of reading, including tests designed to measure heterophoria. However, due to different image dissociation techniques, there may be differences between the measured values. The resulting magnitude of the measured deviation may still be affected by other aspects of visual functions. This work deals with the comparison of two basic methods of image dissociation and evaluation by difference between them. With its results, it could provide insight into the most appropriate method of measuring heterophoria, which is reprehensible and minimally affected by measurement errors.

Maddox's cylinder method

Maddox's cylinder is a tool to examine heterophoria that will dissociate images of the right and left eye. It can be embedded in a test bead, or it can be a stand-alone device that the patient holds in front of examined eye by himself. As a rule, the cylinder is placed in front of the right eye, while the left eye observes the scale on the corresponding test (most commonly the Maddox cross). The scale is in both horizontal and vertical directions and light is inserted in the middle where the zero positions of the two scales intersect. The light spot appears as a light line through the slide, which is formed by a set of highly refracting planocylinders. At the 0° rotation of the cylinders, the vertical heterophoria is measured, while the 90° horizontal variation is measured in the cylinder rotation direction. In the absence of any phoria, the light line passes through the zero point of the scale. In the case of the foil, the line appears to be deflected from the center in the direction opposite to the deviation (Fig.1). The magnitude of the deviation is simply read from the scale, with 1 part equal to 1 pD.

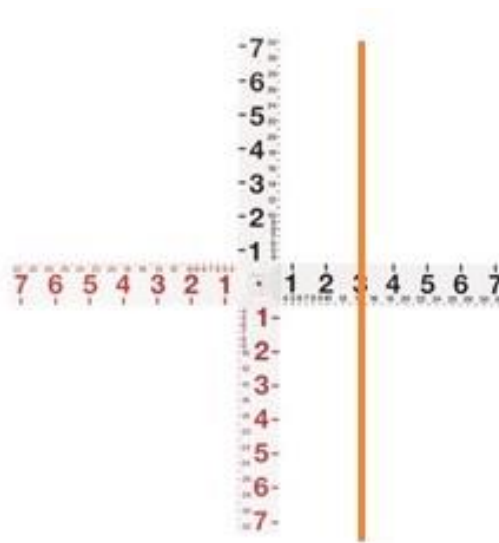


Figure 1: Dissociation with cylinder in case of esophoria 3 pD.

Graefe's prism method

The Von Graefe method is based on dissociation of the right and left eye images using a prismatic lens oriented downward. The prism slide is inserted into the test frame in front of the right eye. The size of the Graefe's prism is chosen according to the size of the vertical fusion reserve. The value of 6 pD is in most cases sufficient to exceed the fusion reserves, which is necessary for the patient to be unable to combine both images to one. In this case, the patient sees a doubled scale of the scale in front of him. The most commonly used scale is the Howell card, which is color-coded to scale above zero (showing the esophoria) and below zero (showing the exophoria). At the zero point of the scale, there is a pointer in the form of an arrow that shows the value of the deviation. If the doubled arrows are directly above each other, the deviation is zero, the orthophoria is present. If the upper arrow points to a number other than zero, like Maddox's cylinder, the direction of the deviation is opposite to that of the arrow. (Fig.2) The size of the heterophoria is read directly from the scale, which has a ratio of 1 part means 1 pD. However, it should be added that the Howell card is only used to measure horizontal phorias.

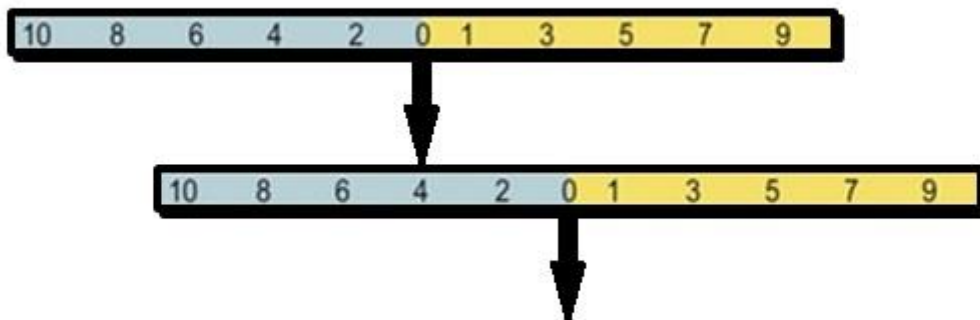


Figure 2: Dissociation with prism in case of exophoria 4 pD.

Research was conducted in the Visual Eye Center in Kroměříž, where there were included only patients which fulfill these requirements:

- health condition with no severe ocular pathology present
- without heterotropy
- without prior pleoptic or orthoptic therapy
- refractive error up to $10 \pm D$

Every person involved in the study has signed an informed consent to be included in the research without paying any fee and without disclosing personal information. Furthermore, they agreed to provide truthful data about their state of health. By signing this consent, they actively cooperated in the examination without intending to give false responses in order to distort the study. None of the examined refused to sign the agreement, but one patient had to be excluded from the study due to the non-compliance.



Figure 3: The place of the examination

Method of the study

The measurement of heterophoria by dissociation of the cylinder (prism) took place at a distance of 6 m. A modified Maddox cross - Thorington test method was used in the study.

Unlike Maddox cross, one scale is displayed diagonally, with a zero point source of light. For the purpose of this work, only horizontal phorias were investigated. The used MC (GP 270 °) was inserted into the test frame, presented in front of the right eye. The patient was instructed in the course of the test, in order to ensure understanding, a light line (bifurcated arrow) was used for different types of foils before the cylinder was prisms. In the distance, the test was projected onto an interactive whiteboard, and the test was tailored exactly to the investigative distance with retained ratios. HTF examination took place after binocular balancing and a time interval of 5 minutes between the dissociation methods needed for adaptation was maintained.

After finding a near-refractive subjective refraction, the procedure for HTF examination was the same as for the remote. The distance to be investigated was 40 cm. There was a close-range version of the Thorington card (Fig. 4) and read tables that contain the Howell test. Again, a 5 minute break between two types of dissociation was maintained

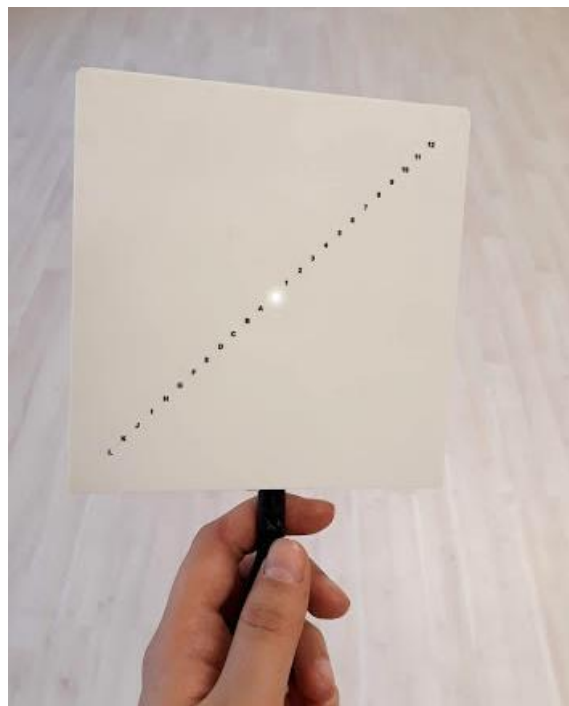


Figure 4: Thorington card to the near distance

Direct method

Each measurement was done by two methods - direct and indirect. Direct method means active collaboration of the examined person, whose role is to indicate the position of the dissociated image. Using the Maddox cylinder, it was necessary to specify the position of

the light line relative to the center. In the Howell test, the patient indicated the number of the arrow from the scale created by the prism. In addition to the number, it was also necessary to indicate the background color of the scale, with yellow marking the esophoria and blue exophoria. The measured numbers were recorded in a table and converted into prismatic diopters.

Indirect method

Similarly to the direct method, cooperation of the patient is required in the indirect method. In this case, however, we do not record the entered position in the perception, but using the prismatic bar we try to cover the images of both eyes - we compensate for the deviation by means of prism. The patient enters the moment when the light line (when using the Maddox cylinder) has reached zero position. When prism was dissociated, the moment when the upper arrow pointed to zero was reported - both scales were in a position above each other (Fig. 4). After entering this moment, the equalizing prism value was marked in the table.

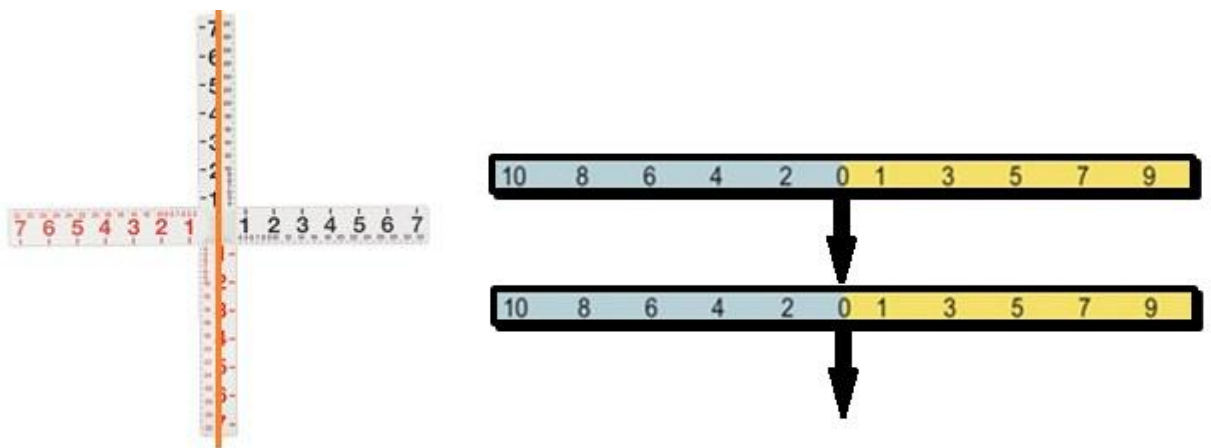


Figure 5: The positions of dissociated perceptions after equalization with prism

Measured data

In the first phase of the research, 8 people were measured, of which four were men and four were women. Patients were aged between 26 and 60 years. One patient had to be excluded from the study due to a pleoptic treatment in the past that she negated in anamnestic

examination. The results were recorded in a prepared table and subsequently statistically processed. The values measured using the Maddox cylinder are highlighted in red and the values from the measurement using Graefe's prism are shown in blue. Positive values indicate esophoria, negative values of exophoria.0 However, when calculating and processing the average, the absolute values of these numbers had to be taken into account.

far distance				near distance			
DM [pD]		IM [pD]		DM [pD]		IM [pD]	
3,5	4	8	12	2	3	4	6
5	1	5	4	4	2	2	-2
0,5	0	-0,5	-1	3	1	-4	-2
2,5	0,5	4	2	1	0,5	2	1
1,5	0,5	2	2	1,5	0	2	0
0	0	0	0	1	0,5	0	0,5
0,5	0	0	-1	2	2	6	-2
1,93	0,86	2,79	3,14	2,07	1,29	2,86	1,93

Table 1: Measured data and their average values

Red background – Maddox cylinder

Blue background – Graefe prism

Results

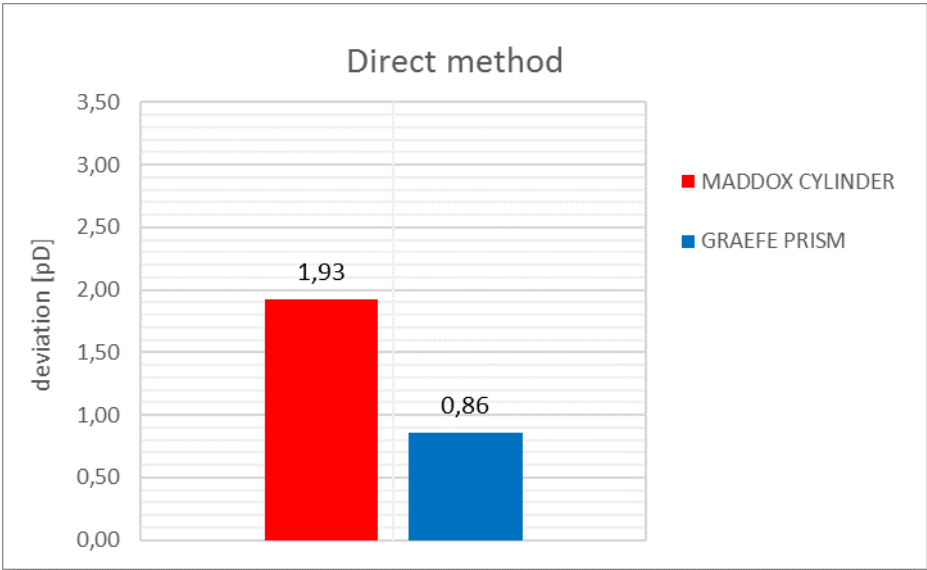


Chart 1: Average deviation values measured directly to far distance

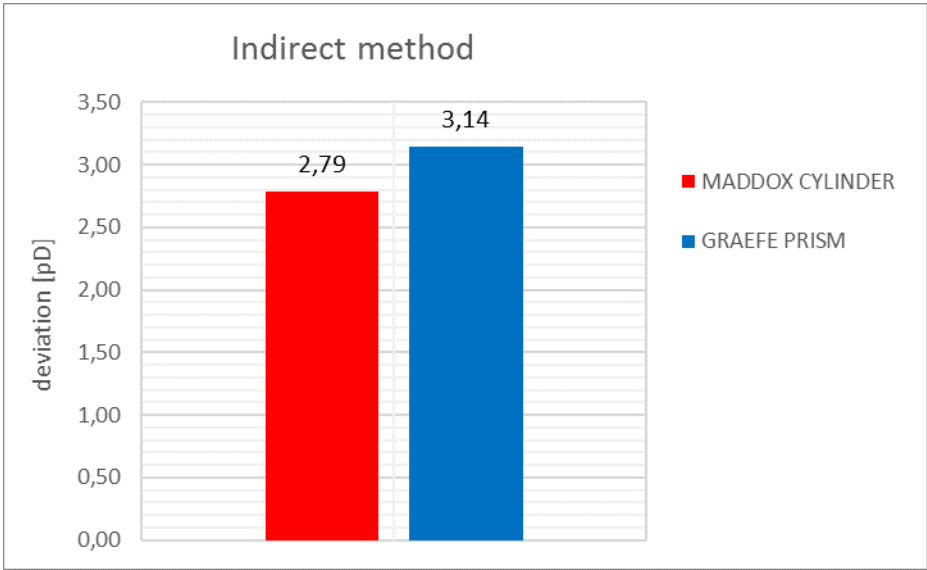


Chart 2: Average deviation values measured indirectly to far distance

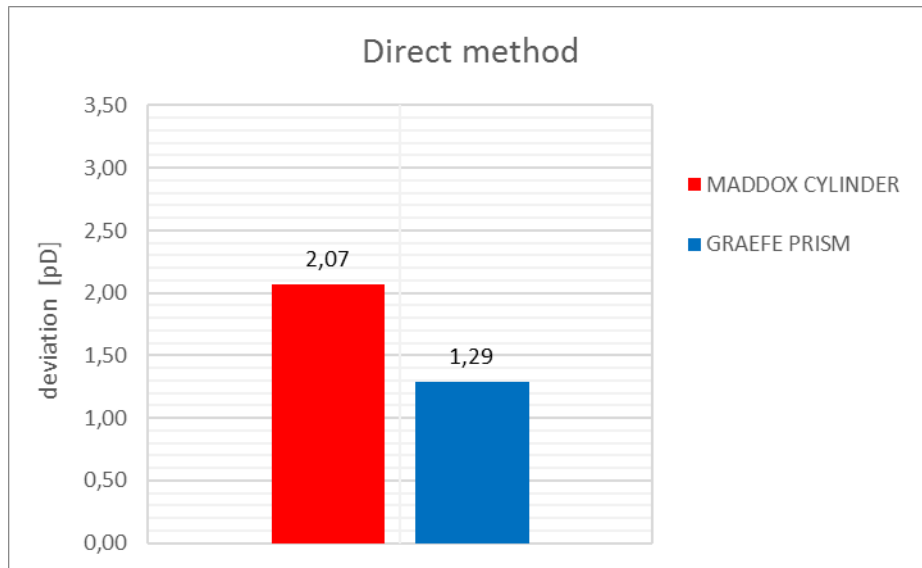


Chart 3: Average deviation values measured directly to near distance

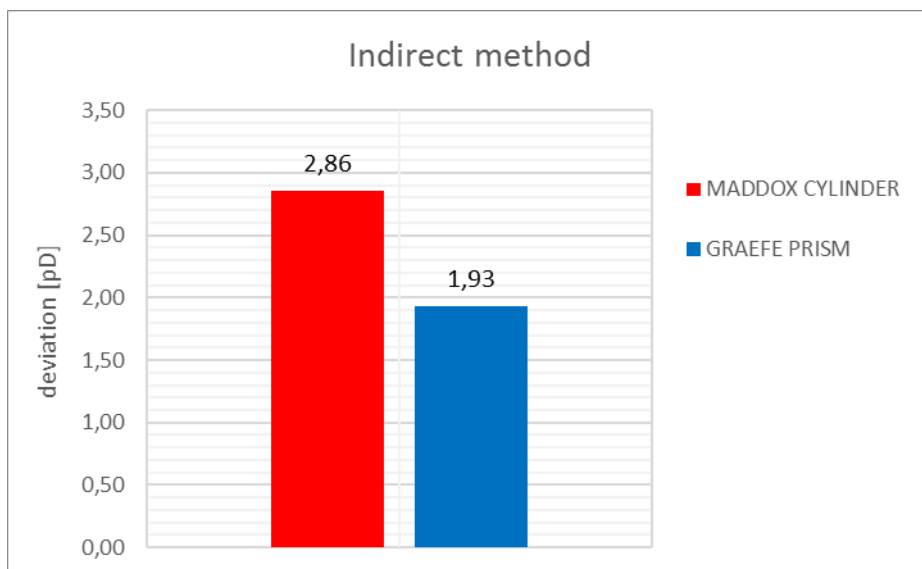


Chart 4: Average deviation values measured indirectly to near distance

The difference between the two methods of dissociation - the Maddox cylinder method and the Graefe prism method - is more noticeable to near distance than the far distance. At the same time, the results from direct and indirect measurement methods also differ. The difference between the mean values between the cylinder and prism techniques was about 1.0 pD for the direct method. The difference for the direct method is approximately 0.75 pD for the near and

1.0 pD for the indirect method. The only case of average deviation of Graefe prism higher than Maddox cylinder is shown in indirect method measurement to far distance. The difference between them was about 0.25 pD.

Using the Maddox cylinder, the heterophoria values measured were higher than when using the prism, which may be due to incomplete release of the fusion reserves. In practice, we should endeavor to minimize such side effects as much as possible, so I recommend to use cylindrical dissociation from these two methods. In addition, patients reported unpleasant sensations in prisms. However, not every patient responds equally well to the Thorington's test. Although heterophoria examination is performed only after careful subjective refraction and binocular balancing, the patient may have a contrast sensitivity disorder or a lack of color vision. In any case, it is important to evaluate which method of measurement will be best for a correct and time-consuming examination of heterophorias.

LIST OF USED LITERATURE

1. SCHEIMAN, M.; WICK, B.: *Clinical Management of Binocular Vision. Heterophoric, Accomodative, and Eye Movement Disorders*. 3rd edition, Lippincott Williams & Willkins, a Wolters Kluwer business, 2008. 608 p. ISBN 0781777844
2. AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-701-3362-7
3. BENEŠ P., VESELÝ P., SEVERA D. *Základy metod korekce refrakčních vad*. Vyd. 1. Brno: Masarykova univerzita, 2016. ISBN 978-80-210-8289-2

Bc. Kateřina Buchtová, doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc.

Vývoj rohovkových aberací v souvislosti s věkem

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Anotace

Tento článek pojednává o vadách optických soustav – aberacích. V první části zmiňuje základní přehled o očních strukturách ovlivňujících refrakci oka, přehled vad optických soustav a jejich měření pomocí aberometru. Ve druhé části je pak přehled průběžných výsledků srovnání aberací v závislosti na věku.

Klíčová slova

Rohovka, aberace, věk.

Lidské oko nefunguje jako ideální zobrazovací systém a je tedy zatíženo vadami zobrazování – aberacemi. Ty zásadně ovlivňují kvalitu vidění pacienta. Úkolem optometristy by měla být snaha tyto vady eliminovat a zajistit tak pacientovi kvalitní zrakový vjem. Pomocí brýlové korekce se nám daří eliminovat aberace nižších řádů a díky pokroku v oblasti oftalmologie se dnes dají řešit i aberace vyššího řádu. Je tedy třeba vědět, jak velký vliv aberace vyššího řádu mají a jaká je jejich souvislost k dalším proměnným (např. k věku, refrakční vadě...).

Rohovka

Rohovka je jedním z nejvýznamnějších refrakčních prostředí oka. Rohovka má tvar elipsy s rozměry asi 11,5 – 12 mm horizontálně a 12 mm vertikálně. Její tloušťka se pohybuje mezi 0,5 mm směrem do periferie až 0,6 mm. Poloměr zakřivení pro přední plochu je 7,8 mm a pro zadní plochu 7 mm.

Skládá se z pěti vrstev:

- Epitel

- Bowmanova membrána
- Stroma
- Descementova mebrána
- Endotel

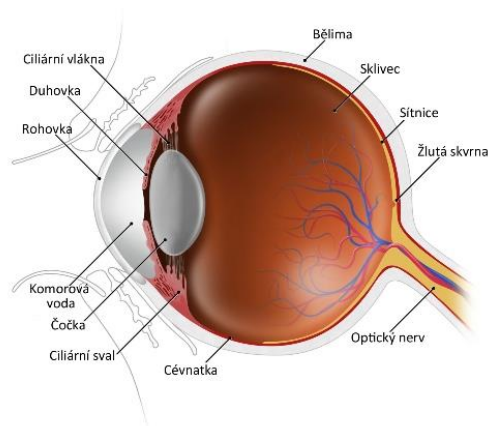
Jedná se nejcitlivější tkáň v těle. Nervově zásobení zajišťuje první větev n. trigeminus (n. nasociliaris). Potřebnou energii a kyslík získává z komorové vody a slz.

Čočka

Oční čočku taktéž řadíme k významným refrakčním prostředím. Je uložena za duhovkou, upevněná za vlákna závěsného aparátu k ciliárnímu svalu. Její ekvatoriální průměr je 9 - 10 mm, tloušťka se pohybuje mezi 3,5 - 5 mm. Čočka umožňuje akomodaci – tedy zaostřování oka na různé vzdálenosti.

Rozeznáváme 3 základní struktury:

- čočkové pouzdro
- čočkový epitel
- čočkové stroma



Obrázek č. 1 Anatomie oka

Vady optických soustav – aberace

Vady optických soustav jsou dány odchylkami v zobrazení reálnou optickou soustavou od ideálního zobrazení. Výsledkem je zhoršení kvality obrazu – kontrastu, barvy a dochází k jeho deformaci.

Optické aberace můžeme rozdělit:

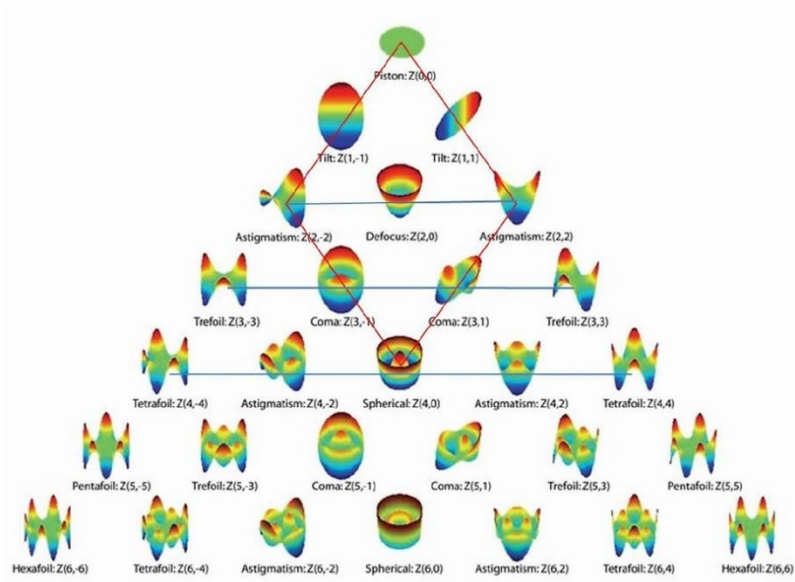
- chromatické
dochází k disperzi bílého světla a na základě rozdílnosti vlnové délky a indexu lomu je světlo rozloženo na barevné spektrum
- monochromatické
vzniká nedokonalostí optického prostředí, dochází k deformaci vlnoplochy

1. Aberace nižšího řádu

- Myopie
- Hypermetropie
- Astigmatismus

2. Aberace vyššího řádu

- Koma – vertikální a horizontální
- Trefoil – vertikální a šikmý
- Sférická aberace
- Sekundární astigmatismus
- Tetrafoil – vertikální a šikmý
- Pentafoil



Obrázek č. 2 Popis aberací pomocí Zernykeho polynomů

Aberometrie

Aberometrie je vyšetřovací technika sloužící k detekci optických vad lidského oka. Metodou vlnoploch objektivně zjišťuje aberace nižšího a vyššího řádu. Aberometrie velké využití v oblasti refrakční chirurgie. Existuje několik principů měření, které dělíme:

- Hartmann – Shackův aberometr
- Tscherningův aberometr
- Metoda Ray – tracing
- Dynamická skiaskopie

Hartmann – Shackův aberometr

Hartmann – Shackův aberometr využívá infračervený paprsek LED nebo diodový laser. Ten dopadá na sítnici, v závislosti na odrazu vlnoplochy od referenční roviny je vyhodnocena velikost refrakční vady. Dochází k průchodu vlnoploch optickou soustavou a následuje snímání detektorem. V závislosti na nejmenším detekovaném úhlu deviace je vyhodnocena citlivost měření senzoru.

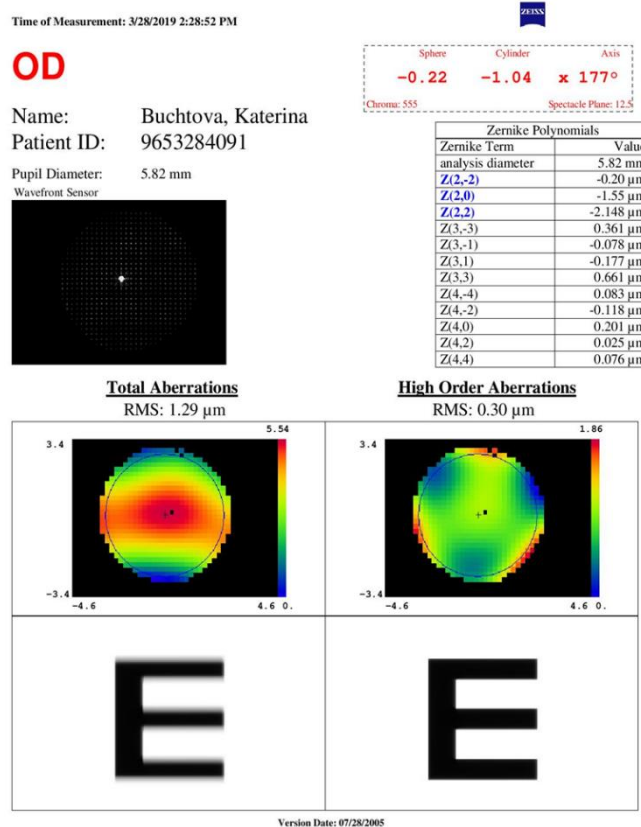
Wasca Analyzer Carl Zeiss

Jedná se o aberometr určený k měření aberace vlnoploch oka. Pacientovo oko je zaměřeno pomocí kamerového obrázku duhovky, který se vyšetřujícímu zobrazí na obrazovce. Do oka dopadá měřící laserový svazek, který po průchodu z oka zobrazen na Hartmann - Shackův senzor. Ten je složen z matice čoček a spojen s CCD kamerou. Obraz je pak přenesena uložen v počítači. Aberace jsou zobrazeny jako barevná mapa vlnoplochy.





Obrázek č. 3,4 Aberometr WASCA Analyzer Carl Zeiss



Obrázek č. 5 Záznam z měření na aberometru WASCA Analyzer Carl Zeiss

Přehled zmíněné teorie byl podkladem pro následující studii. Cílem této studie je prokázat závislost rohovkových aberací vyššího řádu u zdravého oka na věku. Předpokládáme, že v souvislosti s věkem bude tendence k nárůstu aberací vyššího řádu.

Soubor probandů je rozdělen na dvě skupiny dle věku:

1. skupina 20-35 let
2. skupina 50-65 let

Kritéria pro zařazení do výzkumu:

1. vyloučení patologií rohovky, předního očního segmentu, očního traumatu, nitrooční operace

Metodika výzkumu:

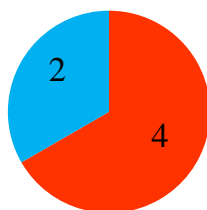
Každému pacientovi bude odebrána anamnéza s důrazem na věk a oční anamnézu, aby pacient mohl být zařazen do výzkumu. Pokud jsou zde splněny podmínky pro zařazení do výzkumu, přesuneme se k samotnému měření. Měření probíhá na aberometru WASCA Analyzer Carl Zeiss. Vyšetření probíhá v zatemněné místnosti z důvodu navození mydriázy. Pacient je instruován ke sledování nitkového kříže. Je potřeba několikrát rychle zamrkat, aby došlo k rozprostření slzného filmu, a dále už probíhá samotné měření. To se pak ještě alespoň dvakrát opakuje. Výsledek měření je barevná mapa vlnoplochy. Stejně měření je prováděno pro obě věkové skupiny a výsledky jsou dále porovnány a zpracovány.

Průběžné výsledky:

1. skupina 20-35 let celkem 6 lidí z toho 12 očí (průměrný věk 26 let)
2. skupina 50-66 let celkem 6 lidí z toho 12 očí (průměrný věk 54 let)

Rozdělení dle pohlaví

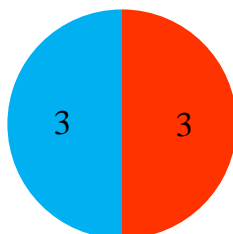
Rozložení dle pohlaví - 1.skupina



■ Ženy ■ Muži

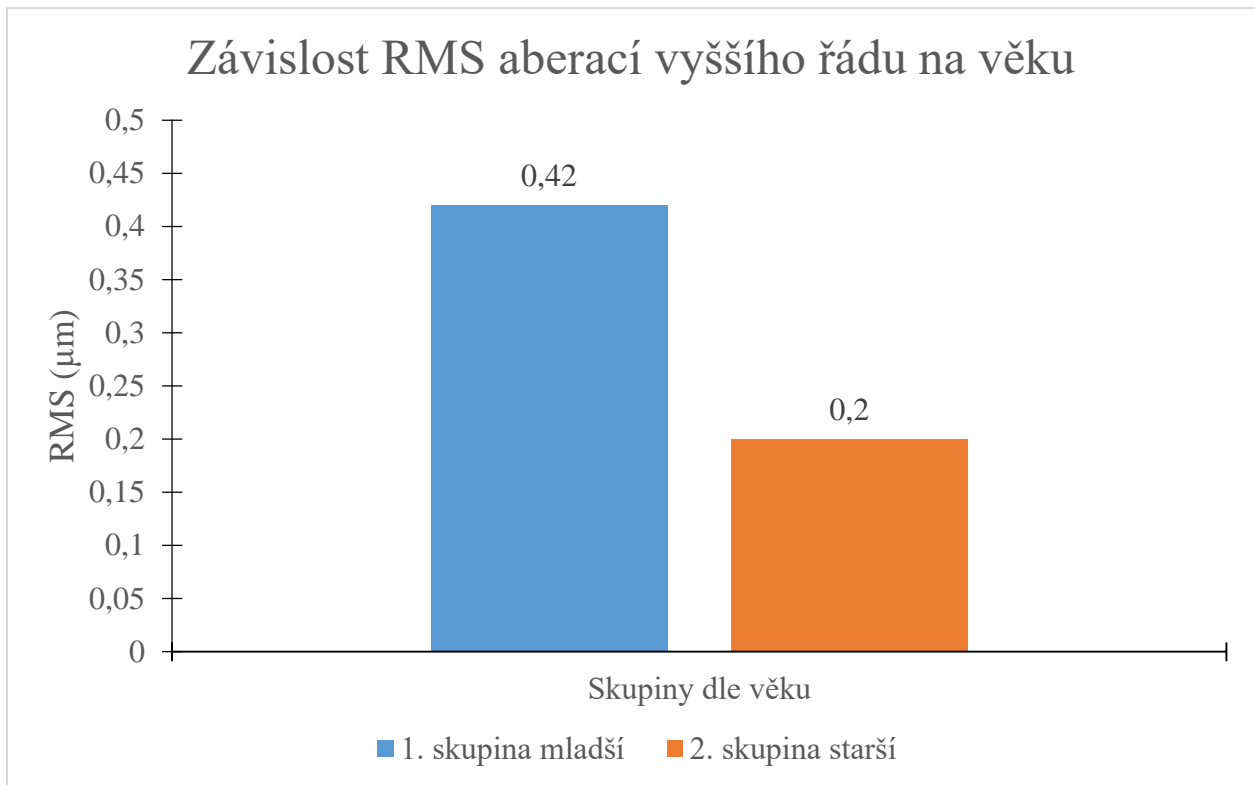
Graf č. 1 Rozložení dle pohlaví 1 skupina 20-35 let

Rozložení dle pohlaví - 2.skupina

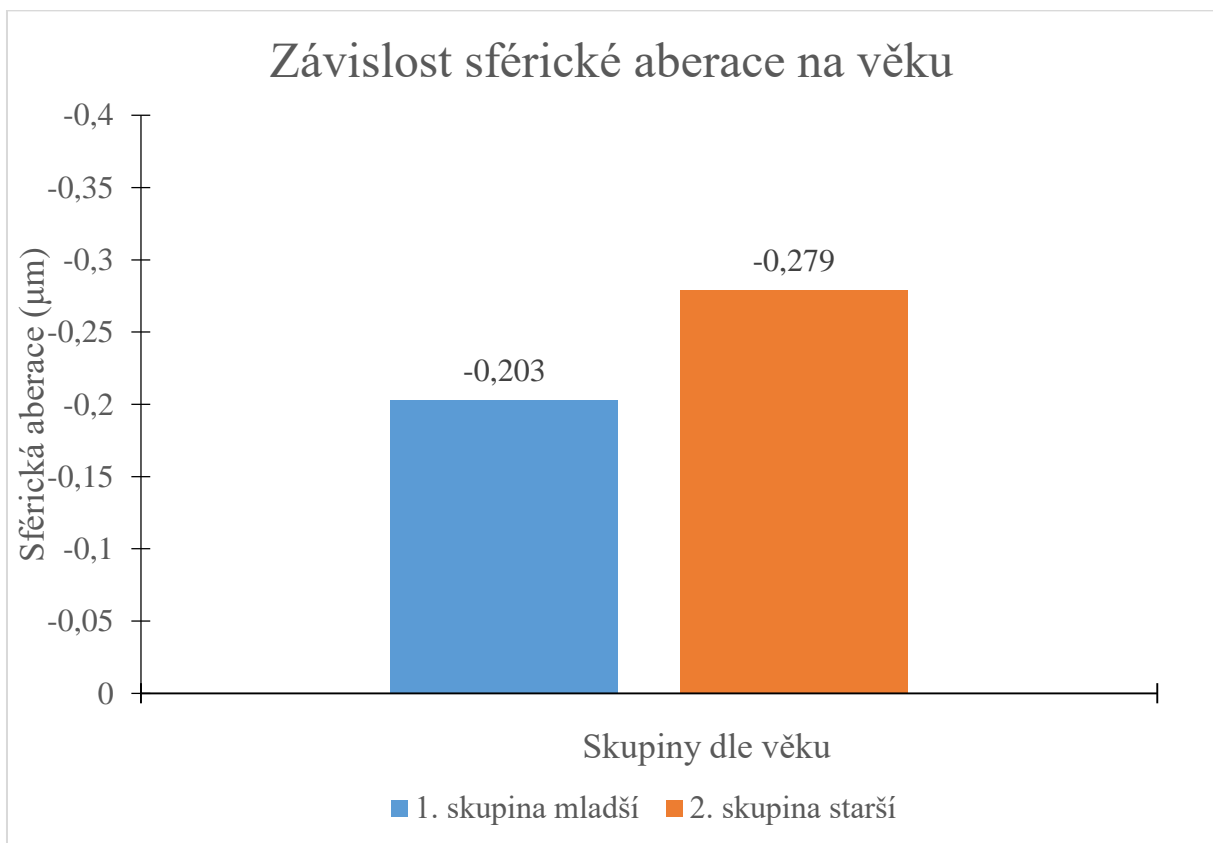


■ Ženy ■ Muži

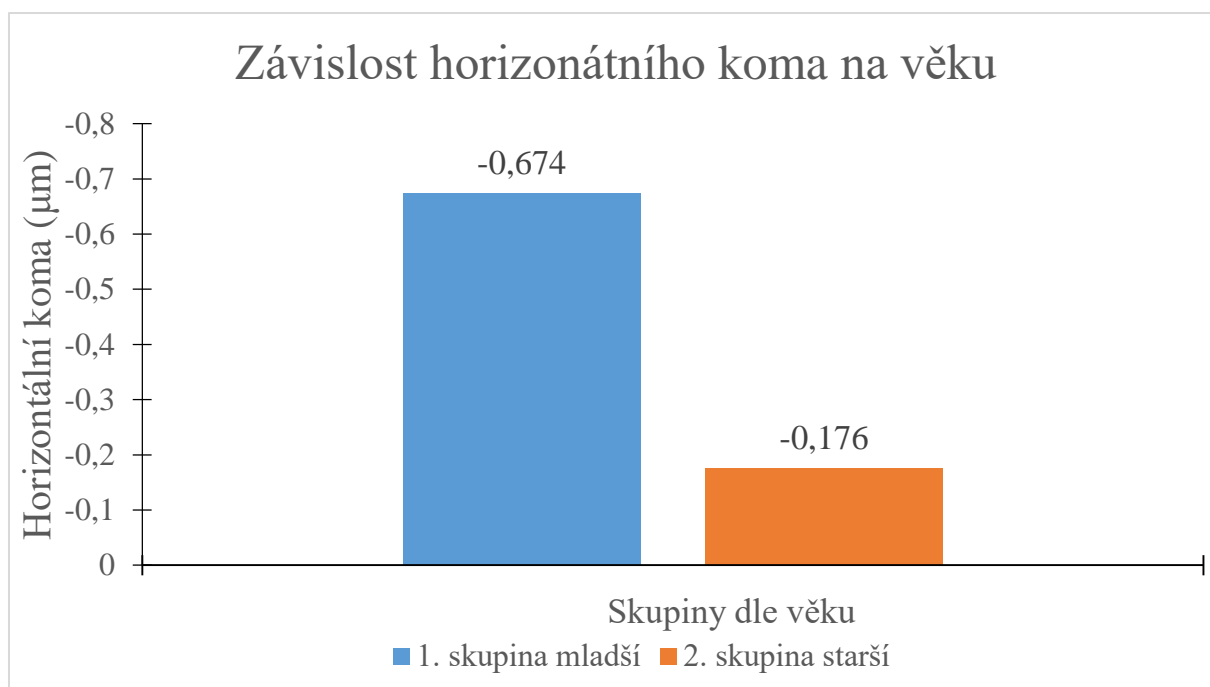
Graf č. 2 Rozložení dle pohlaví 2. skupina 50-66 let



Graf č. 3 Závislost celkových aberací vyššího řádu na věku



Graf č. 4 Závislost sférické aberace na věku



Graf č. 5 Závislost horizontálního koma na věku

Ve studii vycházíme z předpokladu, že pro první skupinu budou celkové aberace vyššího řádu nižší než pro druhou skupinu. Ovšem následující graf prozatím tuto teorii nepotvrzuje.

Dále pak předpokládáme, že se projeví statisticky významný rozdíl mezi skupinami pro nejvýznamější aberace vyššího řádu, a to pro sférickou aberaci a horizontální koma. Pro sférickou aberaci se náš předpoklad prozatím nepotvrdil, naopak pro horizontální koma se předpoklad potvrzuje.

Cílem výzkumu je zjistit závislost mezi aberacemi vyššího řádu a věkem. Soubor probandů byl rozdělen do dvou skupin na základě věku. Tyto skupiny jsou pak porovnány mezi sebou. Z dosavadních výsledků je vidět, že se hypotéza potvrdila pouze v jednom případě. Jedná se ovšem o malý vzorek probandů, proto jsou dosavadní výsledky hodnoceny jako průběžné. Jasnější závěr této studie bude tedy až po naměření větší skupiny probandů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BENEŠ, Pavel, Přístroje pro optometrii a oftalmologii, Brno: NCO NZO, 2015, 86-89 s., ISBN 978-80-7013-577-8
2. KVAPILÍKOVÁ, Květa, Anatomie a embryologie oka, Brno: NCO NZO, 2010, 64-76 s., ISBN 80-7013-313-9
3. SKORKOVSKÁ Š., ČERMÁKOVÁ S., Rohovkové aberace vyššího řádu u zdravého oka a jejich změny s věkem, Česká a slovenská oftalmologie č. 66, 2010, č.6, str. 254-257
4. OLBRAČT J., Vliv aberací vyšších řádů na kontrastní citlivost u pacientů s keratokonem, diplomová práce 2016

Bc. Kateřina Buchtová, doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc.

Age-related development of corneal aberrations

Department of Optometry and Orthoptics, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Annotation

This article deals with defects in optical systems - aberrations. The first part contains a basic overview of ophthalmic structures affecting the refraction of the eye, an overview of the defects of optical systems and their measurement using an aberrometer. In the second part, there is an overview of continuous results of aberration comparison depending on age.

Keywords

Cornea, aberration, age.

The human eye does not function as an ideal imaging system and is therefore burdened with imaging imperfections - aberrations. They fundamentally affect the quality of the patient's vision. The task of the optometrist should be to try to eliminate these defects and to provide the patient with a good visual perception. Using spectacle correction, we are able to eliminate lower order aberrations and, thanks to advances in ophthalmology, even higher - order aberrations can be solved today. It is, therefore, necessary to know how much influence higher - order aberrations have and what is their relation to other variables (eg. age, refractive error ...).

Cornea

The cornea is one of the most important refractive environments of the eye. The cornea has the shape of an ellipse with dimensions of about 11.5 - 12 mm horizontally and 12 mm vertically. Its thickness is between 0.5 mm and 0.6 mm in the periphery. The radius of curvature for the front surface is 7.8 mm and for the back surface 7 mm.

It consists of five layers:

- Epithelium
- Bowman membrane
- Stroma
- Descemet membrane
- Endotel

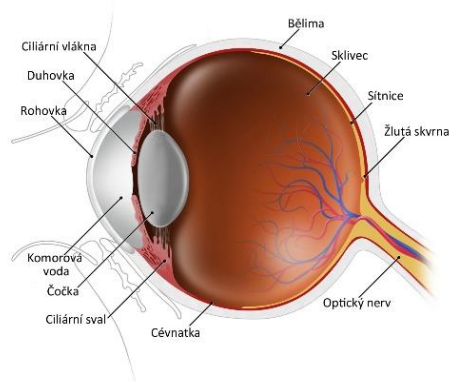
It is the most sensitive tissue in the body. The nerve supply is provided by the first branch of the n. trigeminus (n. nasociliaris). It obtains the necessary energy and oxygen from aqueous humor and tears.

Lens

The eye lens is also one of the major refractive environments. It is embedded in the iris, fixed by the fibers of the suspension apparatus to the ciliary muscle. Its equatorial diameter is 9 -10 mm, the thickness varies between 3.5 - 5 mm. The lens enables accommodation - ie focusing the eye at different distances.

There are 3 basic structures:

- lens case
- lens epithelium
- lenticular stroma



Picture 1 Anatomy of the eye

Defects of optical systems – aberrations

Faults of optical systems are given by deviations in the display of the real optical system from the ideal display. The result is a deterioration in image quality - contrast, color, and distortion.

Optical aberrations can be divided:

- chromatic

the white light is dispersed and, based on the difference in wavelength and refractive index, the light is distributed over the color spectrum

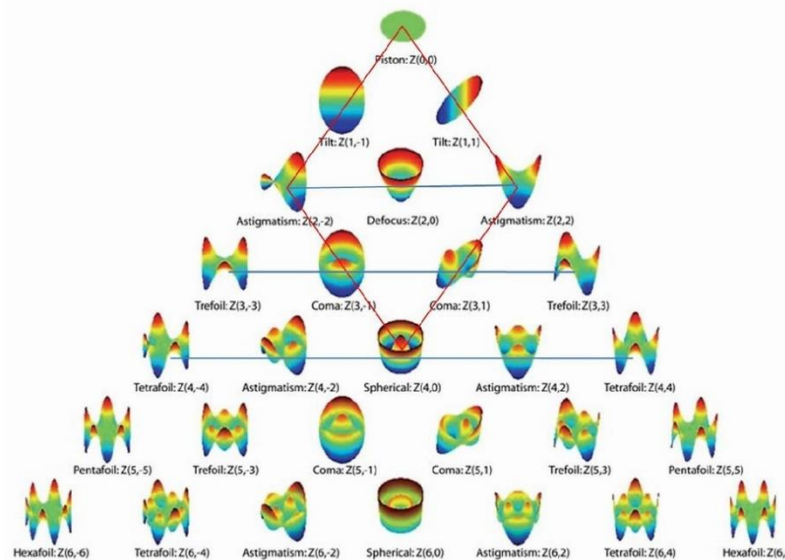
- monochromatic
due to imperfections in the optical environment, the wavefront is deformed

1. Low order aberrations

- Myopia
- Hyperopia
- Astigmatism

2. Higher - order aberrations

- Coma - vertical and horizontal
- Trefoil - vertical and oblique
- Spherical aberration
- Secondary astigmatism
- Tetrafoil - vertical and oblique
- Pentafoil



Picture 2 Description of aberrations using Zernyke polynoms

Aberrometry

Aberrometry is an examination technique used to detect the optical defects of the human eye. It uses the waveform method to objectively detect lower and higher - order

aberrations. Aberrometry is great use in refractive surgery. There are several measurement principles that we divide:

- Hartmann - Shack aberrometer
- Tscherning aberrometer
- Ray-tracing method
- Dynamic fluoroscopy

Hartmann - Shack Aberrometer

Hartmann - Shack aberrometer uses an infrared LED or diode laser. It falls on the retina, depending on the reflection of the wavefront from the reference plane, the size of the refractive error is evaluated. Wavelengths pass through the optical system, followed by detector sensing. Depending on the smallest detected deviation angle, the sensitivity of the sensor measurement is evaluated.

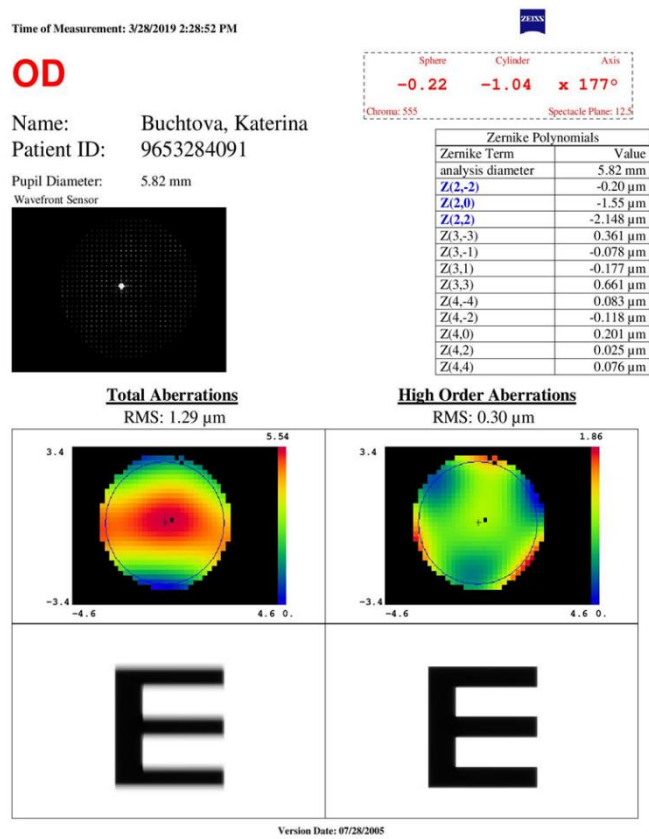
Wasca Analyzer by Carl Zeiss

It is an aberrometer designed to measure the aberration of the eye waves. The patient's eye is focused on using an iris camera image that is displayed on the screen to the investigator. A measuring laser beam strikes the eye and, after passing from the eye, is displayed on the Hartmann-Shack sensor. That is composed of a lens matrix and connected to a CCD camera. The image is then transferred to the computer. Aberrations are shown as a color map of the wavefront.





Picture 3, 4 Aberrometer WASCA Analyzer by Carl Zeiss



Picture 5 Record of measurements on a WASCA Analyzer aberrometer Carl Zeiss

The aim of this study is to demonstrate a higher order of corneal aberrations in the healthy eye to age. We assume that there will be a tendency to increase higher order aberrations in relation to age.

The group of probands is divided into two groups by age:

1st group 20-35 years

2nd group 50-65 years

Research inclusion criteria:

1. exclusion of corneal pathologies, anterior ocular segment, ocular trauma, intraocular surgery

Research Methodology:

Each patient will have a history of age and ocular history taken for the patient to be included in the research. If the conditions for inclusion in the research are met, we will move to the measurement itself. The measurement is done on the WASCA Analyzer Carl Zeiss aberrometer. The examination takes place in a darkened room to induce mydriasis. The patient is instructed to monitor the reticle. You need to blink a few times to spread the tear film, and the measurement itself is in progress. This is then repeated at least twice. The measurement result is a color map of the wavefront. The same measurement is performed for both age groups and the results are further compared and processed.

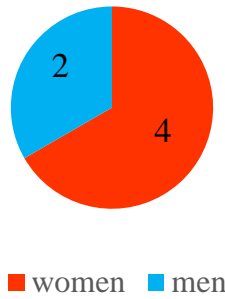
Interim results:

1st group 20-35 years total 6 people including 12 eyes (average age 26 years)

2nd group 50-66 years total 6 people including 12 eyes (average age 54 years)

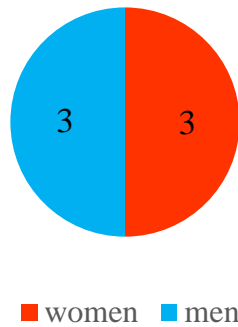
Distribution by gender

Distribution by gender-1st group

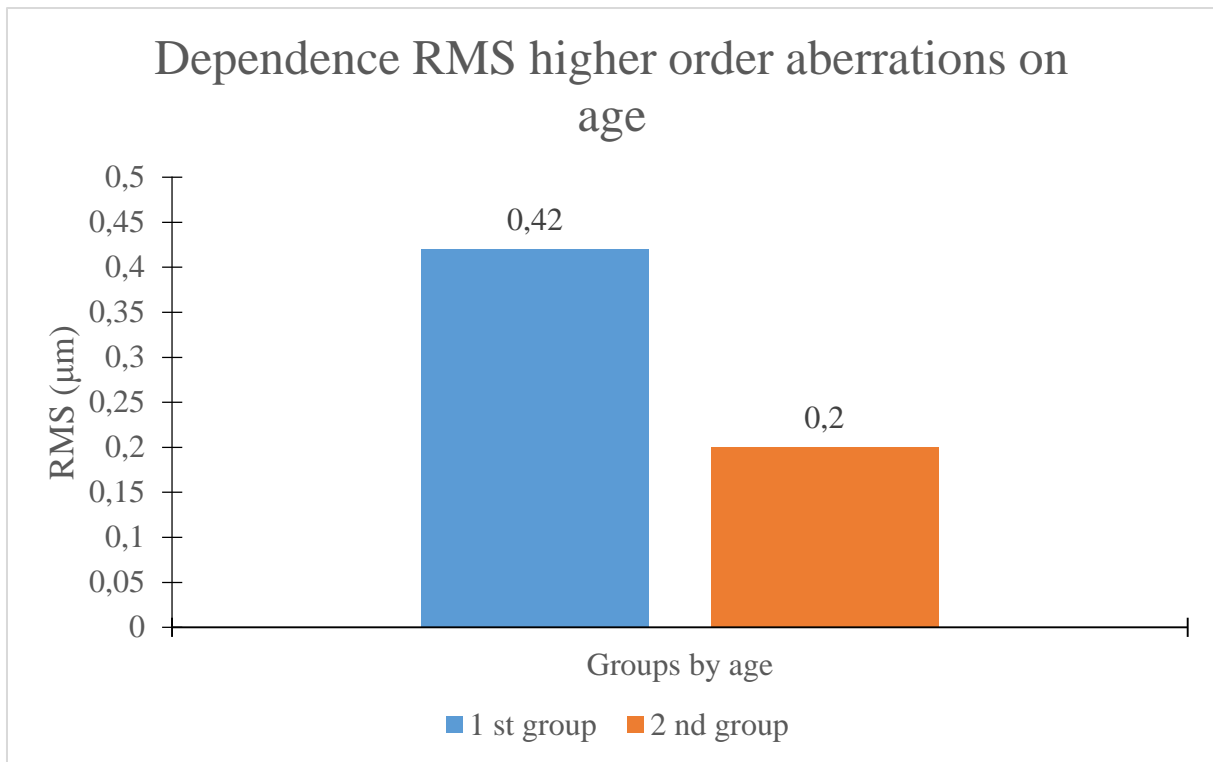


Graph 1 Distribution by gender 1 st group 20-35 years

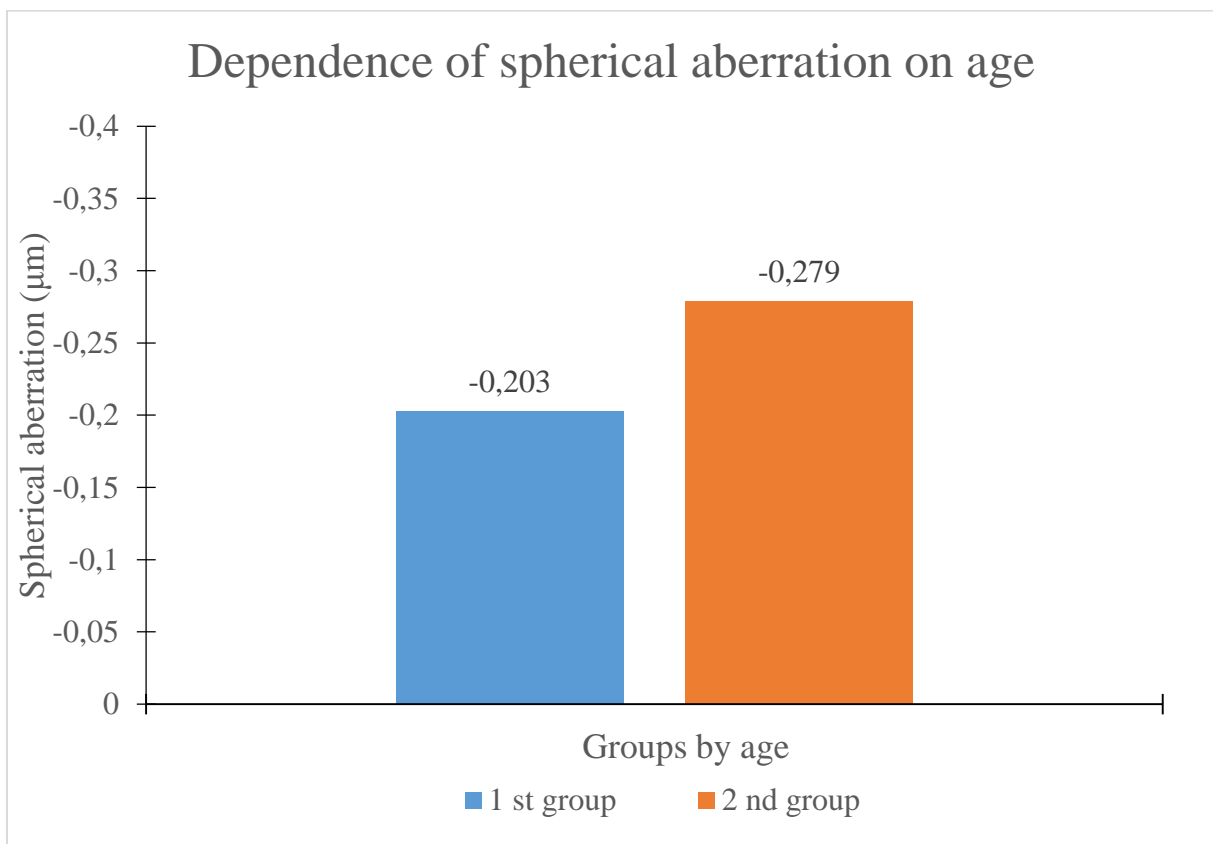
Distribution by gender - 2nd group



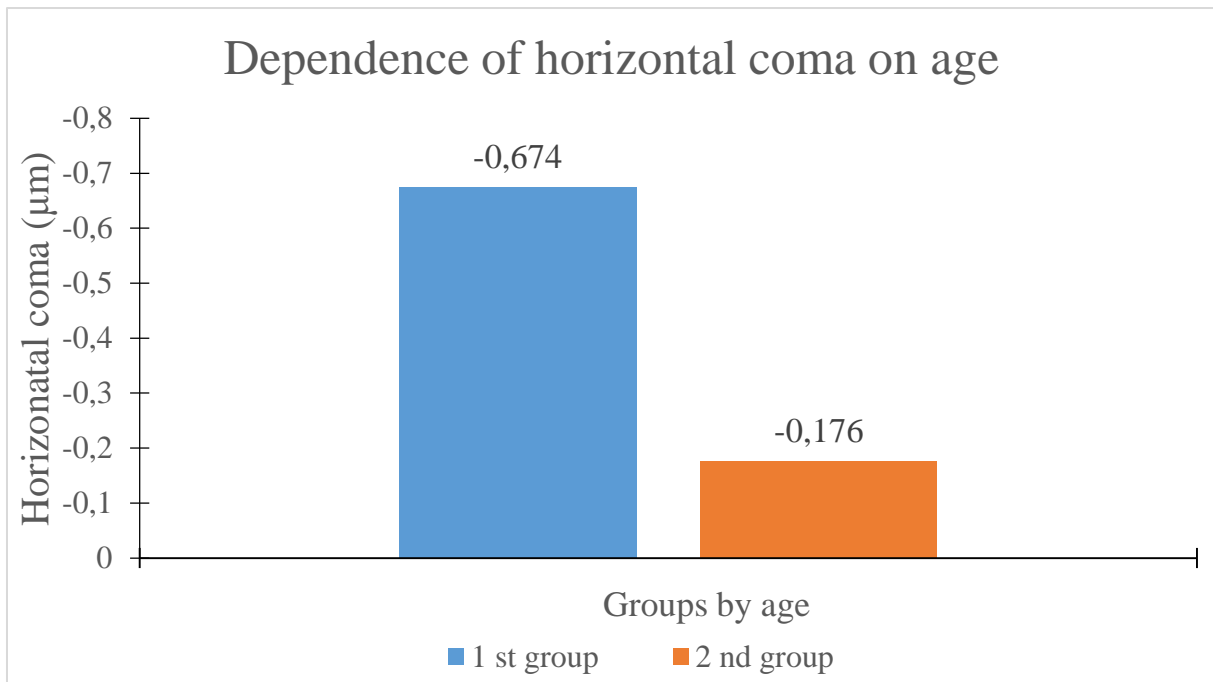
Graph 2 Distribution by gender 2 nd group 20-35 years



Graph 3 Dependence of higher order aberrations on age



Graph 4 Dependence of spherical aberration on age



Graph 5 Dependence of horizontal coma on age

The study assumes that for the first group, higher order aberrations will be lower than for the second group. However, the following graph does not confirm this theory for the time being.

Furthermore, we assume that there will be a statistically significant difference between the groups for the most significant higher order aberrations, namely for spherical aberration and horizontal coma. For the spherical aberration, our assumption has not been confirmed yet, but the assumption is confirmed for the horizontal coma.

The aim of the research is to determine the dependence between higher order aberrations and age. The group of probands was divided into two groups based on age. These groups are then compared with each other. It can be seen from the results so far that the hypothesis was confirmed only in one case. However, this is a small sample of probands, so the current results have been evaluated as continuous. Therefore, a clearer conclusion to this study will be after a larger group of probands has been measured.

LIST OF USED LITERATURE

1. BENEŠ, Pavel, Přístroje pro optometrii a oftalmologii, Brno: NCO NZO, 2015, 86-89 s., ISBN 978-80-7013-577-8
2. KVAPILÍKOVÁ, Květa, Anatomie a embryologie oka, Brno: NCO NZO, 2010, 64-76 s., ISBN 80-7013-313-9
3. SKORKOVSKÁ Š., ČERMÁKOVÁ S., Rohovkové aberace vyššího řádu u zdravého oka a jejich změny s věkem, Česká a slovenská oftalmologie č. 66, 2010, č.6, str. 254-257
4. OLBRACHT J., Vliv aberací vyšších řádů na kontrastní citlivost u pacientů s keratokonem, diplomová práce 2016

Bc. Anna Rajmonová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Chromagenové filtry jako pomůcka pro žáky se specifickými poruchami učení

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Anotace

Tento článek je rozdělen do dvou částí. První část pojednává o specifických poruchách učení zvláště o dyslexii. Dále se zabývá teoriemi vzniku dyslexie a reedukačními postupy při dyslexii. Druhá část článku se věnuje hypotézám, podmínkám zkoumání, vlastní metodice výzkumu, předběžným výsledkům a diskuzi.

Klíčová slova

Specifické poruchy učení, dyslexie, barevné filtry, rychlost čtení

Specifické poruchy učení

Specifické poruchy učení označují skupinu obtíží objevujících se při osvojování a užívání řeči, čtení, psaní, naslouchání a matematiky. Všechny zmíněné obtíže mají individuální charakter a vznikají na podkladě dysfunkcí v centrální nervové soustavě.

Specifické poruchy učení se mohou objevovat souběžně s jinými handicap (senzorické postižení, mentální retardace) nebo s vnějšími vlivy jako jsou například odlišná kultura, nedostatečné nebo neúměrné vedení, ale nevznikají jako jejich přímý důsledek.

Poruchy učení se neprojevují pouze v oblastech, kde lze pozorovat problémy nejvýrazněji ale mají řadu společných projevů. Často se projevují ve větší či menší míře poruchy řeči, potíže při soustředění, poruchy pravolevé orientace a další.

- Dyslexie – porucha osvojování čtenářských dovedností
- Dysgrafie – porucha osvojování psaní
- Dysortografie – porucha osvojování pravopisu
- Dyskalkulie – porucha osvojování matematických dovedností
- Dyspraxie – porucha osvojování, plánování a provádění volných pohybů
- Dymúzie – porucha osvojování hudebních dovedností

Dyslexie

Dyslexie je nejstarší, a tedy nejvíce zmapovaná porucha učení. Jedná se o poruchu, která ovlivňuje schopnost jedince osvojit si čtenářské dovednosti. Provází člověka celý život a nelze ji odstranit nebo vyléčit, lze ale zmírnit její dopad vhodnými reedukačními postupy. Dyslexie je neurologicky podmíněná a bývá i často dědičná. Nejčastějšími projevy jsou pomalé čtení plné chyb a nepochopení čteného textu. Děti s poruchou osvojování čtenářských dovedností málo čtou, což má za následek sníženou slovní zásobu a s malou slovní zásobou se dítě pomaleji rozvíjí i v jiných oblastech. Ve škole pak může dyslektik zaostávat za spolužáky a mít pocit méněcennosti a odloučení. [1-3]

Typologie a teorie dyslexie

Typologie dle Matějčka

Profesor Matějček rozdělil dyslexii do následujících typů:

- Typ A – u dyslexie typu A převládají poruchy v základní organizaci smyslových dat s vyloučením přítomnosti poruchy smyslů
 - Podtyp A1 – převládají obtíže v sluchové analýze
 - Podtyp A2 – převládají obtíže ve zrakové analýze
- Typ B – tento typ je velice podobný typu A, ale je k němu přidružena lehká mozková dysfunkce
- Typ C – jedná se poruchu v integračních mechanismech, čtení je mechanické a bez porozumění
 - Podtyp C1 – dítě čte bez obtíží ale bez porozumění a problémem bývá i písemný projev

- Podtyp C2 – dítě má problémy se syntetizací, čte jednotlivá písmena, která nespojí do slov
- Typ D – jedná se o nespecifický typ dyslexie [4]

Inverzní teorie

Inverzní teorie tvrdí, že děti s dyslexií zaměňují tvarově podobná písmena, jako jsou a-o, b-p, d-b, d-p, n-u, n-m. K záměně písmen dochází i při poslechu, dítě často nerozliší š-ž, č-š. [4]

Typologie dle Bakker

Tato typologie vychází z myšlenky, že jsou mozkové hemisféry funkčně specializované. Levá hemisféra zpracovává jazykové podněty a dává slovům význam, díky levé hemisféře dává jazyk smysl. Pravá hemisféra zpracovává vizuální a akustické znaky. Při dyslexii dochází k dysbalanci v souhře pravé a levé hemisféry. Jedna z hemisfér pracuje více než druhá, hovoříme tak o dyslexii typu P a L. [4]

Fonologická teorie

Fonologická teorie hovoří o dyslexii jako o typu jazykové poruchy. Tato teorie pracuje s pojmem fonémové uvědomění, což znamená schopnost analyzovat ve slovním celku jeho sublexikální část, fonémy (Foném je nejmenší dále nedělitelná jednotka slova). Dyslektici mají problémy jednotlivé fonémy rozeznávat a často je i zaměňují. [1],[4]

Hypotéza dvojího deficitu a teorie rychlého zpracování

Veškeré obtíže dyslektiků nestačila vysvětlit fonologická teorie, a proto bylo nutné ji rozšířit. Badatelé u dyslektiků zjistili deficit v rychlosti zpracování podnětů. Byl vytvořen test rychlého pojmenování, při kterém měli testovaní rychle číst znaky, které dobře znali (písmena, číslice). Na základě testování bylo pozorováno, že celá řada dyslektiků potřebovala delší čas ke zpracování znaku než kontrolní skupina. Tento test odhalil, že dyslektik neměl problém znak rozpoznat, ale potřeboval pouze více času.

Hypotéza dvojího deficitu tedy tvrdí, že dyslektici mohou mít deficit ve fonémovém uvědomění, ale nemusí být přítomen deficit v rychlém zpracování, nebo mohou mít fonémové uvědomění v pořádku ale deficit v rychlém zpracování nebo poslední, a zároveň nepříznivější pro dyslektiky, deficit v obou oblastech. [4]

Teorie vizuálního deficitu

Teorie vizuálního deficitu předchází magnocelulární teorii, která ji dále doplňuje. Tato teorie ukazuje, že fonologická teorie nestačí k tomu, aby postihla všechny problémy, které dyslektici pociťují. Autoři této teorie se zabývali zpracováním vizuální informace (písmena, slova) a zjistili přítomnost abnormalit, které nazvali vizuální perzistence. Zjistilo se, že u některých dyslektiků přetrvává vizuální informace déle, než by měla.

Vizuální perzistence se jednoduše testovala. Na plátno byla promítána písmena např. L, E, D, která tvořila slovo led. Písmena se promítala jednotlivě, postupně a mezi promítanými písmeny byla pauza. Čas mezi písmeny se postupně zkracoval a zjistilo se, že někteří dyslektici pozorovali překrývání písmen, a tudíž docházelo k problému ve složení celého slova. [4]

Magnocelulární teorie

Magnocelulární teorie se věnuje hlavně dyslektikům, kteří popisují při čtení chaotické pohyby textu, ve kterém se pak špatně orientují. Hlavním aktérem v této teorii je magno a parvocelulární systém. Magnocelulární systém umožňuje zpracování podnětu při nízkém osvětlení a malém kontrastu. Systém je silně myelinizován a vedení vzruchu je rychlejší, a proto je magnocelulární systém velmi citlivý pro krátké časové intervaly. Parvocelulární systém je citlivý na barvy a zpracovává drobné detaily.

Při čtení má magnocelulární systém za práci plynulé přecházení z písmena na písmeno. Pokud má čtenář deficit v magnocelulárním systému, písmena přetrvávají a začnou se překrývat a hovoříme, jako v předešlé teorii, o vizuální perzistenci.

Autoři této teorie přišli s možností kompenzace deficitu magnocelulárního systému. Magnocelulární systém je citlivý pro světlo s vlnovou délkou v modré oblasti. Světlo o těchto vlnových délkách stimuluje funkci magnocelulárního systému. Dyslektikům s tímto deficitem se doporučuje používání modrých filtrů v brýlích, kontaktních čočkách nebo v podobě příložných fólií. Modrý filtr dyslexii nevyлéčí ani neodstraní ale má vliv na snížení nepříjemných projevů. [4]

Cerebrální (mozečková) teorie

Cerebrální teorie navazuje a rozšiřuje fonologickou teorii a hypotézu dvojího deficitu o tvrzení, že vedle čtenářských obtíží mají dyslektici i řadu dalších přidružených problémů rozdělených do čtyř skupin:

1. celková motorická neobratnost
2. hudební obtíže
3. problémy s odhadem a orientací v čase
4. problémy s vykonáváním automatických úkonů, které běžně šetří čas a energii. [4]

Reedukace dyslexie

Dyslektické obtíže lze zmírnit vhodnými reedukačními postupy, u kterých je důležité myslet na to, že každý dyslektik je originál a potřebuje na všechny fáze reedukačního postupu různou časovou dotaci a také přístup.

1. Vyvozování písmen

Prvním krokem je spojování souhlásek a samohlásek s obrázkem nebo jinou názornou ukázkou jako je například čččč – kočka, áááá – otevřená ústa u lékaře další. [3]

2. Spojování slabik, slabikování

Dalším logickým krokem je ze souhlásek a samohlásek tvořit slabiky. Pro tyto účely je vhodné použití kartiček. [3]

3. Čtení celých slov a vět

Dítě se snaží zkracovat pauzy mezi slabikami a číst celá slova a následně i kratší věty. [3]

4. Porozumění čteného textu

Děti se často soustředí více na techniku čtení, ale už nevěnují pozornost obsahu. Porozumění textu se dá trénovat přiřazováním slov k obrázkům, ilustrovanými částmi textu nebo vynecháním slov pro domyšlení. [3]

5. Záměny písmen

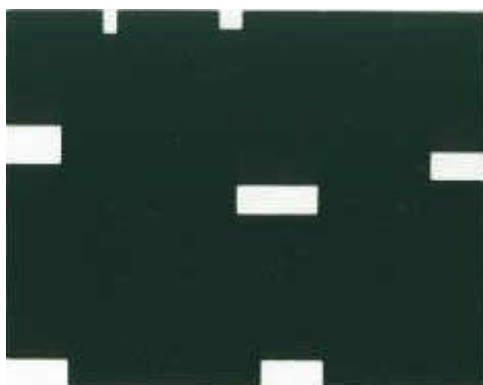
Dyslektici často zaměňují podobná písmena, proto je důležité tuto problematiku trénovat jak čtením, tak i poslechem. [3]

6. Dvojí čtení

Jedná se o nesprávný návyk při čtení. Dítě si nejdřív potichu přeslabikuje slovo a následně ho nahlas celé přečte. Tato technika vzniká, pokud dítě rychle skočí od slabikování ke čtení celých slov a vět. Proto je důležité se ke slabikování vrátit, plynule navázat na čtení slov a následně vět. [3]

7. Ulpívání na slabikách

Ulpívání na slabikách je přítomno u dětí, které si nenacvičily plynulý pohyb očí, důležitý pro plynulé čtení textu. Dítě vyráží slabiky a nejde mu plynule přečíst slovo. Pro odstranění problému se používají okénka (viz obrázek), kterými se pohybuje po textu a trénuje se čtení v rychlosti pohybu tohoto okénka po textu. [3]



Obrázek 13: Čtecí okénko.

8. Náměty pro práci s textem

Důležité je děti při čtení zabavit, a tak je nutné jim vymýšlet další aktivity spojené se čtením. Potřebujeme, aby si čtení zautomatizovaly. Vhodné je například čtení ve dvou, stanovení cílů, vyhledávání nejkratších/nejdelsích slov v textu, vyhledávat slova s určitým počtem písmen atd. [3]

9. Čtení a spolupráce hemisfér

Tato metoda se používá hlavně u dyslexií typu L a P (typologie dle Bakker). Vychází z faktu, že levou ruku ovládá pravá hemisféra a pravou ruku levá hemisféra. Podle toho, jakou hemisféru potřebujeme při čtení stimulovat, používá dítě k orientaci v textu příslušnou ruku. Jinak řečeno, pokud je slabá pravá hemisféra, dítě přejíždí prstem levé ruky po čteném textu. [3]

Výzkum, který se opírá o výše zmíněné teorie, probíhal na 8. Základní škole Ladova a na 1. Základní škole Na Valech, od třetí do deváté třídy.

Dále bylo nutné stanovit vylučovací kritéria:

- Nesouhlas rodičů
- Anomální barvocit
- Vízus do blízka horší než 0,8

Pomůcky

- Test na čtení do blízka.
- Test na barvocit, Color Vision Test od iSIGHT v podobě aplikace na iPad.
- Text pro výběr filtrů, úryvek z pohádky O perníkové chaloupce od Boženy Němcové.
- Barevné filtry Cerium Overlay Testing set, vybrané filtry rose, apple, yellow, blue, aqua
- Test složený z normálních i vymyšlených slov, test složený pouze z normálních slov a test složený pouze ze slov vymyšlených.

Testy byly vytvořené se zaměřením na dyslektickou problematiku zaměňování podobných písmen jako n-u, p-d atd.

oblouk lad opadávat dob proud doubó
oblaka čížina zimní kšír nyní livola
byliny ninymi podoba obrblá řeči řečap
louka šdosu bedla dábidyba latindol lopata
otréza podat obazlí um lajdá hrábě
koupíja mouka drestel bodlák švopa
klobouk mnou bříza lašdo křeče poda
krůček dap dopad švopa prádlo kvápida
nápad badop

badop nápad kvápida prádlo švopa dopad
dap krůček poda křeče lašdo bříza mnou
klobouk švopa bodlák drestel mouka
koupíja hrábě lajdá um obazlí podat
otréza lopata latindol máslo dábidyba
bedla šdosu louka řečap řeči obrblá
podoba ninymi byliny livola nyní kšír
zimní čížina oblaka doubó proud dob
opadávat lad oblouk

Obrázek 2: Testy složené ze slov vymyšlených a normálních.

lad dob doubó čížina kšír livola ninymi
obrblá řečap šdosu dábidyba latindol
otréza obazlí um lajdá koupíja drestel
švopa mnou lašdo poda dap švopa
kvápida badá lad dob doubó čížina kšír
livola ninymi obrblá řečap šdosu
dábidyba látindol otréza obazlí um lajdá
koupíja drestel švopa mnou lašdo poda
dap švopa kvápida badop

nápad prádlo dopad krůček křeče bříza
mnou klobouk bodlák mouka hrábě um
podat lopata máslo bedla louka řeči
podoba byliny nyní zimní oblaka proud
opadávat oblouk nádoba nápad prádlo
dopad krůček křeče bříza mnou klobouk
bodlák mouka hrábě um podat lopata
máslo bedla louka řeči podoba byliny
nyní zimní oblaka proud opadávat oblouk
nádoba

Obrázek 3: Nalevo test ze slov vymyšlených a napravo test ze slov normálních.

Technika měření

1. Osobní informace

Žáci jsou dotázáni na jméno, příjmení, věk a třídu.

2. Test na vízus do blízka

Pokud žáci nosí brýle, je nutné, aby je měli i v průběhu testování.

3. Test na barvocit

Kvůli velkému věkovému rozsahu byl zvolen test s barevnými terčíky na principu Farnsworth D-15, který zvládnou i mladší děti.

4. Výběr filtru

Filtry jsou vybírány podle subjektivního názoru dítěte. Na text jsou postupně předkládány filtry a dítě si samo určí, se kterou barvou se text jeví příjemnější, lepší.

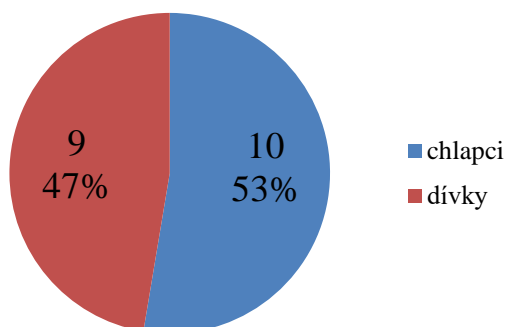
5. Čtení testů

Žák čte vždy jeden test celkem čtyřikrát v pořadí bez filtru, s filtrem, s filtrem a bez filtru. Každé čtení trvá 30 s. Sledovanými parametry jsou celkový počet slov a počet chyb. Tyto hodnoty nám poskytnou informaci o rychlosti čtení, která je definována, jako počet správně přečtených slov za jednu minutu, v tomto případě za půl minuty.

Průběžné výsledky

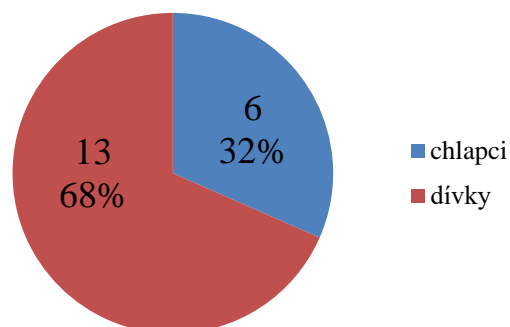
Výzkumu se zúčastnilo 19 dyslektiků z toho 10 chlapců a 9 dívek, a 19 nedyslektiků z toho 6 chlapců a 13 dívek.

Dyslektická skupina



Graf 1: Složení dyslektické skupiny.

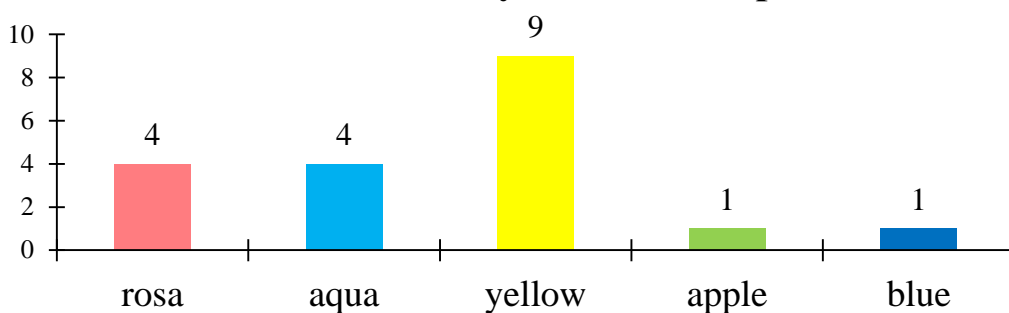
Kontrolní skupina



Graf 2: Složení nedyslektické skupiny.

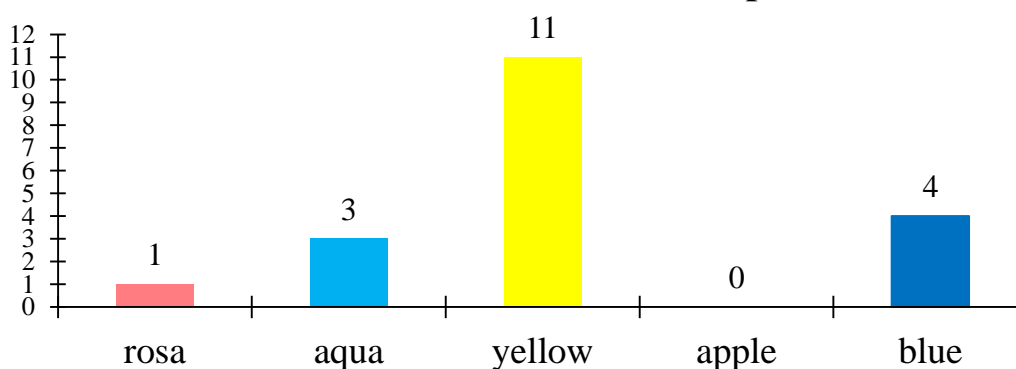
Nejčastěji vybíraný filtr, u obou skupin, byl žlutý (yellow). U dyslektické skupiny si čtyři žáci vybrali červený (rose), čtyři žáci modrý (aqua) a zbylí dva žáci si vybrali zelený (apple) a modrý (blue). Čtyři děti v kontrolní skupině si vybraly modrý (blue), tři žáci modrý (aqua), jeden červený (rosa) a zelený (apple) si nevybral žádný.

Četnost filtrů: Dyslektická skupina



Graf 3: Výběr barevných filtrů dyslektické skupiny.

Četnost filtrů: Kontrolní skupina

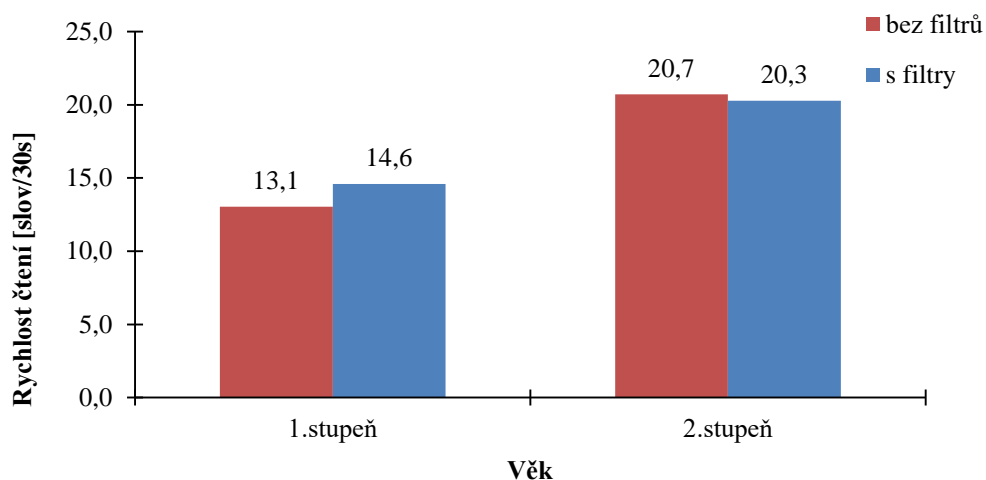


Graf 4: Výběr barevných filtrů kontrolní skupiny.

1. Část výzkumu

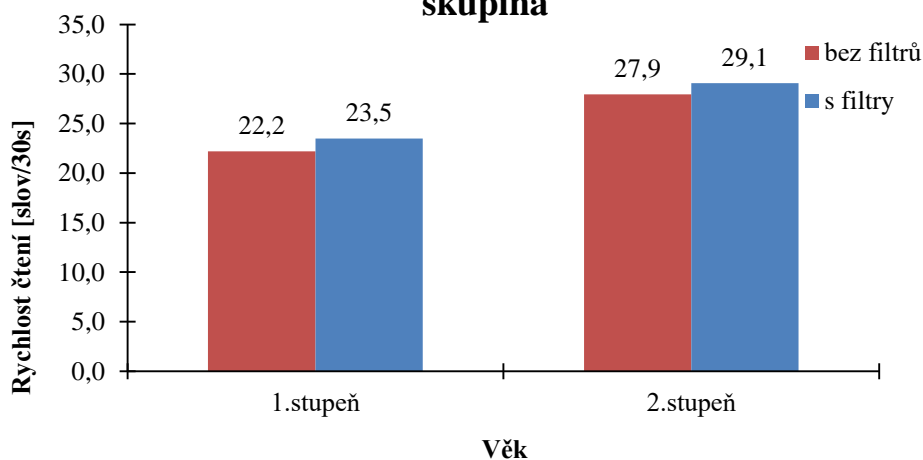
První část výzkumu se týkala okamžitého účinku barevných fólií na rychlost čtení, který byl vztažen na věk. Čtený text byl test složený ze slov smyšlených i normálních. Z grafu závislosti rychlosti čtení na věku u dyslektiků (Graf 5) lze pozorovat u věkové skupiny 1. stupeň zlepšení při čtení přes fólie o 1,5 slova za 0,5 min, zatímco u věkové skupiny 2. stupeň došlo s fóliemi ke zhoršení o 0,4 slov za 0,5 min. V grafu závislosti rychlosti čtení na věku u kontrolní skupiny (Graf 6) je možné pozorovat zlepšení při čtení přes fólie v obou věkových skupinách.

Závislost rychlosti čtení na věku : dyslektici



Graf 5: Závislost rychlosti čtení na věku u dyslektické skupiny.

Závislost rychlosti čtení na věku : kontrolní skupina



Graf 6: Závislost rychlosti čtení na věku u kontrolní skupiny.

2. Část výzkumu

Druhá část výzkumu se zabývala porovnáním dvou testů, testu složeného ze slov normálních (Test 1) a z testu složeného ze slov smyšlených (Test 2). Z důvodů malého vzorku žáků je zde uvedena pouze tabulka s hodnotami bez dalšího statistického zpracování. Žlutá políčka obsahují průměrné hodnoty rychlosti čtení, kde je možné pozorovat u dyslektické skupiny zlepšení při použití fólií u obou testů, zatímco u kontrolní skupiny došlo u Testu 1 ke zhoršení při použití filtrů a u Testu 2 ke zlepšení.

Tabulka 1: Porovnání rychlosti čtení dyslektiků a nedyslektiků při použití Testu 1 a Testu 2.

	věk	pohlaví	barva f.	TEST 1 PRŮMĚR			TEST 1 f. PRŮMĚR			TEST 2 PRŮMĚR			TEST 2 f. PRŮMĚR		
				počet slov	chyby	rychlost	počet slov	chyby	rychlost	počet slov	chyby	rychlost	počet slov	chyby	rychlost
D	14	žena	apple	30,5	0,5	30	36	1,5	34,5	16	3,5	12,5	18,5	4,5	14
D	15	muž	blue	40,5	1	39,5	48	1	47	27	4	23	26,5	1,5	25
D	15	žena	blue	24,5	2,5	22	26	1,5	24,5	11,5	3	8,5	13,5	2,5	11
				30,50			35,33			14,67			16,67		
K	13	žena	yellow	56	0	56	52,5	1	51,5	45	5,5	39,5	46,5	2,5	44
K	14	žena	yellow	24,5	2,5	22	26	1,5	24,5	11,5	3	8,5	13,5	2,5	11
K	15	žena	aqua	37,5	0,5	37	39,5	0,5	39	32,5	0,5	32	34,5	0	34,5
				47,17			44,67			31,67			33,33		

- Test 1 – test složený ze slov normálních
- Test 1 f. – test 1 čtený s filtrem
- Test 2 – test složený pouze ze slov smyšlených
- Test 2 f. – Test 2 čtený s filtrem
- D – dyslektik
- K – nedyslektik (kontrolní skupina)

Diskuze

Použití barevných fólií pro kompenzaci dyslexie je stále tématem převážně zahraničních odborných studií. Mnohé studie potvrdily pozitivní efekt barevných filtrů zvláště u dětí, které trpí Skotopickým syndromem nebo také Irlen syndromem, zrakovým stresem atd. Stále ale existují studie, které pozitivní účinky barevných fólií negují. Jako příklad je studie z roku 2011 od autorů Stuart J. Ritchie, Della Sala S, McIntosh RD s názvem *Irlen colored overlays do not alleviate reading difficulties*. Studie se zúčastnilo 61 žáků ve věku 7–12 let, kteří trpěli obtížemi při čtení. Studie neprokázala okamžitý účinek při použití fólií. [6]

Zahraniční zdroje jako inspirace pro výzkum v našich podmínkách jsou problematické tím, že se technika měření nedá aplikovat bez velkých úprav testového textu. Jinak řečeno, anglicky mluvící děti mají trochu jiné dyslektické obtíže než děti mluvící česky. Z tohoto důvodu nestačí anglický text pouze přeložit, překladem zmizí z textu potřebné jevy, se kterými mají dyslektici problémy (výše zmíněná záměna písmen).

Dalším problémem, který může v našich podmínkách zkreslit výsledky, je fakt, že pedagogicko-psychologické poradny vůbec nepracují s pojmem Irlen syndrom nebo vizuální stres ale pouze s dyslexií. To znamená, že děti s dyslexií a děti s Irlen syndromem jsou hozeny do stejného pytle.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. KREJČOVÁ, Lenka. *Dyslexie: psychologické souvislosti*. Praha: Grada, 2019. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3950-2.
2. ZELINKOVÁ, Olga. *Poruchy učení*. 5. Praha: Portál, 1994. ISBN 80-7178-481-8.
3. ZELINKOVÁ, Olga. *Poruchy učení: specifické vývojové poruchy čtení, psaní a dalších školních dovedností*. 10., zcela přeprac. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-717-8800-7
4. JOŠT, Jiří. *Čtení a dyslexie*. Praha: Grada, 2011. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-3030-1
5. Vlastní archiv
6. RITCHIE, Stuart J., Sergio DELLA SALA a Robert D. MCINTOSH. Irlen Colored Overlays Do not Alleviate Reading Difficulties. *American Academy of Pediatrics* [online]. 2011, říjen 2011, **128**(4) [cit. 2019-04-29]. DOI: 10.1542/peds.2011-0314. ISSN 0031-4005. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.muni.cz/pubmed/21930551>

Bc. Anna Rajmonová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Chromagen filters as a tool for students with specific learning disorders

Department of Optics and Optometry, Faculty of Medicine, Masaryk University in Brno

Anotation

This article is divided in two parts. First part deals with specific reading disorders, especially dyslexia. Also it concerns with theories of dyslexia origin and dyslexia reeducational approaches. The second part of this article focuses on hypotheses, research conditons, research methods, estimate results and discussion.

Key words

Specific learning disorders, dyslexia, coloured filters, reading speed

Specific learning disorders

Specific learning disorders mark the group of difficulties appearing with language learning and using, reading, writing, hearing and maths. All difficulties mentioned have an individual characteristics and emerge on the base of dysfunction of CNS.

Specific learning disorders may occur along with another handicaps (sensory or mental handicap) or with outter influences such as culture differences, poor or even lack of guidance, but they don't emerge as their direct effect.

Learning disorders don't only display when you can notice their intensive expression, but they have many symptoms in common. They often display as bigger or smaller speech disorder, troubled concentration, rigt-left orientation disorder etc.

- Dyslexia – learning of reading skills disorder
- Dysgraphia – learning of writing disorder

- Dysorthographia – learning of grammar disorder
- Dyscalculia – learning of math skills disorder
- Dyspraxia – learning, planning and volitional motions disorder
- Dysmusia – learning of music skills disorder

Dyslexia

Dyslexia is the oldest, therefore the most examined learning disorder. Individuals having this disorder have a problem with learning the reading skills. It follows the individual the whole life and it can not be removed nor cured, it could only be reduced by proper reeducation methods. Dyslexia is conditioned neurologically and can be often hereditary. The most common symptoms are slow reading full of misspelling and not understanding the text itself. Children with learning of reading skills disorder don't read much, which leads to their lack of vocabulary, which then causes the slower development of the child in other skills. These school students may lag behind their classmates and have the feeling of inferiority and separation. [1-3]

Typology and theory of Dyslexia

Typology by Matějček

Professor Matějček divided dyslexia to following types:

- Type A – at this type of dyslexia there are dominating disorders in basic organisation of sensory data with exclusion of any senses damage present
 - Subtype A1 – domination of problems in auditory analysis
 - Subtype A2 – domination of problems in visual analysis
- Type B – very similar to the type A, but in addition there is presence of mild brain dysfunction
- Type C – disorder of integration mechanisms, reading is mechanical without understanding
 - Subtype C1 – the child reads with no problems, but without understanding the text, can have problems with writing

- Subtype C2 – the child has problems with synthesis, meaning it reads separate letters and doesn't connect them to words.
- Type D – non-specified type of dyslexia [4]

Inverse theory

Inverse theory claims, that children with dyslexia change similar shaped letters such as a-o, b-p, d-b, d-p, n-u, n-m. This letter replacement can also take place while hearing, š-ž, č-š can make troubles in recognition. [4]

Typology by Bakker

This typology comes out of a thought, that brain hemispheres are specialized by function. Left hemisphere processes language impulses and gives the words the meaning, thanks to the left hemisphere the language makes sense. Right hemisphere processes visual and auditory marks. Having dyslexia means having disbalanced the cooperation of both left and right hemispheres. One of the hemispheres works more than the other one, so we can speak about the dyslexia type R and L. [4]

Phonological theory

Phonological theory speaks about dyslexia like it is a type of language disorder. This theory works with the term phoneme notification, which means the ability to analyse phonemes in whole word (The smallest, further unbreakable unit of a word). In conclusion there occur problems with recognition and/or replacement of these phonemes. [1],[4]

Hypothesis of dual deficiency and theory of fast processing

Not every trouble people with dyslexia have could have been explained by phonological theory, therefore it had to be extended. The researchers have found some deficiency in impulse processing speed at dyslexia patients. There was made a test of quick denomination, where the tested subjects should fast read the characters they knew well (letters, numbers). According to this test, it has been observed, that lots of people with dyslexia needed more time to process the characters displayed, than the control group. This test revealed, that the individual suffering from dyslexia had no problem to recognize the character displayed, he just needed more time to do so.

Hypothesis of dual deficiency claims, that people with dyslexia can have some deficiency at phoneme notification, but there is no deficiency at fast processing, or they can have

phoneme notification alright, but fast processing deficiency, or at last they can have both kinds of deficiency, which is most positive for them. [4]

Theory of visual deficiency

Theory of visual deficiency precedes the magnocellular theory, which supplements this theory further. This theory shows, that the phonological theory isn't capable enough to describe all the problems the dyslexia patients feel. The authors of this theory dealt with visual information processing (letters, words), and found the presence of abnormalities, which they called the visual persistence. It has been found that the visual information processed by people with dyslexia lasts longer than it should.

Visual persistence was easy to test. They projected letters on screen, such as letters L, E, D, which form together the word LED. The letters were projected individually, consecutively, and with a pause between them. The time for a pause between individual letters was shortening on and on, and it has been found out, that some of the patients have seen the overlay of displayed letters, thus there was a problem with whole word composition. [4]

Magnocellular theory

Magnocellular theory mainly deals with dyslectics, who describe chaotic text movement during reading, which makes reader's bad orientation in the text. The main actor in this theory is magno and parvocellular system. The magnocellular system makes you process the impulse while low light intensity and low contrast conditions. This system is strongly myelinised, which makes the signal travel fast, therefore the magnocellular system is very sensitive to short time intervals. Parvocellular system is sensitive to colours and processes tiny details.

While reading, the magnocellular system is responsible for continuous passing from one letter to another. If there is any deficiency in this system, these letters persist and begin to overlay, so we talk, as mentioned earlier, about the visual persistence.

Authors themselves came up with a possibility of compensation of magnocellular system deficiency. Magnocellular system is sensitive for wavelength of blue colour. This wavelength stimulates the function of magnocellular system. So it is advised to people with dyslexia to use blue filters in glasses, contact lenses or as a reading foil. Blue filter of course does not heal the dyslexia, neither makes it disappear, but it has the influence to lower the disorder's uncomfortable signs. [4]

Cerebral theory

Cerebral theory connects on and extends the phonological theory and hypothesis of dual deficiency with statement, that besides the reading problems, dyslectics also have other problems allied, divided into four groups:

1. overall motorial ineptitude
2. musical problems
3. problems with time estimation and orientation
4. problems with doing automatic acts, normally saving time and energy [4]

Dyslexia reeducation

Dyslexia problems can be relieved by proper reeducational procedures, where it is urgent to think about every dyslectic as an individual, who needs different time donation for all reeducational procedure phases and also needs different approach. [3]

1. Letters deducing

The first step is to connect consonants and vowels with a picture or another illustrative sample, such as čččč – kočka, áááá – opened mouth at doctor's check-up. [3]

2. Connecting syllables

The next logical step is to make syllables out of consonants and vowels. For this purpose is proper to use cards. [3]

3. Reading whole words and sentences

Child tries to shorten the pauses between syllables and read the whole word and further whole short sentences. [3]

4. Understanding of text being read

Kids often focus more on reading technique, while they don't concern about the text content. Understanding of text can be trained with word-picture assignment, with illustrated parts of text or with absence of some words, so children can think of a word that fits the best. [3]

5. Letters replacement

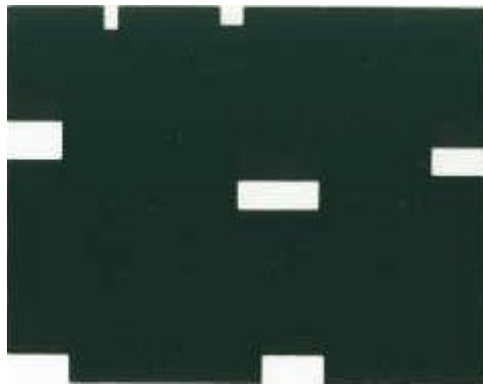
Dyslectics often replace similar letters, therefore it is important to train this issue through both reading and listening. [3]

6. Double reading

This is a wrong habit during reading. The kid firstly speaks the word silently for itself (syllable by syllable) and after this reads it whole loudly. This technique occurs if the child moves too fast from syllables connecting to whole words and sentences reading. Thus it is important to go back to syllables connecting and fluently move to words reading and sentences consequently. [3]

7. Sticking to syllables

Sticking to syllables occurs at children, who did not train their fluent eye movement, needed for fluent text reading. This kid strikes the syllables out and it can not read the word fluently. To remove this problem, there are boxes used (as shown in the picture), which move above text and make the kid train reading, while moving this box. [3]



Picture 1: Reading box

8. Suggestions for working with text

It is important to entertain kids while reading, so it is necessary to make up another activities connected with reading. We need them to make reading automatic. It is appropriate to use reading in pair, setting some targets, searching for the shortest/longest words in text, searching for words with certain amount of letters etc. [3]

9. Reading and hemispheres cooperation

This method is used mainly at type L and R dyslexia (Bakker). It comes out of a fact, that the left hand is controlled by right hemisphere and right hand by left hemisphere. According to which hemisphere we need to stimulate during reading, the child uses proper hand to orient itself in text. Differently spoken, if the right hemisphere is the weak one, the child points on the text with the finger of the left hand. [3]

The research, based on the aforementioned theories, took place at 8th Elementary school Ladova and 1st Elementary school Na Valech, in classes from 3rd to 9th grade.

Next there had to be made some excretory conditions:

- Parent's disagreement
- Anomalous colour perception
- Near visus worse than 0,8

Materials

- Near reading test
- Colour perception test, Color Vision Test by iSIGHT as an iPad app.
- Text for filters selection, the extract from fairy tale by Božena Němcová.
- Chromagen filters Cerium Overlay Testing set, selected filters rose, apple, yellow, blue, aqua
- Normal and made up words test, normal words test only, and made up words test only.

Tests were created to focus on dyslectic matters of replacing similar shaped letters n-u, p-d etc.

oblouk lad opadávat dob proud doubó
 oblaka čížina zimní kšír nyní livola
 byliny ninymi podoba obrblá řeči řečap
 louka šdosu bedla dábidyba latindol lopata
 otréza podat obazlí um lajdá hrábě
 koupíja mouka drestel bodlák švopa
 klobouk mnou bříza lašdo křeče poda
 krůček dap dopad švopa prádlo kvápida
 nápad badop

badop nápad kvápida prádlo švopa dopad
 dap krůček poda křeče lašdo bříza mnou
 klobouk švopa bodlák drestel mouka
 koupíja hrábě lajdá um obazlí podat
 otréza lopata latindol máslo dábidyba
 bedla šdosu louka řečap řeči obrblá
 podoba ninymi byliny livola nyní kšír
 zimní čížina oblaka doubó proud dob
 opadávat lad oblouk

Picture 2: Test of made up and normal words mixed.

lad dob doubó čížina kšír livola ninymi
 obrblá řečap šdosu dábidyba latindol
 otréza obazlí um lajdá koupíja drestel
 švopa mnou lašdo poda dap švopa
 kvápida badá lad dob doubó čížina kšír
 livola ninymi obrblá řečap šdosu
 dábidyba látindol otréza obazlí um lajdá
 koupíja drestel švopa mnou lašdo poda
 dap švapa kvápida badop

nápad prádlo dopad krůček křeče bříza
 mnou klobouk bodlák mouka hrábě um
 podat lopata máslo bedla louka řeči
 podoba byliny nyní zimní oblaka proud
 opadávat oblouk nádoba nápad prádlo
 dopad krůček křeče bříza mnou klobouk
 bodlák mouka hrábě um podat lopata
 máslo bedla louka řeči podoba byliny
 nyní zimní oblaka proud opadávat oblouk
 nádoba

Picture 3: Made up words test on the left and normal words test on the right.

Measuring technique

1. Personal information

Pupils are asked for name, surname, age and grade.

2. Near visus test

If pupils wear glasses, it is necessary for them to wear glasses all the time during measurement.

3. Colour perception test

Because of wide age range, there was chosen a colour dots test based on Farnsworth D-15, which is suitable even for younger kids.

4. Filter selection

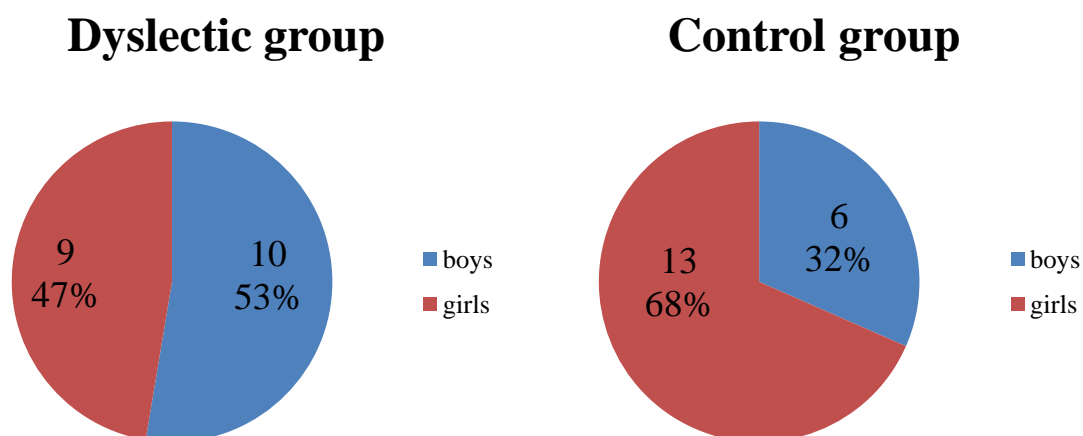
Filters are chosen according to subjective opinion of the student. These filters are one by one put over a text and the kid chooses itself, which colour is the most comfortable and suitable for it.

5. Test reading

Every student reads only one text four times in total in order without filter, with filter, with filter nad without filter. Every reading lasts 30 seconds. Tracked parameters are the total amount of words and total amount of mistakes. These values offer us information about the reading speed, which is defined as the amount of correct words read per one minute, in 30 seconds in this case.

Running results

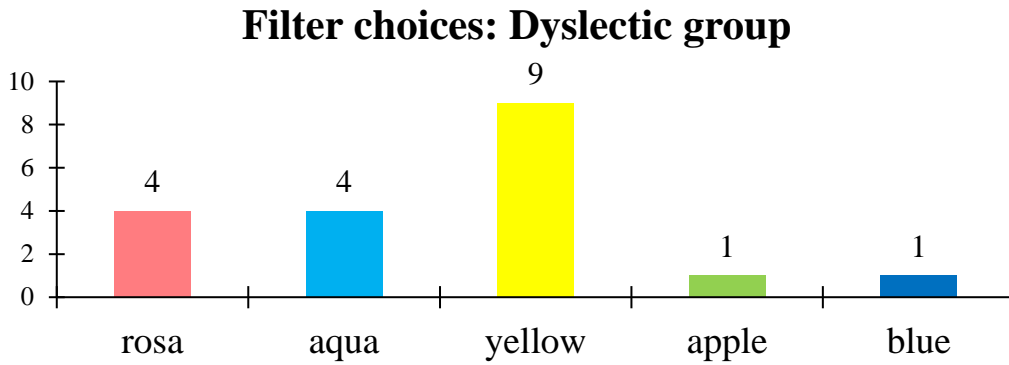
This research participated 19 dyslectics (10 boys and 9 girls), and 19 non-dyslectics (6 boys and 13 girls).



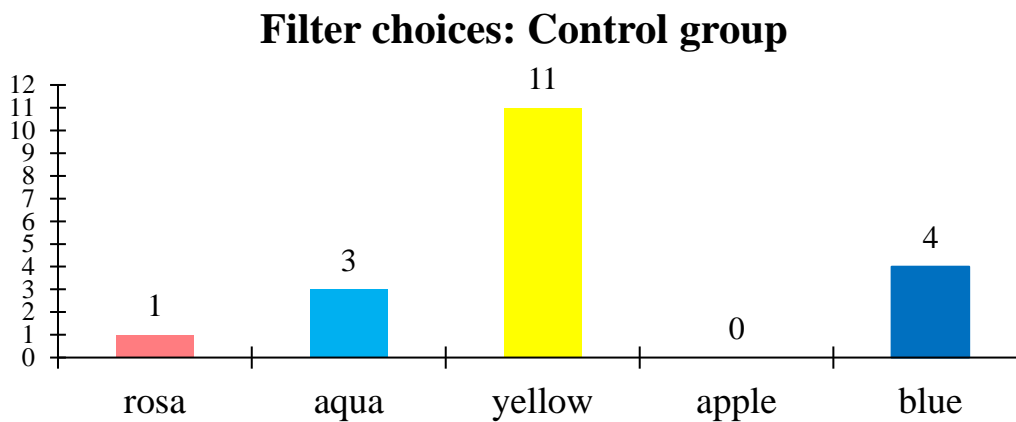
Graph 1: Setup of dyslectic group.

Graph 2: Setup of control group.

The most chosen filter in both groups was the yellow one. In dyslectic group four students have chosen rosa filter, four students aqua filter, and the rest two students one apple and one blue filter. Four students in control group have chosen blue filter, three students aqua filter, one student rosa filter and none of them have chosen apple filter.



Graph 3: The choice of chromagen filters in dyslectic group.

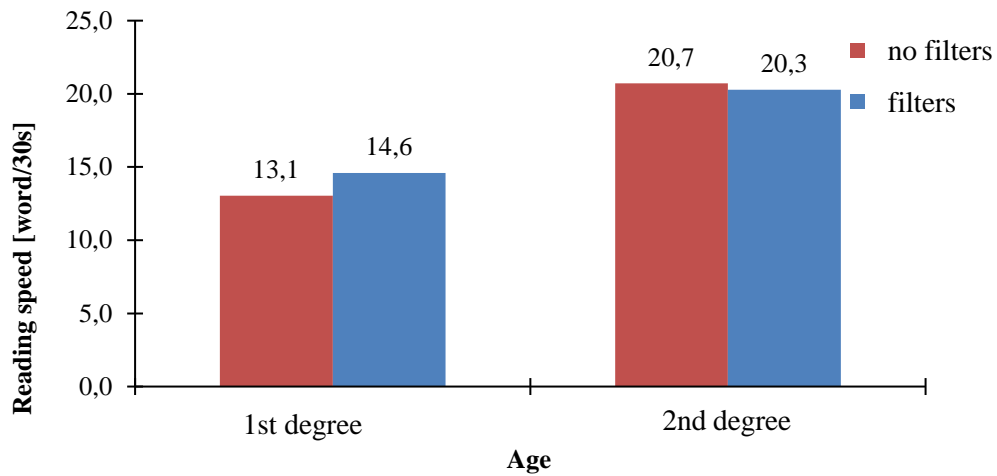


Graph 4: The choice of chromagen filters in controlc group.

1st Part of research

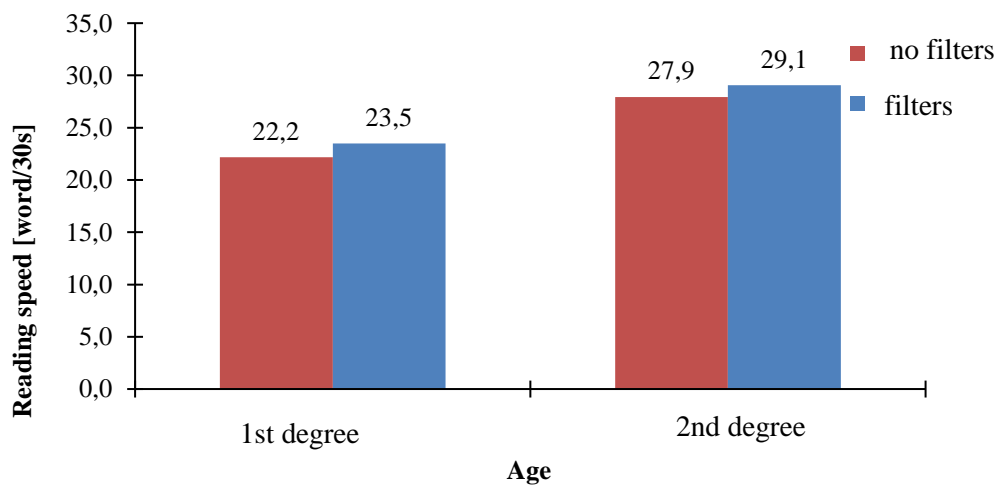
The first part of research focused on the immediate effect of chromagene filters on reading speed, which was applied on age. The raed text was test composed of normal and made up words. In Graph 5 you can notice reading improvement through filters for 1.5 word per a half minute at 1st degree group, whereas at 2nd degree group there was a slight decrease for 0.4 word per a half minute. At the control group (Graph 6) there was an improvement in both groups.

Reading speed dependent on age: dyslectics



Graph 5: Reading speed dependent on age in dyslectic group.

Reading speed dependent on age: control group



Graph 6: Reading speed dependent on age in control group.

2nd Part of research

The second part of research focused on comparison of two tests: normal words test (Test 1) and made up words test (Test 2). Because of little amount of students tested so far, there is presented a chart (Chart 1) with data without any further statistical processing. Yellow fields contain average reading speed values, where you can see improvement at dyslectics group in

both tests using filters, whereas at control group there was worsening at Test 1 using filters and improvement at Test 2.

Chart 1: Comparison of reading speed of dyslectics and control group using Test 1 and Test 2.

	Age	Gender	Filter colour	TEST 1 Average			TEST 1 f. Average			TEST 2 Average			TEST 2 f. Average				
				Words amount	Faults	Speed	Words amount	Faults	Speed	Words amount	Faults	Speed	Words amount	Faults	Speed		
D	14	Male	apple	30,5	0,5	30	36	1,5	34,5	16	3,5	12,5	18,5	4,5	14		
D	15	Male	blue	40,5	1	39,5	48	1	47	27	4	23	26,5	1,5	25		
D	15	Female	blue	24,5	2,5	22	26	1,5	24,5	11,5	3	8,5	13,5	2,5	11		
						30,50				35,33				14,67			16,67
K	13	Female	yellow	56	0	56	52,5	1	51,5	45	5,5	39,5	46,5	2,5	44		
K	14	Female	yellow	24,5	2,5	22	26	1,5	24,5	11,5	3	8,5	13,5	2,5	11		
K	15	Female	aqua	37,5	0,5	37	39,5	0,5	39	32,5	0,5	32	34,5	0	34,5		
						47,17				44,67				31,67			33,33

- Test 1 – normal words test
- Test 1 f. – Test 1 read with filters
- Test 2 – made up words test
- Test 2 f. – Test 2 read with filters
- D – dyslectic group
- K – control group

Discussion

Using chromagene filters for dyslexia compensation is mostly still a topic of foreign studies. Many of them confirmed the positive effect of chromagene filters, especially for children, suffering from Scotopic syndrom (also known as Irlen syndrome or visual stress). But still there are studies negating these positive effects of chromagene filters. For example, there is a study of 2011 published by authors Stuart J. Ritchie, Della Sala S, McIntosh RD called *Irlen colored overlays do not alleviate reading difficulties*. There were 61 students participating this study a tage between 7 and 12 years, suffering from reading disabilities. This study did not prove the immediate effect with filters usage. [6]

These foreign sources as an inspiration for research at our conditions are problematic, from the point of measurement techniques, because we can't apply the exact same technique

without some significant changes, i.e. english speaking children have a little different dyslectic problems than czech speaking children. At this point, it's not enough only to translate the english text, because by translation we get rid off the problematic letter groups.

Another problem, which may distort the results at our conditions, is the fact, that pedagogical-psychological counseling do not at all operate with term Irlen syndrome or visual stress, but only with the term dyslexia. This means, that children with dyslexia and children with Irlen syndrome are taken as one group.

LIST OF USED LITERATURE

1. KREJČOVÁ, Lenka. *Dyslexie: psychologické souvislosti*. Praha: Grada, 2019. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3950-2.
2. ZELINKOVÁ, Olga. *Poruchy učení*. 5. Praha: Portál, 1994. ISBN 80-7178-481-8.
3. ZELINKOVÁ, Olga. *Poruchy učení: specifické vývojové poruchy čtení, psaní a dalších školních dovedností*. 10., zcela přeprac. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-717-8800-7
4. JOŠT, Jiří. *Čtení a dyslexie*. Praha: Grada, 2011. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-3030-1
5. Own archive
6. RITCHIE, Stuart J., Sergio DELLA SALA a Robert D. MCINTOSH. Irlen Colored Overlays Do not Alleviate Reading Difficulties. *American Academy of Pediatrics* [online]. 2011, říjen 2011, **128**(4) [cit. 2019-04-29]. DOI: 10.1542/peds.2011-0314. ISSN 0031-4005. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.muni.cz/pubmed/21930551>

Vliv oslnění na vyšetření zrakové ostrosti

Optika a optometrie, Katedra přírodovědných oborů, Fakulta biomedicínského inženýrství, ČVUT v Praze

Anotace

Tento příspěvek je zaměřen na problematiku oslnění zrakového systému. V práci je řešen vliv oslnění na vyšetření zrakové ostrosti a jeho důsledky na zrakové funkce. Úvodem se seznámíme s pojmem oslnění a s ním souvisejícím intraokulárním rozptylem. Tato práce je dále podložena výzkumem, který se zabývá vlivem oslnění na vyšetření zrakové ostrosti a na rozpoznávání znaků při sníženém kontrastu. K zjištění vlivu oslnění na zrakový systém jsou zpracována a porovnána naměřená data bez oslnění a s oslněním.

Klíčová slova

Oslnění, citlivost na oslnění, intraokulární rozptyl

Oslnění zrakového systému a s tím související problematika intraokulárního rozptylu je v optometristické i oftalmologické praxi často podceňováno. Za normálních světelných podmínek se nadměrným jasům u oslnění nelze zcela vyhnout. Oslnění lze považovat za negativní faktor působící na zrakový systém, který může narušit naši koncentraci, způsobit únavu zraku a nepohodlí, degradovat pozorované scény, omezit velikosti zorného pole, nebo nás na okamžik zcela „oslepit“.

Někteří jedinci i přesto, že jsou správně vykorigováni, si stěžují na narušení zrakové pohody. Příčinou mohou být nehomogenity v jednotlivých strukturách oka nebo s věkem se projevující patologické změny. Standardní vyšetření zrakové ostrosti bez oslňujícího zdroje nedokáže tyto obtíže odhalit, proto bylo vyvinuto několik speciálních metod pro jejich testování. S rostoucím věkem dochází k zvýšení míry intraokulárního rozptylu, což může vyvolat zamlžené vidění a sníženou schopnost vnímat kontrast a barvy. Intraokulární rozptyl je vnímán s vyšší citlivostí u osob s počínající kataraktou.

Uvedený výzkum se snaží zjistit vliv oslnění na zrakové funkce a porovnat vyšetření refrakčních vad s oslněním a bez oslnění. Součástí výzkumu je také porovnání naměřené hodnoty minimálního kontrastu pro rozpoznání znaků bez a s oslněním.

Oslnění

Jedná se o nepříznivý stav zraku, při kterém se naruší zraková pohoda. Zraková pohoda je pojem, který vystihuje celkově příjemný psychologický stav a zároveň optimální funkci celého zrakového systému.

Oslnění vzniká při příliš velkých rozdílech jasů, kdy dojde k překročení mezí adaptability zraku. Oslnění je zapříčiněné nadměrným jasem nebo nevhodným rozložením jasů v zorném poli. Dochází k narušení činnosti zrakového systému, čímž se znesnadňuje, až zhoršuje vidění. Rozlišuje se několik druhů oslnění z hlediska příčiny a světelné techniky. Každý druh oslnění způsobuje specifické obtíže zrakového systému. Faktorem ovlivňující citlivost na oslnění bývá věk, míra intraokulárního rozptylu, onemocnění či patologické změny oka.

S přibývajícím věkem bývá oslnění mnohem nepříjemnější a může vést až k astenopickým potížím (nauzea, pálení a slzení očí, bolest hlavy). [1,2]

Citlivost na oslnění je možné určit pomocí zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti při vyšetření bez a s oslněním, z rozdílů hodnot je dána citlivost. Citlivost lze také zjistit pomocí měření množství rozptýleného světla v oku. [3] Subjektivně je možné hodnotit citlivost na oslnění například pomocí de Boerovy klasifikační stupnice [4].

Oslnění může způsobit ztrátu kontrastu jako důsledek intraokulárního rozptylu, což se projeví na kvalitě sítnicového obrazu.

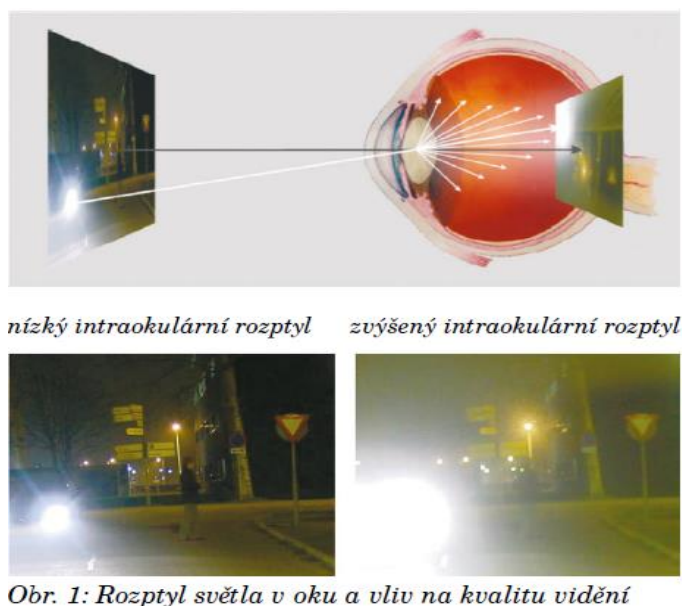
V oftalmologické praxi nebývá běžnou součástí vyšetření citlivosti na oslnění nebo vyšetření kontrastní citlivosti. Tato vyšetření by mohla doplnit komplexní informace o celkovém stavu zrakového systému. Testování citlivosti na oslnění a kontrastní citlivosti bývá využíváno k diagnostice očních chorob, screeningu zraku a také k vývoji implantace intraokulárních čoček. Poznatky z těchto měření mohou sloužit také při vývoji v refrakční chirurgii. [5]

Intraokulární rozptyl

U normálního zdravého jedince dochází v určité míře k intraokulárnímu rozptylu, který závisí na věku, patologických změnách oka (katarakta), pigmentaci a na refrakčních chirurgických zákrocích. Míra intraokulárního rozptylu je pro každého jedince individuální, dokonce se může lišit pro pravé a levé oko. U mladého zdravého oka míra intraokulárního rozptylu je z 1/3 způsobena rohovkou, z 1/3 způsobena čočkou a z 1/3 duhovkou, bělimou a očním pozadím. Tyto poměry závisí především na věku a pigmentaci.

Zvýšený rozptyl světla negativně ovlivňuje kvalitu sítnicového obrazu. Rozptýlené světlo na sítnici způsobuje především snížení kontrastu, rozmlžení obrazu, oslnění, haló jev. K rozptylu dochází na nehomogenitách optické soustavy oka, tedy za vznik rozptylu může především skléra, rohovka, duhovka, oční čočka, sklivec a sítnice.

Intraokulární rozptyl je považován za zrakovou funkci, která se v populaci navyšuje, nezávisle na zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti. Platí skutečnost, že čím je větší rozptyl světla, tím je horší kvalita vnímaného obrazu.



Obr. 1: Rozptyl světla v oku a vliv na kvalitu vidění

Navýšení intraokulárního rozptylu může mít větší vliv na kvalitu zraku než pokles zrakové ostrosti. [6-11]

Zraková ostrost a intraokulární rozptyl se mění zcela nezávisle na sobě. Zraková ostrost se ztrácí vlivem katarakty a neprůhledností dalších médií. Snížení zrakové ostrosti není způsobeno intraokulárním rozptylem, ale může být zapříčiněno aberacemi. Intraokulární rozptyl není ovlivněn refrakčními vadami, na rozdíl od zrakové ostrosti. [12]

Vztah intraokulárního rozptylu a oslnění

Fyziologické oslnění (angl. disability glare) snižuje zrakové vnímání vytvořením zářivého jasu (angl. veiling luminance) na sítnici. Oslnění je příčinou fyzikálního procesu, který má za následek zvýšení míry intraokulárního rozptylu. Oslnění se dá kvantifikovat měřením intraokulárního rozptylu. Měření oslnění a intraokulárního rozptylu je obzvláště významné pro řidiče, jedince s kataraktou a po refrakčních chirurgických zákrocích. Oslnění v počáteční fázi vývoje katarakty je často důvodem proč lidé přestávají řídit v noci. Během několika posledních let došlo k pokroku ve vývoji testů s oslněním. Většina měření jak zrakové ostrosti, tak i kontrastní citlivosti lze provádět za přítomnosti oslňujícího zdroje. Žádný z testů však není celosvětově uznávaným standardem. Test rozptylu světla (angl. stray light meter) umožňuje přímé měření intraokulárního rozptylu, místo měření účinku na zrakový vjem. Proto je považován za „zlatý standard“. V dnešní době se intraokulární rozptyl měří běžně dostupným přístrojem C-Quant. [3,13-15]



Obr. 2: C-Quant přístroj firmy Oculus [16]

Citlivost na oslnění lze měřit prostřednictvím kontrastní citlivosti za mezopických podmínek pomocí Mesotestu, Nyktotestu a Nyktometru. Tyto testy je vhodné použít při vyšetření řidičů. Testy jsou přizpůsobené pro simulaci silničního provozu. [3,13,17]



Obr. 3: Nyktometr vlevo a Mesotest firmy Oculus vpravo [18,19]

Mnoho autorů upřednostňuje měření citlivosti na oslnění pro zhodnocení zrakové schopnosti řidičů a pro stanovení katarakty, ale v současné době není toto zahrnuto ve směrnici Evropské unie. Možnost zařazení testů na oslnění nebo rozptyl světla je komplikované, protože neexistuje celosvětově uznávaná metoda nebo technika měření. [3,13,14,20]

Zkoumaný soubor a metodika výzkumu

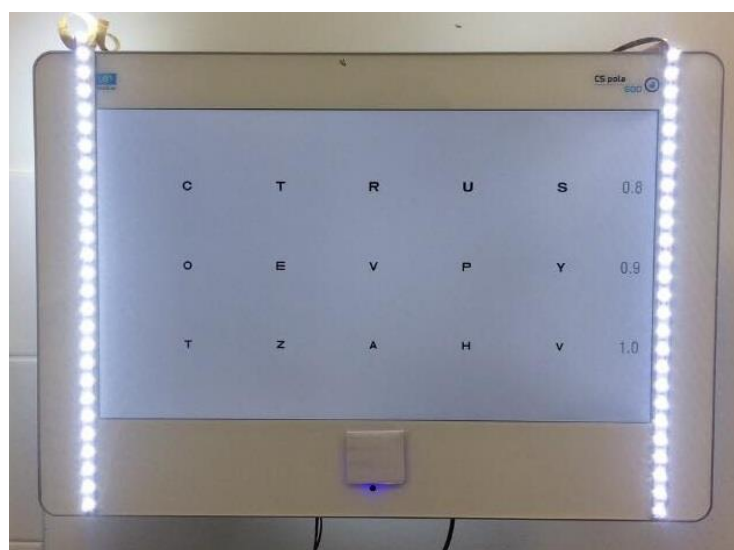
Výzkum byl realizován na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze. Cílem bylo zjistit, zda při oslnění dojde k poklesu zrakové ostroty a také zda při oslnění dojde k zhoršení rozpoznatelnosti znaků při sníženém kontrastu.

Vyšetření se zúčastnili jedinci věkových kategorií od 21 do 81 let. K měření byl využíván polarizovaný LCD optotyp CS Pola600 od firmy Essilor [21]. Na optotyp byly nainstalovány

LED pásky, které sloužily jako oslňující zdroj. LED pásky byly umístěny vertikálně po stranách optotypu. Na obrázku 4 je zobrazen LCD optotyp CS Pola600 se zapnutým LED oslněním. Oslňující zdroj dosahoval hodnoty $\sim 17\,000\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, která byla naměřena přímo u zdroje oslnění. Vyšetření probíhalo za fotopických podmínek na vzdálenost 6 m bez oslnění i s oslněním. Osvětlení v místnosti bylo cca 800 lx. Hodnota osvětlení se v místě vyšetření navýšila o 95 lx v důsledku oslnění. Měření osvětlení bylo prováděno pomocí luxmetru Velleman DVM 1300 [22] a hodnoty jasu byly získány nepřímým měřením pomocí luxmetru [23].

Vyšetření sloužilo ke zjištění zrakové ostrosti a k rozpoznání znaků při sníženém kontrastu bez oslnění a s oslněním. Pro každého probanda byly nastaveny stejné podmínky vyšetření. Proband fixoval každý daný znak na řádku s nejlepší hodnotou vizu bez i s oslněním. Adaptační doba při vyšetření se zapnutým oslňujícím zdrojem byla 4 minuty. Metodika postupu vyšetření byla následující: anamnéza, objektivní refrakce, naturální vizus, sférocylindrická refrakce (bez oslnění), binokulární vyvážení, vyšetření binokulárních funkcí, test na pravé nekonečno, kontrola vizu s oslněním, rozpoznání znaků při snižování kontrastu s korekcí bez oslnění a poté s oslněním.

System CS Pola600 umožňuje snižovat kontrast na hodnoty 75 %, 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, 10 %, 7,5 %, 5 %, 3 % a 1,5 %. Nejvyšší hodnota kontrastu je 100 % a nejnižší je 1,5 %. Při snížení kontrastu zároveň dochází k obměně písmen. Vyšetření v přítomnosti oslnění bylo prováděno na řádku s dosažením nejlepší hodnoty vizu a proband fixoval každý znak, který se pokusil rozpoznat. Během vyšetření bez oslňujícího zdroje byl jas optotypu nastaven na $246\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ a s oslňujícím zdrojem byl jas optotypu snížen na $143\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Hodnoty jasu jsou maximální a minimální možné nastavitelné hodnoty u daného typu optotypu. Ke změně jasu pozadí docházelo za účelem ztížení podmínek při vyšetření s oslňujícím zdrojem.



Obr. 4: LCD optotyp CS Pola600

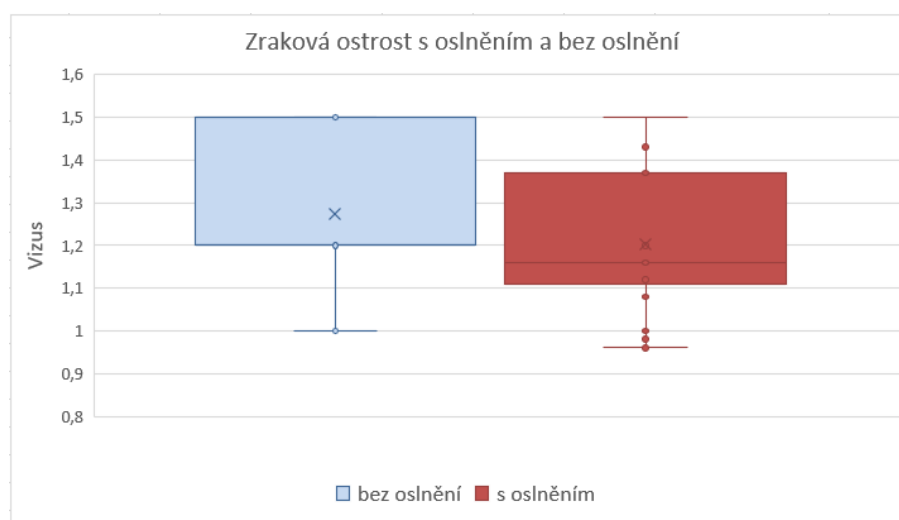
Výsledky měření

Porovnání zrakové ostrosti bez a s oslněním

Naměřené hodnoty zrakové ostrosti jsou porovnány na grafu č. 5, kde jsou znázorněny data všech klientů bez ohledu na věk bez oslnění a s oslněním. Z grafu č. 5 můžeme vyčíst, že oslnění má vliv na vyšetření zrakové ostrosti. Při vyšetření v přítomnosti oslňujícího zdroje nastal viditelný pokles hodnoty vizu oproti vyšetření bez oslnění.

Pro zjištění závislosti mezi hodnotou zrakové ostrosti bez a s oslněním je použit Pearsonův korelační koeficient [24], který dosahuje hodnot od -1 do +1. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu je $r = 0,96$, což potvrzuje téměř perfektní lineární závislost, tj. zraková ostrost při oslnění se snížila prakticky stejnou měrou u všech vyšetřovaných jedinců.

Dvouvýběrovým párovým T-testem na střední hodnotu bylo prokázáno, že mezi vyšetřením zrakové ostrosti bez oslnění a s oslněním je statisticky signifikantní rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$.



Graf 5: Naměřená zraková ostrost bez a s oslněním

Porovnání hodnot kontrastu bez a s oslněním

Na grafu č. 6 jsou porovnána data všech klientů bez ohledu na věk. Naměřené minimální hodnoty kontrastu testového řádku bez oslnění, které klient ještě rozpozná, jsou u každého klienta individuální. U téměř každého klienta se projevilo zhoršení vnímání kontrastu s oslněním, tj. vzrůstem minimální hodnoty kontrastu testového řádku, které klient ještě rozpozná.

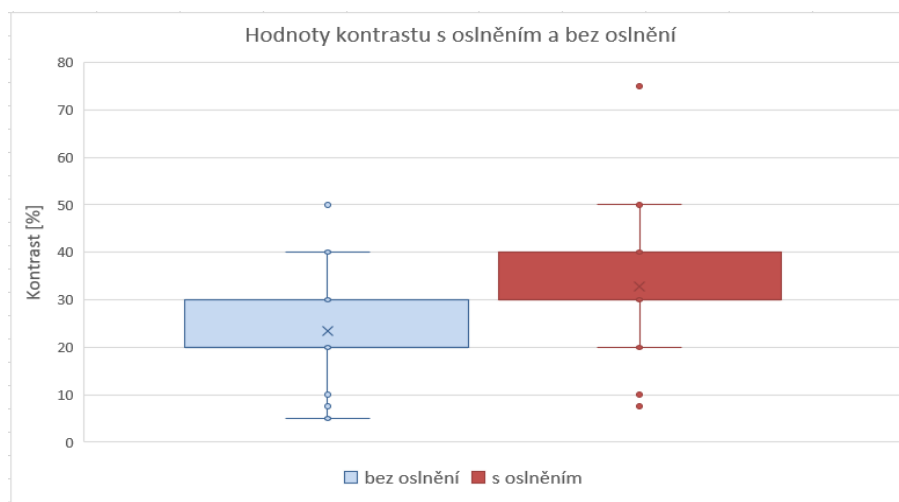
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu je $r = 0,88$, což stále potvrzuje silnou lineární závislost, tj. kontrast testového řádku, které klient ještě rozpozná při oslnění, se zvýšil prakticky obdobným způsobem u všech vyšetřovaných jedinců.

Z grafu č. 6 je patrné, že jeden klient ve věku 25 let se vymyká ostatním výsledkům, což přikládám tomu, že daný klient užívá léky na thyreopatii a diabetes mellitus. Daný klient dosáhl bez oslnění minimální hodnoty kontrastu 40 % a s oslněním došlo k posunu, tedy zhoršení až na 75 %.

V přítomnosti oslnujícího zdroje nastalo zhoršení na 75 % hodnoty kontrastu u dalšího klienta, přičemž bez oslnění byla hodnota kontrastu 50 %. V tomto případě se jedná o klienta ve věku 73 let, u kterého je diagnostikován počínající stupeň katarakty. Klient uvedl, že užívá léky na deprese, což v kombinaci s počínajícím stupněm katarakty může vysvětlovat tyto neobvyklé změny.

Z výsledků ostatních klientů vidíme, že bez oslnění převažují hodnoty kontrastu mezi 20 až 30 %. Při oslnění nastane zhoršení, tudíž je nutná vyšší úroveň kontrastu potřebného k rozpoznání znaků. V přítomnosti oslnujícího zdroje převažují hodnoty kontrastu mezi 30 až 40 %.

Dvouvýběrovým párovým T-testem na střední hodnotu bylo prokázáno, že mezi minimální hodnotou kontrastu potřebného k rozpoznání znaků na nejmenším čteném řádku bez oslnění a s oslněním je statisticky signifikantní rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$.



Graf 6: Hodnoty kontrastu bez a s oslněním

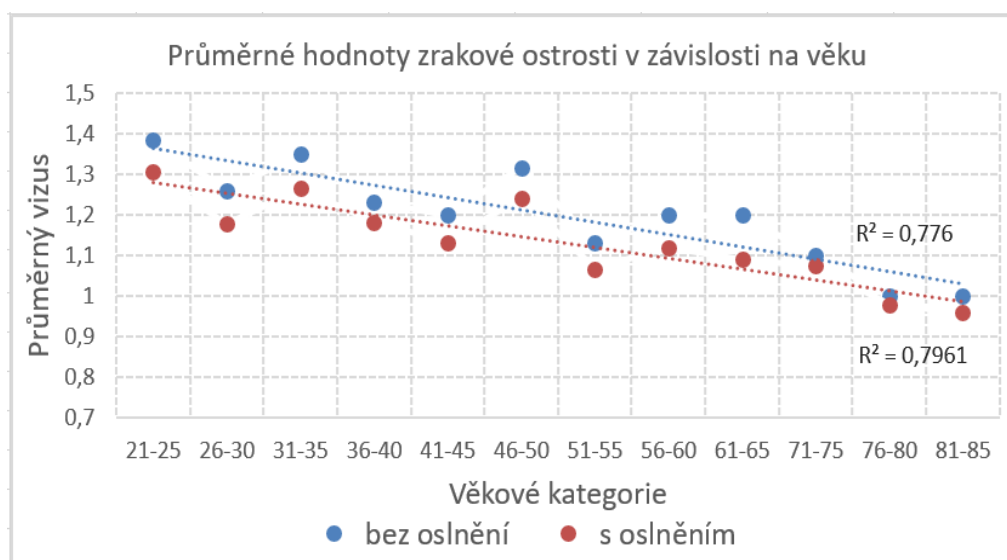
Analýza naměřených dat vzhledem k věku klienta

S přibývajícím věkem se mění struktura očních medií, což se může projevit na zrakové ostrosti a na minimální hodnotě kontrastu potřebného k rozpoznání znaků.

Pro tuto analýzu vycházíme z průměrných hodnot naměřeného vizu v každé dané věkové skupině. Na základě průměrných hodnot zrakové ostrosti v každé věkové skupině byl sestaven graf č. 7, na kterém je vidět patrný pokles zrakové ostrosti s přibývajícím věkem.

Při zkoumání závislosti mezi hodnotou zrakové ostrosti a věkem klienta je použit Pearsonův korelační koeficient. Záporné hodnoty koeficientu potvrzují nepřímou závislost dat, naopak kladné hodnoty koeficientu potvrzují přímou závislost dat. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu pro zjištění závislosti mezi průměrnou hodnotou vizu bez oslnění a věkem klienta je $r = -0,56$, což dokazuje fakt, že s přibývajícím věkem klesá hodnota zrakové ostrosti. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu pro zjištění závislosti mezi průměrnou hodnotou vizu s oslněním a věkem klienta je $r = -0,55$. Zjištěné hodnoty určitým způsobem ukazují na středně silnou lineární závislost mezi průměrnou hodnotou vizu a věkem klienta.

U spojnic trendu, které přísluší průměrným hodnotám zrakové ostrosti, jsou uvedeny hodnoty koeficientu spolehlivosti. Hodnota koeficientu spolehlivosti u průměrné hodnoty zrakové ostrosti bez oslnění je $R^2 = 0,776$ a u průměrné hodnoty zrakové ostrosti s oslněním je $R^2 = 0,7961$.



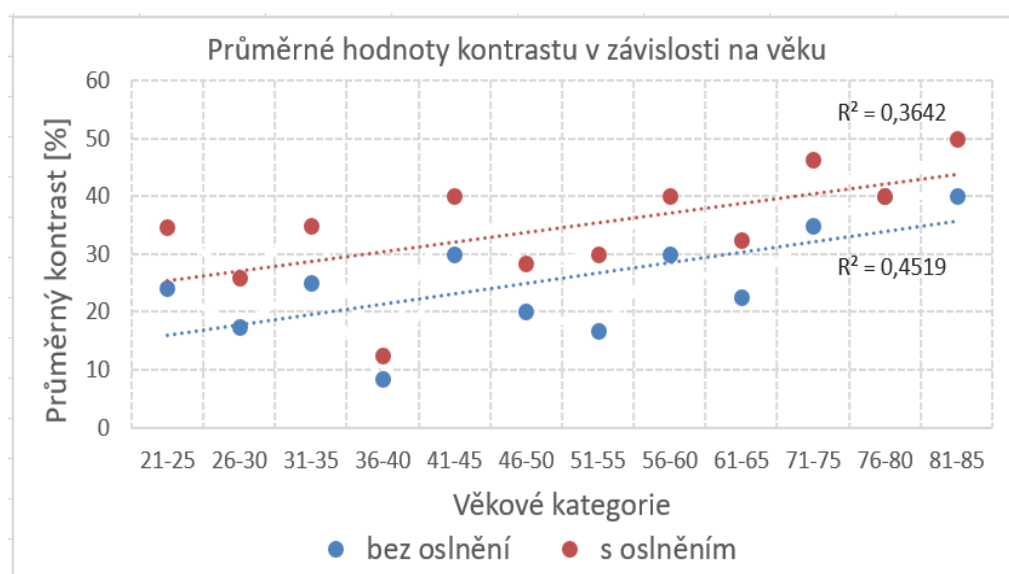
Graf 7: Průměrné hodnoty zrakové ostrosti v závislosti na věku bez a s oslněním

Dalším zjišťovaným vztahem jsou hodnoty kontrastu bez a s oslněním v závislosti na věku, přičemž opět vycházíme z průměrných hodnot naměřeného kontrastu v každé dané věkové skupině.

Na grafu č. 8 jsou znázorněny průměrné hodnoty naměřeného kontrastu v každé věkové skupině. V tomto případě můžeme naopak pozorovat zhoršení, tedy s vyšším věkem je potřeba vyšší hladina kontrastu pro rozpoznání znaků na nejmenším čteném řádku.

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu pro zjištění závislosti mezi věkem klienta a průměrnou hodnotou kontrastu bez oslnění je $r = 0,28$ a při oslnění je $r = 0,19$. V případě kladné korelace hodnoty, jak kontrastu, tak věku stoupají, ovšem hodnoty neprokazují příliš velkou závislost.

Hodnota koeficientu spolehlivosti u průměrné hodnoty kontrastu bez oslnění je $R^2 = 0,3642$ a u naměřeného kontrastu s oslněním je $R^2 = 0,4519$.



Graf 8: Průměrné hodnoty kontrastu v závislosti na věku bez a s oslněním

Diskuze

Dle zadaných cílů práce byl na základě dvouvýběrového párového T-testu na hladině významnosti 5 % a 1 % potvrzen signifikantní vliv oslnění na vyšetření zrakové ostrosti, což znamená celkové zhoršení kvality vidění při oslnění zrakového systému.

Předchozí studie z roku 2016 [25], která si stanovila stejné podmínky vyšetření, prokázala také signifikantní vliv oslnění na vyšetření zrakové ostrosti u jedinců ve věku od 20 do 65 let. Signifikantního poklesu zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti v přítomnosti oslňujícího zdroje dosáhly i další studie [26-28], které jsou zároveň zaměřeny na jedince s kataraktou.

Na základě provedené statistické analýzy byl potvrzen signifikantní rozdíl při rozpoznávání znaků při sníženém kontrastu bez oslnění a s oslněním na hladině významnosti 5 % a 1 %.

Nejčastěji docházelo k chybovosti při čtení v blízkosti oslnujícího zdroje, tedy na krajích optotypu. Statistická analýza experimentálně naměřených dat této práce, která potvrdila statisticky významné změny zrakové ostrosti a minimálního kontrastu pro rozpoznání znaků optotypu při oslnění, koresponduje velmi dobře s již dříve prováděnými mezinárodními studii vlivu oslnění na zrakové funkce [17,25,26,29,30-32].

Naměřená zraková ostrost byla zkoumána i s ohledem na věk klienta. Výsledek Pearsonova korelačního koeficientu potvrzuje, že s přibývajícím věkem klesá hodnota zrakové ostrosti.

Dalším pozorovaným parametrem byla minimální hodnota kontrastu bez a s oslněním v závislosti na věku klienta. Dle Pearsonova korelačního koeficientu byla prokázána malá lineární závislost dat, přičemž kladné hodnoty koeficientu znamenají, že s vyšším věkem je zapotřebí vyšší hodnota kontrastu pro rozpoznání znaků na daném řádku.

Pokud si tyto poznatky převedeme do běžného života, můžeme konstatovat, že oslnění negativně ovlivňuje náš zrak při nejrůznějších činnostech. [7,14] Z tohoto důvodu bychom se měli nadměrným jasům způsobující nežádoucí oslnění při vyšetření zraku ve vyšetřovacích místnostech vyhnout. Na druhou stranu, pokud bychom chtěli vyšetřovat v přítomnosti oslnujícího zdroje, mohl by sloužit jako indikátor nestandardních patologických stavů oka.

Jak tyto poznatky využít v praxi v různých oborech? Možností se nabízí hned několik. Například automobilové společnosti při vývoji a konstrukci světlometů mohou využít poznatků z testování citlivosti na oslnění za účelem minimalizace oslnění protijedoucích automobilů. Další možné využití je v interiérovém designu při navrhování vhodného rozmístění osvětlení v místnosti (kancelář, zubní ordinace). A v neposlední řadě při vývoji intraokulárních čoček a nových metod v refrakční chirurgii.

Za možný nedostatek v experimentální části práce považuji, že nebylo provedené vyšetření funkce kontrastní citlivosti [33] v přítomnosti oslnujícího zdroje, což bohužel nebylo možné z důvodu použitého optotypu, který neumožňuje vyšetřit funkci kontrastní citlivosti. Kontrastní citlivost by prokázala větší rozdíly ve vyšetření s oslněním a bez oslnění, jak vyplývá z mnohých provedených vědeckovýzkumných studií v minulosti [25,29,34-36].

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HABEL, Jiří a Petr ŽÁK. *Elektrické světlo 1*. Praha, 2011, 207 s. Skripta. ČVUT V Praze.
- [2] Základy světelné techniky (2): Zrak a vidění (2. část - pokračování z č. 5/2008). *Světlo*. 2008, **2008**(6), 52-55.
- [3] *Trendy soudobé oftalmologie*. Praha: Galén, c2007. ISBN 978-80-7262-470-6.
- [4] FINLAY, David a Jenny WILKINSON. The Effects of Glare on the Contrast Sensitivity Function. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* [online]. 2016, **26**(3), 283-287 [cit. 2019-01-01]. DOI: 10.1177/001872088402600304. ISSN 0018-7208. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001872088402600304>
- [5] NADLER, M. Princeton, David MILLER a Daniel J. NADLER, ed. *Glare and Contrast Sensitivity for Clinicians*. In: . 1990. DOI: 10.1007/978-1-4612-3242-1. ISBN 978-1-4612-7931-0.
- [6] HABEL, Jiří. Základy světelné techniky (2): Zrak a vidění (1. část). *Světlo*. 2008, **2008**(5), 53-55.
- [7] NOVÁK, Jiří. Intraokulární rozptyl světla: Důležité faktory pro kvalitu vidění. *TRENDY V OČNÍ OPTICE 2018*. S-Press Publishing, 2018, **2018**, 26-30. Dostupné také z: http://www.s-presspublishing.cz/archiv/201802_trendy.pdf
- [8] VAN DEN BERG, Tom. *Introduction to retinal straylight*. Netherlands Institute for Neuroscience (NIN).
- [9] PIÑERO, David P., Dolores ORTIZ a Jorge L. ALIO. Ocular Scattering. *Optometry and Vision Science* [online]. 2010, **87**(9), E682-E696 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181e87da6. ISSN 1040-5488. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006324-201009000-00010>
- [10] VAN DEN BERG, Thomas J. T. P. Intraocular light scatter, reflections, fluorescence and absorption: what we see in the slit lamp. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2018, **38**(1), 6-25 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1111/opo.12426. ISSN 02755408. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/opo.12426>
- [11] MICHAEL, Ralph, Laurentius J. VAN RIJN, Thomas J. T. P. VAN DEN BERG, et al. Association of lens opacities, intraocular straylight, contrast sensitivity and visual acuity in European drivers. *Acta Ophthalmologica* [online]. 2009, **87**(6), 666-671 [cit. 2019-

- 01-02]. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2008.01326.x. ISSN 1755375X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1755-3768.2008.01326.x>
- [12] VAN DEN BERG, Thomas J. T. P. The (lack of) relation between straylight and visual acuity. Two domains of the point-spread-function. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2017, **37**(3), 333-341 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1111/opo.12368. ISSN 02755408. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/opo.12368>
- [13] ASLAM, Tariq M., David HAIDER a Ian J. MURRAY. Principles of disability glare measurement: an ophthalmological perspective. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 2007, **85**(4), 354-360. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2006.00860.x. ISSN 13953907. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0420.2006.00860.x>
- [14] VAN RIJN, L. J. et al. Measurement of stray light and glare: comparison of Nyktotest, Mesotest, stray light meter, and computer implemented stray light meter. *The British Journal of Ophthalmology*. 2005, vol. 89, no. 3, s. 345-351. ISSN 0007-1161.
- [15] HD Analyzer. *Visiometrics* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.visiometrics.com/hd-analyzer>
- [16] C-Quant-Technical data. *Oculus* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.oculus.de/en/products/visual-test-equipment/c-quant/technical-data/>
- [17] GLIMNE, Susanne. *Effects of glare on binocular vision and reading behaviour performing computer work*. Stockholm, 2015, 53 s. ISBN 978-91-7549-655-9. Disertace. Karolinska Institutet.
- [18] Nyktometr. *OPTOtech Medical* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: http://www.optotech.com.pl/okulistyka/Nyktometr_kontrastometr_BA-4.htm
- [19] OCULUS Mesotest® II. *Oculus* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.oculus.de/cz/produkty/pristroje-testujici-zrak/mesotest-ii/vyznacne-vlastnosti/>
- [20] VAN DEN BERG, Thomas JTP. Measurement of straylight for glare assessment and driving. *Scandinavian Journal of Optometry and Visual Science* [online]. 2017, **10**(1), 1-6 [cit. 2019-01-03]. DOI: 10.5384/sjovs.vol10i1p1-6. ISSN 1891-0890. Dostupné z: <http://sjovs.org/index.php/SJOVS/article/view/93>
- [21] CS Pola 600. *Essilor Instruments* [online]. [cit. 2019-01-07]. Dostupné z: <https://www.essilor-instruments.com/en/refraction-prescription-2/product-cs-pola-600/>

- [22] Velleman DVM 1300. *Velleman* [online]. USA: Velleman, 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.vellemanusa.com/products/view/?country=us&lang=enu&id=351244>
- [23] HABEL, Jiří. Základy světelné techniky (4): Základy fotometrie (1. část). *Světlo*. 2009, (3), 44-48.
- [24] BENESTY, Jacob, Jingdong CHEN, Yiteng HUANG a Israel COHEN. Pearson Correlation Coefficient. *Noise Reduction in Speech Processing*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, 2009-3-5, , 1-4. Springer Topics in Signal Processing. DOI: 10.1007/978-3-642-00296-0_5. ISBN 978-3-642-00295-3. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-00296-0_5
- [25] STURGIS, Samuel P. a Deborah J. OSGOOD. Effects of Glare and Background Luminance on Visual Acuity and Contrast Sensitivity: Implications for Driver Night Vision Testing. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2016, **24**(3), 347-360. DOI: 10.1177/001872088202400310. ISSN 0018-7208. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001872088202400310>
- [26] SHANDIZ, Javad Heravian, Akbar DERAKHSHAN, Ameneh DANESHYAR, Abbas AZIMI, Hadi Ostadi MOGHADDAM, Abbas Ali YEKTA, Seyed Hosein Hoseini YAZDI a Habibollah ESMAILY. Effect of Cataract Type and Severity on Visual Acuity and Contrast Sensitivity. *J Ophthalmic Vis Res*. 2011, **6**(1), 26-31.
- [27] GHOLAMI, Sonia, Nicolaas J. REUS a Thomas J. T. P. VAN DEN BERG. Changes in Intraocular Straylight and Visual Acuity with Age in Cataracts of Different Morphologies. *Journal of Ophthalmology*. 2017, **2017**, 1-12. DOI: 10.1155/2017/5649532. ISSN 2090-004X. Dostupné také z: <https://www.hindawi.com/journals/joph/2017/5649532/>
- [28] SIDOROVA, Jelena, Rasa ČIUMBARAITĖ, Džastina ČEBATORIENĖ, Mantas BANEVIČIUS a Rasa LIUTKEVIČIENĖ. Functional acuity contrast sensitivity assessment in young and middle age healthy persons at the day time with and without glare. *Acta medica Lituanica*. 2014, **21**(1). DOI: 10.6001/actamedica.v21i1.2885. ISSN 2029-4174. Dostupné také z: <http://maleidykla.lt/ojs/index.php/actamedicalituanica/article/view/2885>
- [29] MAHJOOB, Monireh, Samira HEYDARIAN a Somayyeh KOOCHI. Effect of yellow filter on visual acuity and contrast sensitivity under glare condition among different age groups. *International Ophthalmology*. 2016, **36**(4), 509-514. DOI: 10.1007/s10792-015-0154-7. ISSN 0165-5701. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s10792-015-0154-7>

- [30] RAJARAM, Vandana a Vasudevan LAKSHMINARAYANAN. A note on image degradation, disability glare, and binocular vision. *Journal of Modern Optics* [online]. 2013, **60**(14), 1187-1192 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1080/09500340.2013.826390. ISSN 0950-0340. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500340.2013.826390>
- [31] WINTER, J, S FOTIOS a S VÖLKER. The effects of glare and inhomogeneous visual fields on contrast detection in the context of driving. *Lighting Research & Technology* [online]. 2016, **50**(4), 537-551 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1177/1477153516672719. ISSN 1477-1535. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1477153516672719>
- [32] BULLOUGH, J.D. Spectral sensitivity for extrafoveal discomfort glare. *Journal of Modern Optics* [online]. 2009, **56**(13), 1518-1522 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1080/09500340903045710. ISSN 0950-0340. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500340903045710>
- [33] PACKER, Mark, I. Howard FINE a Richard S. HOFFMAN. Functional Vision, Contrast Sensitivity, and Optical Aberrations. *International Ophthalmology Clinics*. 2003, 43(2), 1-3. DOI: 10.1097/00004397-200343020-00003. ISSN 0020-8167. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00004397-200343020-00003>
- [34] HARRISON, Joseph M., J. Terry YATES, Charles BALLENTINE a Raymond A. APPEGATE. Contrast sensitivity and disability glare in the middle years. *Journal of the Optical Society of America A* [online]. 1993, **10**(8), 1849-1855 [cit. 2019-01-03]. DOI: 10.1364/JOSAA.10.001849. ISSN 1084-7529. Dostupné z: <https://www.osapublishing.org/abstract.cfm?URI=josaa-10-8-1849>
- [35] MANIGLIA, Marcello, Steven M. THURMAN, Aaron R. SEITZ a Pinakin G. DAVEY. Effect of Varying Levels of Glare on Contrast Sensitivity Measurements of Young Healthy Individuals Under Photopic and Mesopic Vision. *Frontiers in Psychology*. 2018, **9**. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00899. ISSN 1664-1078. Dostupné také z: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2018.00899/full>
- [36] BÜHREN, JENS, EVDOXIA TERZI, MICHAEL BACH, WOLFGANG WESEMANN a THOMAS KOHNEN. Measuring Contrast Sensitivity Under Different Lighting Conditions: Comparison of Three Tests. *Optometry and Vision Science*. 2006, **83**(5), 290-298. DOI: 10.1097/01.opx.0000216100.93302.2d. ISSN 1040-5488. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006324-200605000-00008>

Bc. Kristýna Kláková, prof. Ing. Jiří Novák, Ph.D.

Influence of glare on visual acuity testing

Optics and Optometry, Department of Natural Sciences, Faculty of Biomedical Engineering,
Czech Technical University in Prague

Annotation

This contribution is focused on problematics of glare of visual system. In this work is solved influence of glare on visual acuity testing and consequences on visual functions. Introduction we get to know with term of glare and related with intraocular scatter. The impact of glare on testing the visual acuity and recognizing signs during lowered contrast are discussed in the experimental part. There would be elaborated and compared measured data, with glare and without glare, for detection of glare influence.

Key words

Glare, sensitivity to glare, intraocular light scatter

Glare of the visual system and related with problematics of intraocular scatter is in the optometrist and ophthalmological practice often underestimated. During normal light conditions cannot be avoided excessive brightness at glare. Glare can be considered for a negative factor acting on the visual system, who can disrupt our concentration, cause eye fatigue and discomfort, degrade the observed scenes, limit the size of the field of view, or completely „blind“ us for a moment.

Some individuals despite, that they are correctly corrected, complain about disruption of visual comfort. Of this reason could be an inhomogeneous in the individual human eye textures or a pathological changes manifesting with age. The standard visual acuity testing without glare source cannot detect this difficulties, therefore several special methods have been developed. With increasing age occurs to increasing amount of intraocular scatter, which can cause blurred vision and reduced ability to perceive contrast and color. Intraocular light scatter is perceived with higher sensitivity in people with cataract.

This research seeks to determine the effect of glare on visual functions and compare examination of refractive errors with glare and without glare. Part of the research is also comparing the measured minimum contrast value for recognition signs without glare and with glare.

Glare

It is an adverse eye condition, in which visual comfort is impaired. Visual comfort is a concept, which describes overall pleasant psychological condition and at the same time optimal function of the whole visual system.

Glare is caused by excessive brightness differences, when the adaptability limits are exceeded. Glare is caused by excessive brightness or inappropriate distribution of brightness in the field of view. There is a disturbance in the visual system, making it difficult to make vision even worse. There are several types of glare in terms of cause and lighting technology. Each kind of glare causes specific difficulties in the visual system. The factor affecting glare sensitivity is age, amount of intraocular scattering, diseases or pathological changes in the eye.

As age increases, glare is much more unpleasant and can lead to asthenopic problems (nausea, burning and tearing eyes, headache). [1,2]

Glare sensitivity can be determined by visual acuity and contrast sensitivity during the examination without and with glare, the difference in values gives a sensitivity. Sensitivity to glare. Sensitivity to glare can also be determined by measuring the amount of scattered light in the eye. [3] Subjectively, it is possible to evaluate glare sensitivity, for example, by using de Boer's grading scale [4].

Glare can cause a loss of contrast as a result of intraocular scattering, which translates into retinal image quality.

Sensitivity to glare and contrast sensitivity is not a common part of the examination in ophthalmological practice. These examinations could complement complex information on the overall condition of the visual system. Glare sensitivity testing and contrast sensitivity is used to diagnose eye diseases, vision screening and also for the development of intraocular lens implantation. Knowledge from these measurements can also be used in refractive surgery. [5]

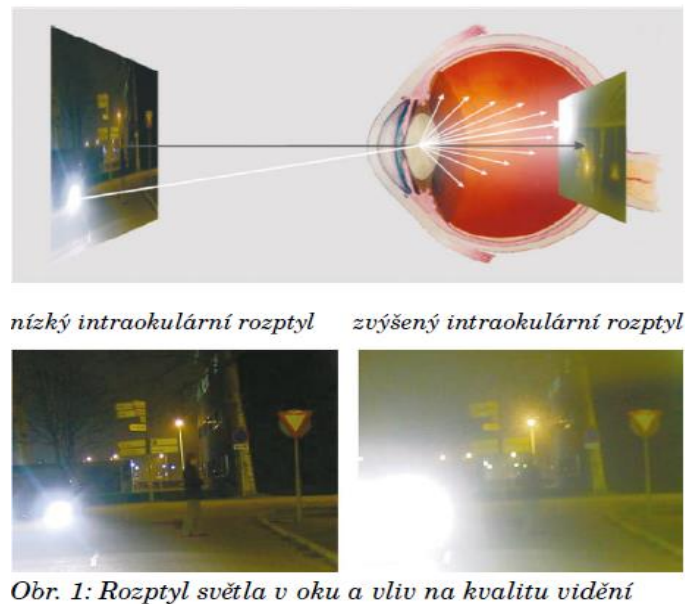
Intraocular light scatter

A normal healthy individual experiences some intraocular variation, which depends on age, pathological changes in the eye (cataract), pigmentation and refractive surgery. The degree of intraocular scattering is individual for each individual, even may vary for the right and left eye. In a young, healthy eye, the degree of intraocular scattering is 1/3 caused by the cornea, 1/3 by the lens and 1/3 by the iris, sclera and eye background. These ratios depend primarily on age and pigmentation.

Increased light scattering negatively affects the quality of the retinal image. Scattered light on the retina is primarily caused by reduced contrast, image blur, glare, and halo phenomena.

Scattering occurs on the inhomogeneities of the optical system of the eye, ie sclera, cornea, iris, ophthalmic lens, vitreous humor and retina can be the primary cause of scattering.

Intraocular scattering is considered to be a visual function that increases in the population independent of visual acuity and contrast sensitivity. The fact is that the greater the light scattering, the worse the perceived image quality.



Picture 1: Light scattering in the eye and effect on vision quality

Increasing intraocular scattering can have a greater effect on visual quality than a decrease in visual acuity. [6-11]

Visual acuity and intraocular scattering vary completely independently. Visual acuity is lost due to cataract and other media opacity. The reduction in visual acuity is not due to intraocular scattering, but may be caused by aberrations. Intraocular scattering is not affected by refractive errors, unlike visual acuity. [12]

The relation between intraocular scattering and glare

Disability glare reduces visual perception by creating veiling luminance on the retina. Glare is the cause of the physical process that results in increased intraocular scattering. Glare can be quantified by measuring intraocular scattering. Glare and intraocular scattering measurements are particularly important for drivers, cataract individuals, and refractive surgery. Glare in the early stages of cataract development is often the reason people stop driving at night. Over the past few years, progress has been made in developing glare tests. Most

measurements of both visual acuity and contrast sensitivity can be made in the presence of a dazzling source. However, none of the tests is globally recognized as standard. The stray light meter allows direct measurement of intraocular scattering, instead of measuring the effect on visual perception. Therefore, it is considered a "gold standard". Today, intraocular scattering is measured with a commercially available C-Quant device. [3,13-15]



Picture. 2: C-Quant device from Oculus company [16]

Glare sensitivity can be measured by mesopathic contrast sensitivity using Mesotest, Nyktotest and Nyktometer. These tests are useful when examining drivers. Tests are tailored for road traffic simulation. [3,13,17]



Picture 3: Nyktometer on the left and Mesotest on the right from Oculus company [18,19]

Many authors prefer to measure glare sensitivity to assess driver vision and cataract determination, but this is not currently covered by the European Union Directive. The possibility of incorporating glare or light scattering tests is complicated because there is no globally recognized method or technique of measurement. [3,13,14,20]

Examined file and methodology of research

The research was realized on the Faculty of biomedical engineering ČVUT in Prague. The aim of this survey was to find out whether glare lowers visual acuity and if glare during lower contrast make recognizing signs worse.

Individuals aged from 21 to 81 years participated in this examination. For measuring was used polarized LCD optotype CS Pola600 from Essilor company [21]. On the optotype were placed LED tapes, which were used as glaring resource. LED tapes were positioned vertically along the sides of the optotype. In the picture number 4 there is a LCD optotype CS Pola600 displayed with LED glare on. Glaring source achieved numbers $\sim 17\,000\text{ cd.m}^{-2}$, which were measured directly next to the source. The examination took place with phototopical conditions within the distance 6 metres without and with glare. Illumination in the room was around 800 lx. As a result of glare the size of illumination was raised by 95 lx in the place of examination. Measurement of illumination was performed with luxmeter Velleman DVM 1300 [22] and the value of brightness were obtained by indirect measuring with luxmeter [23].

The examination were used to discover visual acuity and to recognize signs within lower contrast with and without glare. Every proband had the exact same conditions for the examination. Proband was fixing every sign on the line with the best visus value with and without glare. Adaptive time during the examination with the glaring resource on were 4 minutes. Methodics of the examination were worded as follows: anamnesis, objective refraction, natural visus, spherocylindric refraction (without glare), binocular balance, binocular functions testing, test for true infinity, control of the visus with glare, recognition of signs with progressively lowered contrast with correction without glare and afterwards with glare.

System CS Pola600 allows to lower contrast to 75 %, 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, 10 %, 7,5 %, 5 %, 3 % a 1,5 %. The highest value of contrast is 100 % and the lowest is 1,5 %. During the process of lowering the contrast the numbers are also changed. The testing with the presence of glare was provided on the line with the best value of visus and proband was fixing every sign, which he was trying to recognize. In the course of testing without the glaring source the brightness of the optotype was set to 246 cd.m^{-2} and with the glaring source the brightness of the optotype was lowered to 143 cd.m^{-2} . The values of brightness were set to the highest and the lowest figure as possible at this particular optotype. The exchange of the brightness of the background was made for proband to worsen the conditions during the examination with glaring resource.



Picture. 4: LCD optotype CS Pola600

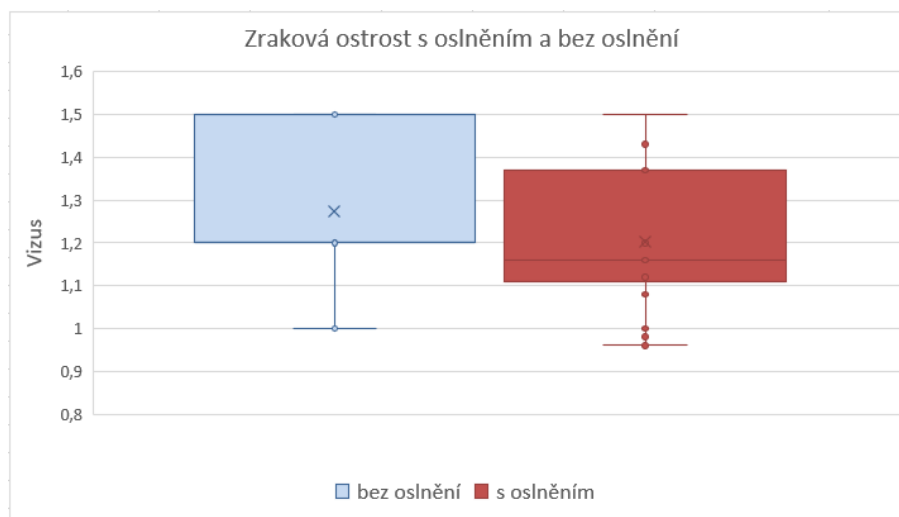
Measurement results

Comparison of the visual acuity with and without glare

Measured values of visual acuity are compared on Graph No. 5, where is data of every client displayed, regardless of age with and without glare. Graph No. 5 shows that glare has an effect on visual acuity testing. During the examination in the presence of a glare source, there was a visible decrease in the visual value compared to a non-glare test.

The Pearson correlation coefficient [24] is used to detect dependence between the value of visual acuity with and without glare. The Pearson correlation coefficient reaches values from -1 to +1. The value of Pearson's correlation coefficient is $r = 0,96$, which confirms almost perfect linear dependence. That means the visual acuity in glare has been reduced in virtually the same way on every examined individual.

A two-tailed paired T-test showed that there is a statistically significant difference between the visual acuity without glare and with a glare at the significance level $\alpha = 0,05$ and $\alpha = 0,01$.



Graph no. 5: Measured visual acuity without (blue) and with (red) a glare

Comparison of contrast values with and without glare

Graph No. 6 compares the data of all clients regardless of age. The measured minimum values of the contrast of the test line without the glare that the client still recognizes are individual to each client. Nearly every client experienced a deterioration of contrast perception with glare, ie an increase in the minimum value of the test line contrast that the client still recognizes.

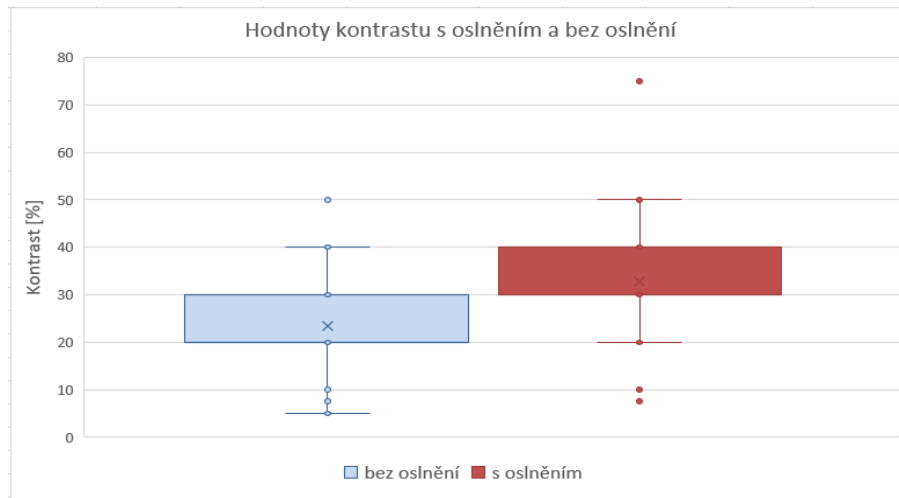
The value of Pearson's correlation coefficient is $r = 0,88$, which still confirms the strong linear dependence, i.e. the test line contrast that the client still recognizes when glare has increased in a similar manner for all individuals examined.

Graph No. 6 shows that one client at the age of 25 goes beyond the other results, which I attach to the fact that the client uses medications for thyreopathy and diabetes mellitus. The client reached a minimum contrast value of 40 % without glare and with glare, a shift occurred with a deterioration of up to 75 %.

In the presence of a glare source, there was a deterioration of the contrast value to 75 % of the next client, with a glare of 50 %. In this case, it is a 73 -year-old client who is diagnosed with an incipient cataract. The client said he was using medication for depression, which, in combination with the onset of cataract, might explain these unusual changes.

From the results of other clients, we can see that without glare, contrast values between 20 % to 30 % prevail. When glare occurs, deterioration occurs, so a higher level of contrast is needed to recognize the characters. In the presence of glare source, contrast values prevail between 30 % and 40 %.

A two-tailed paired T-test on the median value proved that between the minimum contrast values needed for character recognition on the smallest read line without glare and with glare is a statistically significant difference in the significance level $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$



Graph No. 6: Contrast values without (blue) and with (red) a glare

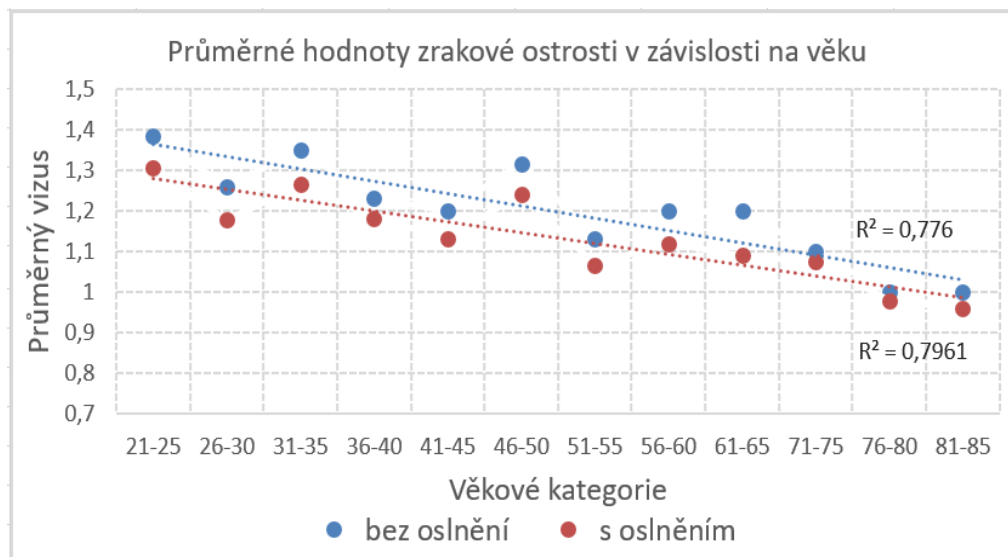
Analysis of measured data considering the client's age

As age increases, the structure of the ophthalmic media changes, which can be reflected in visual acuity and the minimum amount of contrast needed to recognize the characters.

For this analysis, we proceed from the average values of the measured vision in each given age group. Based on the average visual acuity values in each age group, Graph No. 7 shows a noticeable decrease in visual acuity with increasing age.

In an exploration of dependency between the value of visual acuity and the age of the client is used Pearson's correlation coefficient. Negative values of the coefficient confirm the indirect dependence of the data, while positive values of the coefficient confirm the direct dependence of the data. The value of Pearson's correlation coefficient for determining the dependency between the average value of the vision without glare and the age of the client is $r = -0.56$. The value of Pearson's correlation coefficient for determining the dependency between the average visual value and the glare and age of the client is $r = -0.55$. The values found a point to a moderate linear relationship between the average visual value and the age of the client.

For trendlines that are attributable to average visual acuity values, the reliability coefficient values are given. The value of the reliability coefficient for the average visual acuity value without glare is $R^2 = 0.776$ and for the average visual acuity with glare is $R^2 = 0.7961$.



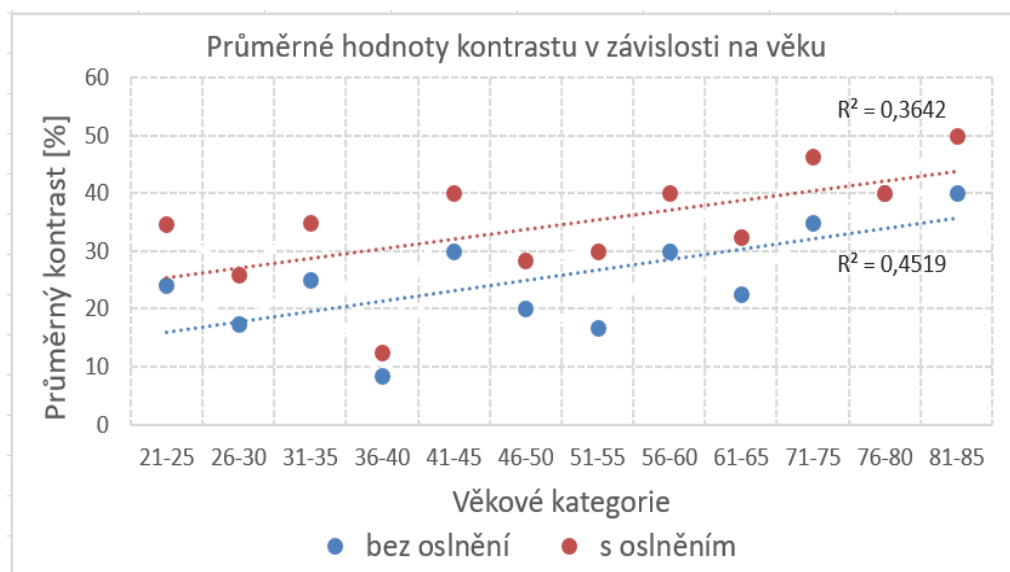
Graph No. 7: Average visual acuity values depending on age without (blue) and with (red) a glare

Another ascertain relationship is the contrast-free and glare-dependent values of age, again based on average measured contrast values in each age group.

Graph No. 8 shows the average measured contrast values in each age group. In this case, on the other hand, we can observe a deterioration, i.e. with a higher age, a higher contrast level is needed for character recognition on the smallest read line.

The value of Pearson's correlation coefficient to determine the relationship between client age and mean non-glare contrast is $r = 0.28$ and $r = 0.19$ when glare. In the case of a positive correlation of value, both contrast and age increase, the values do not show too much dependence.

The value of the reliability coefficient for the average contrast without glare is $R^2 = 0.3642$, and for the contrast measured with glare is $R^2 = 0.4519$



Graph No. 8: Average contrast values depending on age without (blue) and with (red) a glare

Discussion

Based on the two-tailed paired T-test the significant influence of glare to the examination of visual acuity was confirmed on the level of importance with the values 5 % and 1 %. That means there is a general worsening of the quality of vision when the visual system is dazzled.

Previous study from the year 2016 [25], which set the exact same conditions during the testing, also proved significant influence of glare on the examination visual acuity in individuals aged from 20 to 65 years. The significant decrease of visual acuity and contrast sensitivity with the glare source on proved also other studies [26-28], which were focused on clients with cataract.

According to accomplished statistic analysis the significant difference was proved during recognizing signs with lower contrast without glare and with glare on level of importance with the values 5 % and 1 %.

Most of the mistakes were made when the clients were reading next to the glaring source, thus on the margin of the optotype. The statistic analysis of experimental measured dates from this assignment which confirmed statistically important changes of visual acuity and minimal contrast for recognizing signs of optotype during glare corresponds very well with international studies made on the impact of glare on visual functions [17,25,26,29,30-32].

Measured visual acuity was studied also regarding to the age of the client. The result of Pearson's correlation coefficient confirms, that with increasing age the value of visual acuity is decreasing.

Additional observed parameter was the minimal value of contrast with and without glare depending on age of the client. According to Pearson's correlation coefficient there was proved minor linear dependence of dates, whereas the positive values means, that with increasing age the higher value of contrast is needed to recognize signs on the given line.

Therefore if we convert this knowledge into ordinary life, we can say that glare negatively affects our eyesight during various activities. [7,14] For this reason, we should avoid excessive brightness causing unwanted glare during the examination of the eyesight in the examination rooms. On the other hand, if we would like to investigate the eyesight in the presence of a dazzling source, it could serve as an indicator of non-standard pathological conditions of the eye.

How to use this knowledge in practice in different fields? There are several options available. For instance, automotive companies could use the knowledge of glare sensitivity testing to minimize glare on oncoming vehicles in developing and designing headlamps. Another possible usage of glare sensitivity is in the process of designing the appropriate lighting layout in the room (office, dental office). And last but not least, in cause of development of intraocular lenses and new methods in refractive surgery.

The possible shortcoming in the experimental part of the thesis is that the contrast sensitivity function [33] was not examined in the presence of a dazzling source, which, unfortunately, was not possible because of the optotype used, which does not allow to investigate the contrast sensitivity function. Contrast sensitivity would show greater differences in the examination with and without glare as shown by many past scientific research studies [25,29,34-36].

LIST OF USED LITERATURE

- [1] HABEL, Jiří a Petr ŽÁK. *Elektrické světlo 1*. Praha, 2011, 207 s. Skripta. ČVUT V Praze.
- [2] Základy světelné techniky (2): Zrak a vidění (2. část - pokračování z č. 5/2008). *Světlo*. 2008, **2008**(6), 52-55.
- [3] *Trendy soudobé oftalmologie*. Praha: Galén, c2007. ISBN 978-80-7262-470-6.
- [4] FINLAY, David a Jenny WILKINSON. The Effects of Glare on the Contrast Sensitivity Function. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* [online]. 2016, **26**(3), 283-287 [cit. 2019-01-01]. DOI: 10.1177/001872088402600304. ISSN 0018-7208. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001872088402600304>
- [5] NADLER, M. Princeton, David MILLER a Daniel J. NADLER, ed. *Glare and Contrast Sensitivity for Clinicians*. In: . 1990. DOI: 10.1007/978-1-4612-3242-1. ISBN 978-1-4612-7931-0.
- [6] HABEL, Jiří. Základy světelné techniky (2): Zrak a vidění (1. část). *Světlo*. 2008, **2008**(5), 53-55.
- [7] NOVÁK, Jiří. Intraokulární rozptyl světla: Důležité faktory pro kvalitu vidění. *TRENDY V OČNÍ OPTICE 2018*. S-Press Publishing, 2018, **2018**, 26-30. Dostupné také z: http://www.s-presspublishing.cz/archiv/201802_trendy.pdf
- [8] VAN DEN BERG, Tom. *Introduction to retinal straylight*. Netherlands Institute for Neuroscience (NIN).
- [9] PIÑERO, David P., Dolores ORTIZ a Jorge L. ALIO. Ocular Scattering. *Optometry and Vision Science* [online]. 2010, **87**(9), E682-E696 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181e87da6. ISSN 1040-5488. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006324-201009000-00010>
- [10] VAN DEN BERG, Thomas J. T. P. Intraocular light scatter, reflections, fluorescence and absorption: what we see in the slit lamp. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2018, **38**(1), 6-25 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1111/opo.12426. ISSN 02755408. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/opo.12426>
- [11] MICHAEL, Ralph, Laurentius J. VAN RIJN, Thomas J. T. P. VAN DEN BERG, et al. Association of lens opacities, intraocular straylight, contrast sensitivity and visual acuity in European drivers. *Acta Ophthalmologica* [online]. 2009, **87**(6), 666-671 [cit. 2019-

- 01-02]. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2008.01326.x. ISSN 1755375X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1755-3768.2008.01326.x>
- [12] VAN DEN BERG, Thomas J. T. P. The (lack of) relation between straylight and visual acuity. Two domains of the point-spread-function. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2017, **37**(3), 333-341 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1111/opo.12368. ISSN 02755408. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/opo.12368>
- [13] ASLAM, Tariq M., David HAIDER a Ian J. MURRAY. Principles of disability glare measurement: an ophthalmological perspective. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 2007, **85**(4), 354-360. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2006.00860.x. ISSN 13953907. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0420.2006.00860.x>
- [14] VAN RIJN, L. J. et al. Measurement of stray light and glare: comparison of Nyktotest, Mesotest, stray light meter, and computer implemented stray light meter. *The British Journal of Ophthalmology*. 2005, vol. 89, no. 3, s. 345-351. ISSN 0007-1161.
- [15] HD Analyzer. *Visiometrics* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.visiometrics.com/hd-analyzer>
- [16] C-Quant-Technical data. *Oculus* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.oculus.de/en/products/visual-test-equipment/c-quant/technical-data/>
- [17] GLIMNE, Susanne. *Effects of glare on binocular vision and reading behaviour performing computer work*. Stockholm, 2015, 53 s. ISBN 978-91-7549-655-9. Disertace. Karolinska Institutet.
- [18] Nyktometr. *OPTOtech Medical* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: http://www.optotech.com.pl/okulistyka/Nyktometr_kontrastometr_BA-4.htm
- [19] OCULUS Mesotest® II. *Oculus* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.oculus.de/cz/produkty/pristroje-testujici-zrak/mesotest-ii/vyznacne-vlastnosti/>
- [20] VAN DEN BERG, Thomas JTP. Measurement of straylight for glare assessment and driving. *Scandinavian Journal of Optometry and Visual Science* [online]. 2017, **10**(1), 1-6 [cit. 2019-01-03]. DOI: 10.5384/sjovs.vol10i1p1-6. ISSN 1891-0890. Dostupné z: <http://sjovs.org/index.php/SJOVS/article/view/93>
- [21] CS Pola 600. *Essilor Instruments* [online]. [cit. 2019-01-07]. Dostupné z: <https://www.essilor-instruments.com/en/refraction-prescription-2/product-cs-pola-600/>

- [22] Velleman DVM 1300. *Velleman* [online]. USA: Velleman, 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.vellemanusa.com/products/view/?country=us&lang=enu&id=351244>
- [23] HABEL, Jiří. Základy světelné techniky (4): Základy fotometrie (1. část). *Světlo*. 2009, (3), 44-48.
- [24] BENESTY, Jacob, Jingdong CHEN, Yiteng HUANG a Israel COHEN. Pearson Correlation Coefficient. *Noise Reduction in Speech Processing*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, 2009-3-5, , 1-4. Springer Topics in Signal Processing. DOI: 10.1007/978-3-642-00296-0_5. ISBN 978-3-642-00295-3. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-00296-0_5
- [25] STURGIS, Samuel P. a Deborah J. OSGOOD. Effects of Glare and Background Luminance on Visual Acuity and Contrast Sensitivity: Implications for Driver Night Vision Testing. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2016, **24**(3), 347-360. DOI: 10.1177/001872088202400310. ISSN 0018-7208. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001872088202400310>
- [26] SHANDIZ, Javad Heravian, Akbar DERAKHSHAN, Ameneh DANESHYAR, Abbas AZIMI, Hadi Ostadi MOGHADDAM, Abbas Ali YEKTA, Seyed Hosein Hoseini YAZDI a Habibollah ESMAILY. Effect of Cataract Type and Severity on Visual Acuity and Contrast Sensitivity. *J Ophthalmic Vis Res*. 2011, **6**(1), 26-31.
- [27] GHOLAMI, Sonia, Nicolaas J. REUS a Thomas J. T. P. VAN DEN BERG. Changes in Intraocular Straylight and Visual Acuity with Age in Cataracts of Different Morphologies. *Journal of Ophthalmology*. 2017, **2017**, 1-12. DOI: 10.1155/2017/5649532. ISSN 2090-004X. Dostupné také z: <https://www.hindawi.com/journals/joph/2017/5649532/>
- [28] SIDOROVA, Jelena, Rasa ČIUMBARAITĖ, Džastina ČEBATORIENĖ, Mantas BANEVIČIUS a Rasa LIUTKEVIČIENĖ. Functional acuity contrast sensitivity assessment in young and middle age healthy persons at the day time with and without glare. *Acta medica Lituanica*. 2014, **21**(1). DOI: 10.6001/actamedica.v21i1.2885. ISSN 2029-4174. Dostupné také z: <http://maleidykla.lt/ojs/index.php/actamedicalituanica/article/view/2885>
- [29] MAHJOOB, Monireh, Samira HEYDARIAN a Somayyeh KOOCHI. Effect of yellow filter on visual acuity and contrast sensitivity under glare condition among different age groups. *International Ophthalmology*. 2016, **36**(4), 509-514. DOI: 10.1007/s10792-015-0154-7. ISSN 0165-5701. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s10792-015-0154-7>

- [30] RAJARAM, Vandana a Vasudevan LAKSHMINARAYANAN. A note on image degradation, disability glare, and binocular vision. *Journal of Modern Optics* [online]. 2013, **60**(14), 1187-1192 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1080/09500340.2013.826390. ISSN 0950-0340. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500340.2013.826390>
- [31] WINTER, J, S FOTIOS a S VÖLKER. The effects of glare and inhomogeneous visual fields on contrast detection in the context of driving. *Lighting Research & Technology* [online]. 2016, **50**(4), 537-551 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1177/1477153516672719. ISSN 1477-1535. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1477153516672719>
- [32] BULLOUGH, J.D. Spectral sensitivity for extrafoveal discomfort glare. *Journal of Modern Optics* [online]. 2009, **56**(13), 1518-1522 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1080/09500340903045710. ISSN 0950-0340. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500340903045710>
- [33] PACKER, Mark, I. Howard FINE a Richard S. HOFFMAN. Functional Vision, Contrast Sensitivity, and Optical Aberrations. *International Ophthalmology Clinics*. 2003, 43(2), 1-3. DOI: 10.1097/00004397-200343020-00003. ISSN 0020-8167. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00004397-200343020-00003>
- [34] HARRISON, Joseph M., J. Terry YATES, Charles BALLENTINE a Raymond A. APPEGATE. Contrast sensitivity and disability glare in the middle years. *Journal of the Optical Society of America A* [online]. 1993, **10**(8), 1849-1855 [cit. 2019-01-03]. DOI: 10.1364/JOSAA.10.001849. ISSN 1084-7529. Dostupné z: <https://www.osapublishing.org/abstract.cfm?URI=josaa-10-8-1849>
- [35] MANIGLIA, Marcello, Steven M. THURMAN, Aaron R. SEITZ a Pinakin G. DAVEY. Effect of Varying Levels of Glare on Contrast Sensitivity Measurements of Young Healthy Individuals Under Photopic and Mesopic Vision. *Frontiers in Psychology*. 2018, **9**. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00899. ISSN 1664-1078. Dostupné také z: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2018.00899/full>
- [36] BÜHREN, JENS, EVDOXIA TERZI, MICHAEL BACH, WOLFGANG WESEMANN a THOMAS KOHNEN. Measuring Contrast Sensitivity Under Different Lighting Conditions: Comparison of Three Tests. *Optometry and Vision Science*. 2006, **83**(5), 290-298. DOI: 10.1097/01.opx.0000216100.93302.2d. ISSN 1040-5488. Dostupné také z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006324-200605000-00008>

Bc. Jeannette Orsághová, prof. Ing. Jiří Novák PhD.

Vplyv svetelných podmienok na vyšetrenie zrakových funkcií

Optika a optometrie, Katedra prírodovedných oborů, Fakulta biomedicínského inženýrství,
ČVUT v Praze

Anotace

Tento příspěvek poukazuje na problematiku vplyvu svetelných podmienok na vyšetrenie zrakových funkcií. V úvode je poukázané na normy upravujúce štandardné vyšetrovacie podmienky. Následne sú zhrnuté fyziologické zmeny zrakového systému po zmene adaptačného jasú pozorovateľa a poukazujem tiež na výsledky existujúcich štúdií zaoberajúcich sa zmenami zrakového systému po zmene adaptačného jasú pozorovateľa. Experimentálna časť poukazuje na prakticky overené výsledky zmeny korekcie a rozpoznávania znakov pri rôznych úrovniach kontrastu optotypu.

Kľúčové slová

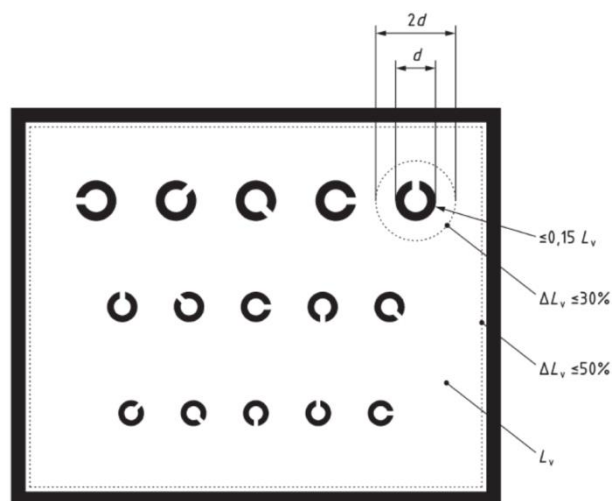
Mezopické videnie, svetelné podmienky, zraková ostrosť, kontrastná citlivosť, Pelli-Robson test.

Predchádzajúce štúdiá poukazujú, že svetelné podmienky predstavujú jeden z faktorov, ktorým je možné ovplyvniť zrakovú ostrosť, kontrastnú citlivosť, hĺbkové videnie a farebné videnie. Zraková úloha zaťažená stupňom zrakovéj únavy môže byť považovaná za výsledok nesprávne zvolených svetelných podmienok. Aj keď svetelné podmienky na úrovni mezopického videnia vykazujú zhoršenie zrakovéj kvality, štúdiá nepoukazujú na štatisticky významné zmeny subjektívnej refrakcie. V optometrickej praxi, je možné prihliadať k ISO normám, ktoré charakterizujú svetelné podmienky pre vyšetrovacie miestnosti z hľadiska fotometrických veličín.

ISO normy pre refrakčné miestnosti

Medzinárodný inštitút ISO stanovuje normy, ktoré charakterizujú základné podmienky pre optometristické vyšetrenie. Normy upravujú pomocou fotometrických veličín osvetlenie na pracovisku. Určujú podmienky pre prezentáciu štandardného optotypu a podmienky pre prácu s vizuálnymi displejmi založených na plochých paneloch.

Pre štandardné a vyšetrovacie optotypy a ich prezentáciu upravuje v najnovšej verzii z roku 2018 podmienky charakterizujúce štandardné podmienky vyšetovania. Norma určuje test Landoltových kruhov za štandardný optotyp. Klinický optotyp je charakterizovaný ako optotyp odlišný od Landholtových kruhov, ktorý sa používa na určovanie zrakovej ostrosti. Norma 8596-2018 určuje i presné požiadavky na jas pri vyšetrení. Jas pozadia optotypu je určený rozmedzím hodnôt **80-320 cd/m²**. Jas prezentovaného štandardného optotypu by nemal presiahnuť **15 %** z jasú okolia optotypu pokiaľ sa refrakčný výkon odohráva v temnej miestnosti. Svetelné zdroje a odrazové plochy v zornom poli pacienta by mali byť tmavšie ako tabuľka optotypu prezentovaná vo vhodne zvolenom mieste. Taktiež by sa v zornom poli vyšetovaného nemali nachádzať žiadne priame a nepriame zdroje oslnenia. [1]



Obrázok 01: Štandardný optotyp

Na obrázku 1 je prezentovaný štandardný optotyp s požiadavkami na jas jeho pozadia, veličiny: d predstavuje priemer Landoltového kruhu, L_v jas okolia optotypu a ΔL_v variabilitu jasú v označenej oblasti. Jas v blízkom okolí znaku (do priemeru $2d$) by sa nemal meniť o viac ako $\pm 30\%$ priemerného jasú pozadia. Jas v celom rozsahu pozadia by nemal kolísat' viac ako $\pm 50\%$ priemerného jasú pozadia. ISO EN 1246 (2002) normalizuje podmienky vyšetrenia

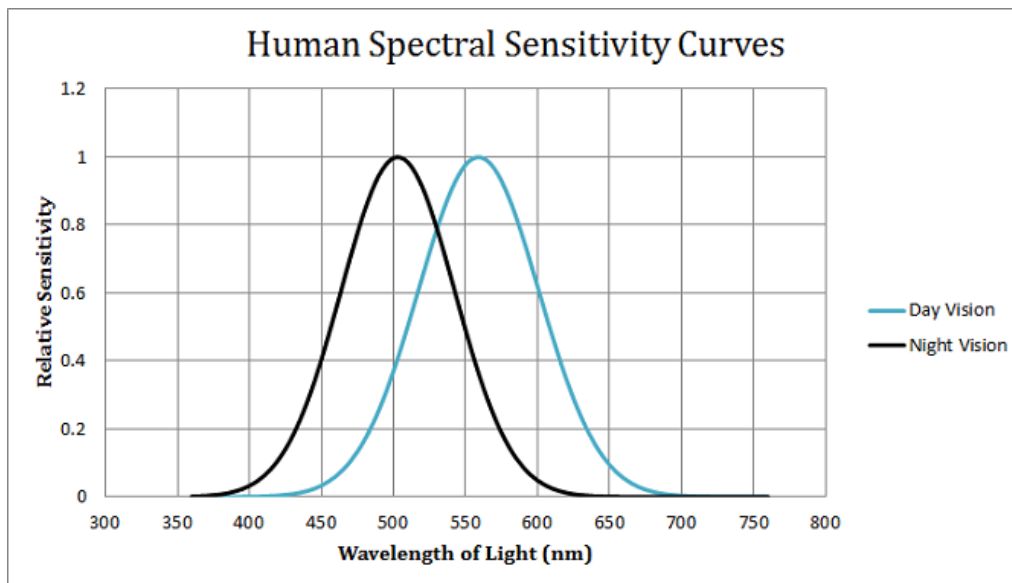
vo vnútorných priestoroch. Podmienky boli určené s ohľadom na zrakovú pohodu a bezpečnosť. Zreteľ bol tiež braný na prevádzanie zrakových výkonov v nie vždy ideálnych podmienkach po dobu dlhších časových intervalov. Pre prostredie na výkon očného vyšetrenia boli stanovené hodnoty osvetlenia, indexu oslnenia UGR_L a indexu farebného podania pre zdroje osvetlenia R_a . Hodnoty sú poukázané v tabuľke 1. [2]

Tabuľka 1: Tabuľka s odporučenými hodnotami pre vyšetrovňu zraku

Typ interiéru, prevádzané vyšetrenie	E_m [lx]	UGR_L	R_a
Všeobecné osvetlenie priestorov	300	19	80
Vyšetrenie vonkajšej časti oka	1000	-	90
Čítacie testy a testy rozlišovania farieb s testovými tabuľkami	500	16	90

Fyziologické zmeny zrakového systému po zmene adaptačného jasu

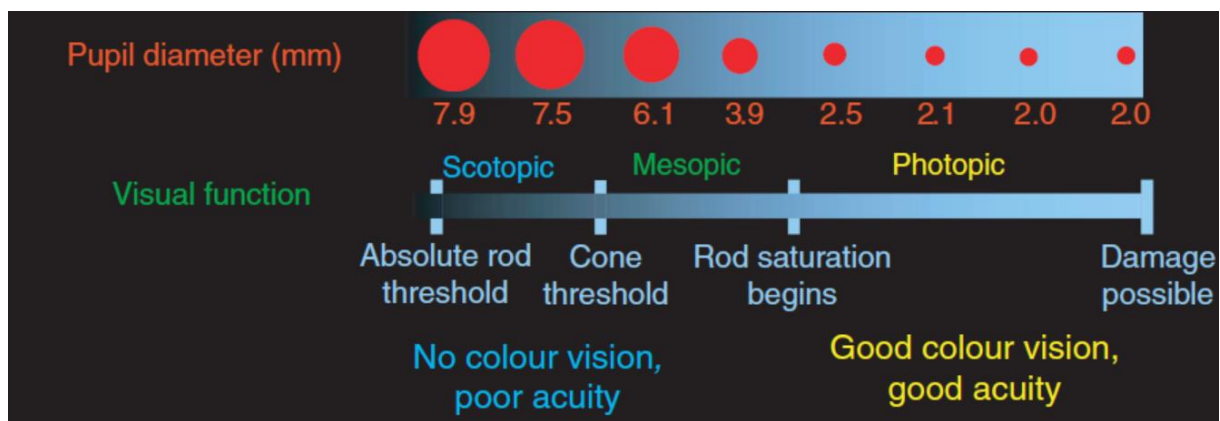
Spektrálna citlivosť oka je individuálna u každého pozorovateľa. Udáva závislosť citlivosti ľudského oka k jednotlivým vlnovým dĺžkam viditeľnej oblasti svetla. Maximum krivky za skotopických podmienok je posunuté k nižším hladinám vlnových dĺžok, hlavnú detekčnú úlohu zohrávajú tyčinky. Krivky zobrazujúce spektrálnu citlivosť ľudského oka sú prezentované obrázkom 2.



Obrázok 2: Spektrálna citlivosť ľudského oka

Zmeny korekcie za zníženej úrovne osvetlenia môžu byť príčinou rôznych faktorov. Na zhoršení zrakovej ostrosti za mezopických podmienok majú vplyv – nočná myopia, sférická aberácia, veľkosť zornice, nervové aspekty, chyba akomodácie, chromatická chyba, difrakcia. [3]

Nočná myopia je primárne zapríčinená tonickou zložkou akomodácie, ktorej pokles je možný sledovať ako závislosť na veku. Tonická zložka akomodácie nie je podmienená podnetom v zornom poli. Je to fyziologicky navodený stav, spôsobený tzv. pokojovým napätím ciliárneho svalu. Za mezopických podmienok dochádza k rozšíreniu zornice na $6,37 \pm 0,89$ mm (za fotopických podmienok $4,06 \pm 0,7$ mm). Pri prechode z mezopických do fotopických podmienok štúdium zaznamenáva posun stredu zornice nazálne ($0,13 \pm 0,07$ mm). [4, 5]



Obrázok 3: Zmena veľkosti zornice

Zmeny zrakových funkcií

Testovaním kontrastnej citlivosti dosahujeme odlišných výsledkov v závislosti na vekovej skupine testovaných a rovnako v závislosti na použitý typ testu. V porovnaní s Frankfurt-Freiburg testom kontrastnej citlivosti a funkčným testom kontrastnej citlivosti (test prevádzaný na piatich priestorových frekvenciách) je dosahované najlepšieho opakovania použitím Peli - Robson tabuľky za fotopických podmienok. Tento fakt bol pozorovaný pri testovaní subjektov vo vekovom rozmedzí 21-69 rokov. Pre jedincov s kataraktou je najlepšie opakovateľný test kontrastnej citlivosti test používajúci písmena. [6]

Kontrastná citlivosť rastie pri použití testov s písmenami pri vysokej hodnote jase okolia (900 cd/m^2). Tento fakt platí iba pri vyšetrovacej vzdialenosti 4 m pri základnej frekvencii písmen 3,49 čiar/stupeň a za podmienok, že zornica nie je kontrolovaná. Pri testovaní kontrastnej citlivosti pomocou sínusovej krivky. Avšak vysoká hodnota adaptačného jasu pozorovateľa spôsobí zníženie kontrastnej citlivosti. Optimálne hodnoty kontrastnej citlivosti sú dosahované pri jase 9 cd/m^2 . [7]

Zornica ľudského oka má pružnejšie reakcie na farebné podnety než na svetelné. Zelený terč vnímaný za skotopických podmienok je achromatický, avšak za mezopických podmienok dostáva čistý zelený nádych. Farba ovplyvňuje viditeľnosť predmetu v závislosti na adaptačnom jase. Tento jav je možné pozorovať u trichromaticky vidiacich jedincov, avšak i u jedincov s poruchou farebného videnia. Protanopovia vykazujú zvýšenú citlivosť na zmeny jasu. Pri jase 200 cd/m^2 protonopovia prednostne vnímajú iba žltú a bielu farbu. Pri prechode k mezopickému videniu ($0,2 \text{ cd/m}^2$) dokážu detegovať aj iné farby. [8, 9]

Ľudia s poruchou detekcie zelenej a červenej farby (najmä deuteranopia) dosahujú lepších výsledkov pri testovaní farebného videnia pomocou Ischihara tabuliek pri použití volfrámových žiariviek. Testovaním na Ischihara tabuľkách a použitím volfrámového osvetlenia dochádzalo k zníženiu počtu deuteranopov, ktorým bola detegovaná porucha farebného videnia pri normálnom dennom osvetlení. [10]

Úrovňou adaptačného jasu môžeme tiež ovplyvniť binokulárne videnie. Zmena hĺbkového videnia je pozorovateľná najmä u zníženia jasu stimulov jedného oka. Miera konvergenencie pozitívne vzrastá pri znížení svetelných podmienok. Signifikantná korelácia medzi konvergenciou a svetelnými podmienkami je považovaná za následok zmeny veľkosti zornice. Zväčšenie veľkosti zornice pri znižovaní svetelných podmienok má za následok zníženie hĺbky ostrosti pozorovaného objektu. Znížením hĺbky ostrosti ľudské oko viac

akomoduje a konverguje, aby dokázalo vytvoriť ostrý obraz na sietnici. Pozitívne zvýšenie konvergenencie pri znížených svetelných podmienkach môže mať za následok astenopické problémy a pocit zrakovej únavy. [11, 12]

Testovanie zrakovej ostrosti je možné považovať za najčastejšie používaný spôsob vyšetovania zrakových funkcií. Zrková ostrosť je dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje zrakovú pohodu a komfortné videnie na všetky vzdialenosti. Zrková úloha prevádzaná v bežnom živote pozorovateľa nie je vykonávaná vždy za ideálnych svetelných podmienok. Mnohé štúdiá poukazujú, že zmenou adaptačného jasu dochádza ku zmene zrakovej ostrosti. Zmena zrakovej ostrosti môže byť tiež podmienená zmenou jasu optotypu alebo druhom zvoleného optotypu.

Vekom podmienená makulárna degenerácia u pacientov narušuje i rozlišovanie kontrastu. Testovaním zrakovej ostrosti u pacientov s makulárnou degeneráciou pri použití Bailey –Lovie optotypu s vysokým kontrastom štúdiá poukazujú na výsledky v rozmedzí logMAR hodnôt 1,18- 0,0; pri použití optotypu s nízkym kontrastom 1,44-0,22. Na základe dosiahnutého výsledku bola vytvorená predikcia, že Bailey-Lovie s vysokým kontrastom sa dá považovať za užitočný pri testovaní subjektov s makulárnou degeneráciou. [13]

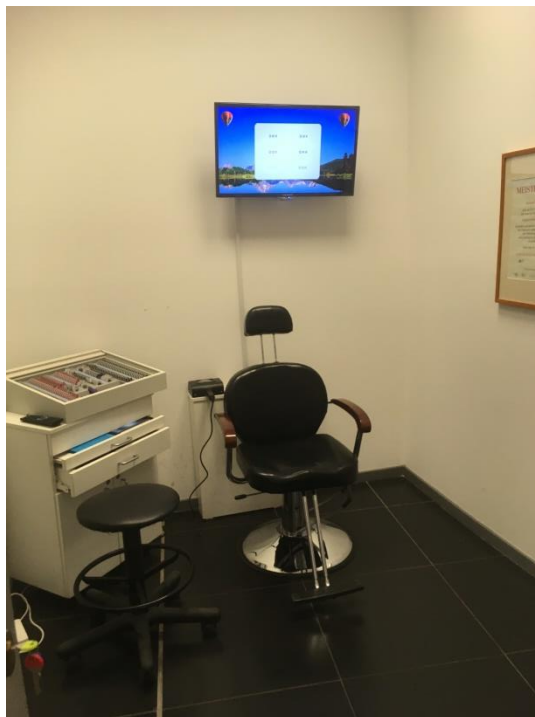
Pri testovaní zrakovej ostrosti na Bailey –Lovie tabuľke bol zistený rozdiel v zrakovej ostrosti medzi dvomi úrovňami kontrastu tabuliek v priemernej hodnote 2,5 riadku. Tento rozdiel bol určený štúdiom, kde bolo testovaných 86 subjektov so sférickými refrakčnými chybami v rozmedzí 4 dpt-7,25 dpt s cylindrami do -3 dpt. [14]

Experimentálna časť

Experimentálnou časťou by som rada poukázala na zmenu zrakovej ostrosti pri rôznych úrovniach kontrastu optotypu a zmenu výslednej korekcie po zmene adaptačného jasu pozorovateľa. Meranie bolo prevádzané pomocou refrakčnej jednotky - Pascal 3D (obr. 4). [15] Pre následné spracovanie výsledkov bol zápis výslednej korekcie prepočítaný na sférický ekvivalent. [16] Na určovanie zrakovej ostrosti bola použitá LogMar stupnica. Pre ďalšie spracovanie výsledkov, boli hodnoty dosiahnutého vízu interpolované. Vyšetrenie zrakovej ostrosti pri rôznych úrovniach kontrastu bolo prevádzané pomocou Pelli-Robson testu.

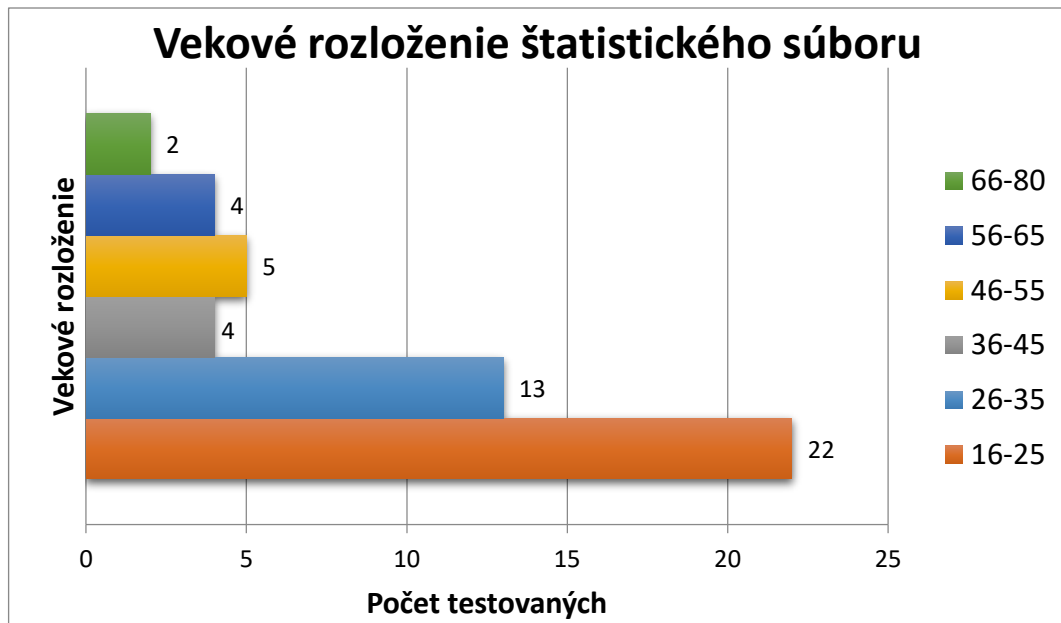
Stanovenie výsledku Pelli-Robson testu prebiehalo so subjektívne stanovenou korekciou za fotopických podmienok. Po stanovení korekcie, zrakovej ostrosti a Peli - Robson testu za fotopických podmienok boli upravené podmienky osvetlenia v refrakčnej miestnosti a optotypu na mezopické. Adaptačná doba po zmene svetelných podmienok bola 5 minút. Následne bola prevádzaná kontrola zrakovej ostrosti, rozpoznávania znakov pri rôznych úrovniach kontrastu a výslednej korekcie za mezopických podmienok. Použitá vyšetrovacia miestnosť bola bez vonkajšieho osvetlenia. Využitie fotopické a mezopické podmienky vo vyšetrovacej miestnosti odpovedali hodnotám osvetlenia 360 lx; 1,2 lx.

Vyšetrované subjekty pozorovali optotyp na televíznej obrazovke, ktorá bola zobrazovaná pomocou techniky zobrazenia v zrkadle. Jas obrazovky odpovedá za fotopických podmienok 240 cd/m² a za mezopických podmienok 75 cd/m².



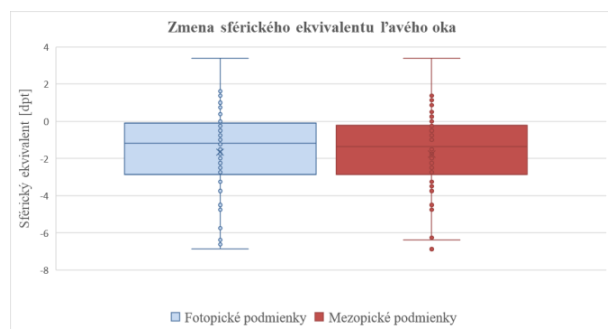
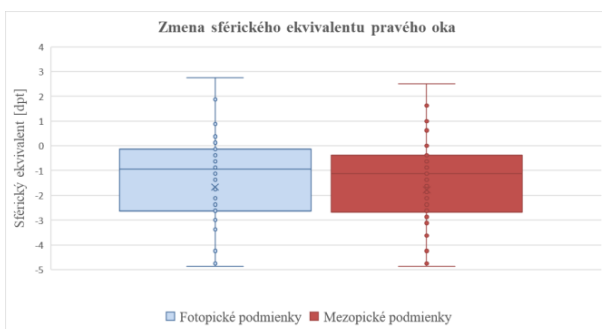
Obrázok 4: Refrakčná miestnosť

K testovaniu bolo použitých 50 náhodne vybraných klientov, 27 žien a 23 mužov. Vekové rozloženie klientov bolo od 16-76 rokov. Výber štatistického súboru nebol obmedzený žiadnymi ďalšími podmienkami, nakoľko som vo svojej práci chcela obsiahnuť čo najväčšie vekové spektrum s rozmanitou anamnézou. Priemerný vek vzorku ľudí testovaných v experimentálnej časti bol 33,36 rokov. Vekové rozloženie je prezentované grafom 1.

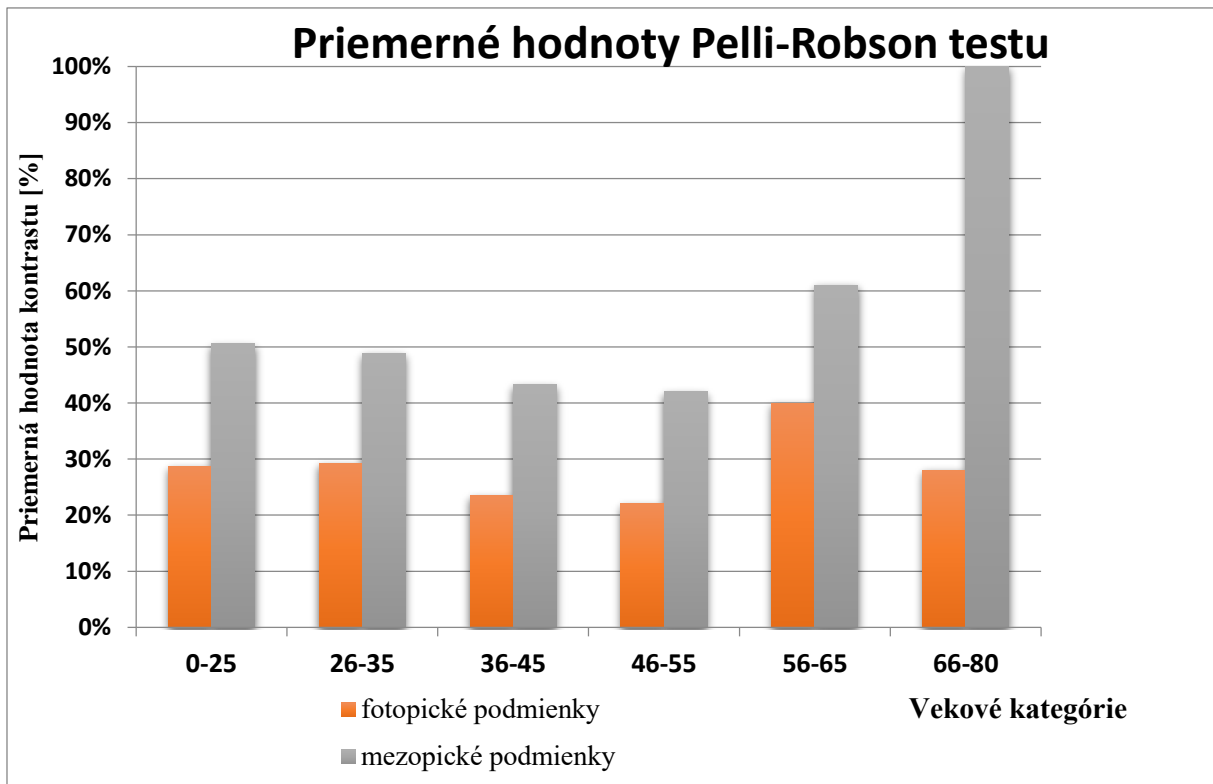


Graf 1: Vekové rozloženie

Výsledky boli spracované pomocou software SPSS - Statistical Package for the Social Sciences. Použitý nástroj bol „analýza kovariancie pre dáta pre-post test“. Dáta boli testované pre hladinu významnosti 5 %. Vyhodnotenie prebiehalo porovnaním hladiny významnosti s p -hodnotou. Pokiaľ p hodnota splňovala podmienku $p < 0,05$, premennú sme považovali za štatisticky významnú. Výsledky sú prezentované na nasledujúcich grafoch. Po vyhodnotení nameraných dát bolo zistené, že po zmene svetelných podmienok na mezopické dochádzalo k štatisticky významnej zmene sférického ekvivalentu. Grafy poukazujú na zmenu korekcie bez ohľadu na vekové rozloženie štatistického súboru. Zmena nastávala vždy binokulárne, preto na grafoch môžeme pozorovať mierny pokles strednej hodnoty sférického ekvivalentu pravého i ľavého oka. Priemerná zmena korekcie binokulárne predstavovala $-0,11 \pm 0,13$ dpt. Zmena nastala v očakávanom smere. Pozorujeme miernu myopizáciu po zmene svetelných podmienok na mezopické.



Po zmene svetelných podmienok dochádzalo i k zhoršeniu výsledku Pelli - Robson testu. Pomocou testu sme získali výsledky rozpoznávania znakov pre rôzne úrovne kontrastu optotypu. V prípade výsledku Pelli-Robson testu môžeme nielen pozorovať zhoršenie rozpoznania kontrastu ale i rastúcu tendenciu v závislosti na veku. Táto zmena bola vyhodnotená pomocou koeficientu B, ktorý nadobúda hodnotu 0,007 a teda môžeme konštatovať, že výsledok Pelli-Robson testu sa u daného štatistického súboru zhoršoval o 7 % na každých 10 rokov. Priemerné zhoršenie vnímaného kontrastu predstavovalo 21 %.



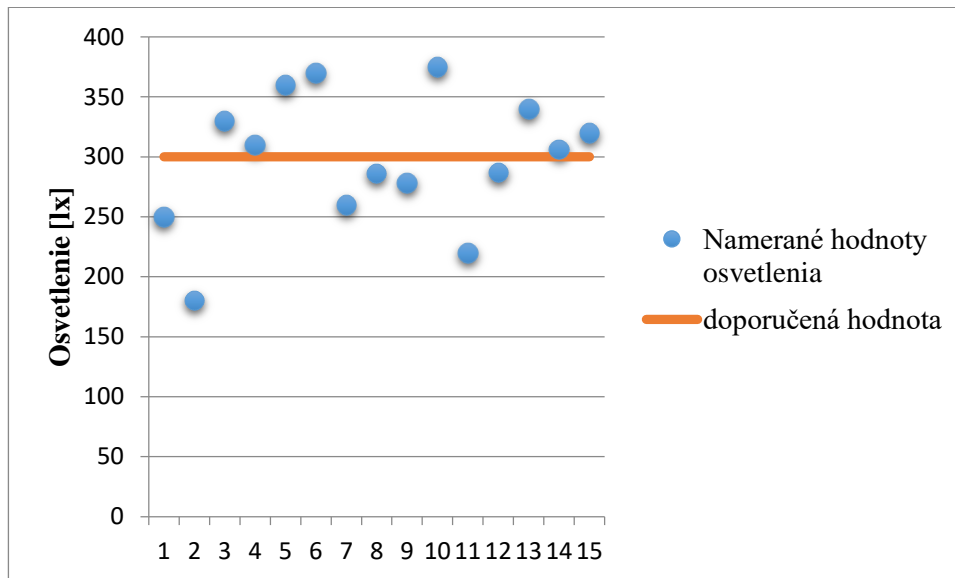
Graf 2: Výsledky Pelli - Robson testu

Pri testovaní boli zaznamenávané i zmeny zrakovej ostrosti, avšak po prevedení štatistickej analýzy nebol zistený štatistický signifikantný výsledok.

Diskusia

Pre väčšie prepojenie výsledku s praxou prebehlo testovanie 15 očných optik v Prahe. V optikách bolo pomocou luxmetru zaznamenané osvetlenie, a to bolo následne porovnané s odporúčanou hranicou osvetlenia podľa ISO EN 1246 (2002). [2]

Namerané hodnoty osvetlenia môžeme vidieť na grafe 3.



Graf 3: Namerané hodnoty osvetlenia pre 15 optik

Po uvážení individuality každého pacienta pokladám, za dôležité poznať zmeny zrakového systému, ktoré nastanú po zmene adaptačného jasů optotypu. V štatistickom súbore boli dva prípady u ktorých zmenou svetelných podmienok dochádzalo k výraznejšej zmene zrakových funkcií. Muž, 22 rokov, po operácií keratokonu – dioptrická zmena predstavovalo - 0,5 dpt. U muža s počínajúcou kataraktou zhoršené svetelné podmienky vyvolali výrazné zhoršenie v rozpoznávaní kontrastu. Výsledok Pelli-Robson testu za mezopických podmienok sa líšil o 72 %. Z výskumu je patrné, že zmenou svetelných podmienok môžeme ovplyniť nielen vnímanie kontrastu ale i samotný výsledok subjektívnej refrakcie. Priemerná zmena vnímania kontrastu navodená zmenou svetelných podmienok testovajúcich subjektov predstavovala 21 %. Tento výsledok je porovnateľný s výsledkami predchádzajúcich výsledkov, kde priemerná zmena Pelli - Robson testu predstavovala zhoršenie o 2 až 3 skupiny písmen po zmene svetelných podmienok na mezopické. [17] Nakoľko som mala možnosť pracovať i s osminkami dioptrie, z výskumu môžeme sledovať i citlivosť pacientov na takto nízku hodnotu korekcie.

Zmena korekcie síce nepodporila vylepšenie zrakovej ostrost', avšak navodila u vyšetovaných pohodlnešie prečítanie najmešieh rozpoznávaného riadku.

Nakoľko neexistujú žiadne rozsiahle kontroly, ktoré by kontrolovali stav refrakčných miestnosti očných optík, považujem za dôležité, aby optometrista pracujúci v refrakčnej miestnosti, ktorá svojimi svetelnými podmienkami nevyhovuje štandardným podmienkam, počítal s možnými skresleniami subjektívnej refrakcie a dbal tak na pohodlie klienta.

ZOZNAM LITERATÚRY

- 1 EN ISO 8596:2018. Ophthalmic optics – Visual acuity testing - Standard and clinical optotypes and their presentation. 1. Ireland: CEN, 2018
- 2 EN 12464-1. Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places. 1. Brussels: CEN, 2002.
- 3 LIN, Rachelle J., Jason S. NG a Andrew L. NGUYEN. Determinants and Standardization of Mesopic Visual Acuity. *Optometry and Vision Science* [online]. 2015, **92**(5), 559-565 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000584. ISSN 1040-5488. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00006324-201505000-00008>
- 4 BENJAMIN, William J. a Irvin M. BORISH. Borish's clinical refraction. 2nd ed. St. Louis Mo.: Butterworth Heinemann/Elsevier, c2006. ISBN isbn9780750675246
- 5 Yang, Yabo, Keith J Thompson and Stephen A. Burns. "Pupil location under mesopic, photopic, and pharmacologically dilated conditions." *Investigative ophthalmology & visual science*, vol. 43, no. 7, (2002): 2508-12
- 6 Bühren J, Terzi E, Bach M, Wesemann W, Kohnen T (2006) Measuring contrast sensitivity under different lighting conditions: comparison of three tests. *Optom Vis Sci* 83(5):290–298
- 7 COX, Michael J., Joanne H. NORMAN a Peter NORMAN. The effect of surround luminance on measurements of contrast sensitivity. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 1999, vol. 19, no. 5, s. 401-414. ISSN 0275-5408.

- 8 BARBUR, J.L. a A. STOCKMAN. Photopic, Mesopic and Scotopic Vision and Changes in Visual Performance. *Encyclopedia of the Eye* [online]. Elsevier, 2010, 2010, s. 323-331 [cit. 2019-01-03]. DOI: 10.1016/B978-0-12-374203-2.00233-5. ISBN 9780123742032.
Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123742032002335>
- 9 PARAMEI, Galina V., David L. BIMLER a C. Richard CAVONIUS. Effect of luminance on color perception of protanopes. *Vision Research*. 1998, vol. 38, no. 21, s. 3397-3401. ISSN 0042-6989
- 10 HARDY, L. H., G. RAND a M. C. RITTLER. The effect of quality of illumination on the results of the Ishihara test. *Journal of the Optical Society of America*. 1946, vol. 36, no. 2, s. 86. ISSN 0030-3941.
- 11 REYNAUD, Alexandre, Jiawei ZHOU a Robert F. HESS. Stereopsis and mean luminance. *Journal of Vision*. 2013, vol. 13, no. 11, s. 1-1. ISSN 1534-7362.
- 12 MAJUMDER, Chiranjib a Lavanya SINATHAMBY. Effect of Illumination over Positive Fusional Vergence when Using VDU as Target. *Journal of Clinical & Experimental Ophthalmology* [online]. 2017, **08**(03) [cit. 2019-04-26]. DOI: 10.4172/2155-9570.1000656. ISSN 21559570. Dostupné z: <https://www.omicsonline.org/open-access/effect-of-illumination-over-positive-fusional-vergence-when-using-vdu-astarget-2155-9570-1000656.php?aid=91499>
- 13 LOVIE-KITCHIN, J. E. High contrast and low contrast visual acuity in age related macular degeneration. *Clinical and Experimental Optometry* [online]. 1989, vol. 72, no.3, s. 79-83. ISSN 08164622.
- 14 BROWN, BRIAN a JAN E. LOVIE-KITCHIN. High and Low Contrast Acuity and Clinical Contrast Sensitivity Tested in a Normal Population. *Optometry and Vision Science* [online]. 1989, **66**(7), 467-473 [cit. 2019-01-01]. DOI: 10.1097/00006324-198907000-00010. ISSN 1040-5488.
15 *Paskal 3D* [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://paskal3d.com/en/home/>
- 16 PETROVÁ, S.: *Základy aplikace kontaktních čoček*, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 2004.
- 17 VIZMANOS, J. G. et al. (2004): Influence of surround illumination on pupil size and contrast sensitivity. *Ophthalmic and Physiological Optics*. vol. 24, no. 5, s. 464-468. ISSN 0275-5408.

Bc. Jeannette Orsághová, prof. Ing. Jiří Novák PhD.

The effect of lighting conditions on examination of visual functions

Optics and Optometry, Department of Natural Sciences, Faculty of Biomedical Engineering,
Czech Technical University in Prague

Annotation

This contribution shows the effect of lighting conditions on examination of visual functions. In the first part there are presented ISO standards of lighting conditions for examination rooms. Continue with physiological changes of visual system which happen after change of illumination and it also points to the results of existing studies which summarized visual changes due to changing illumination. The experimental study shows changes in correction and an ability to recognize different levels of chart contrast for varying light conditions.

Key words

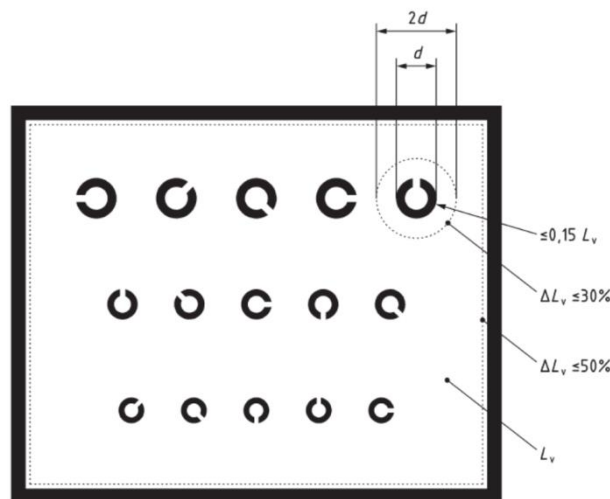
Mesopic vision, lighting conditions, visual acuity, contrast sensitivity, Pelli-Robson chart.

Previous studies suggest that lighting conditions represent one of the factors that can affect visual acuity, contrast sensitivity, stereoscopic and colour vision. The visual task affected by with the degree of visual fatigue can be considered to be the result of improperly selected lighting conditions. Although lighting conditions at the level of mesopic vision show degradation of visual quality, the studies do not indicate statistically significant changes of subjective refraction. In optometrist practice we can consider ISO standards and recommendations of lighting conditions for examination rooms in terms of photometric quantities' characteristics.

ISO Standards

ISO standards produced by International organization of ISO standards characterized documentation of lighting conditions for optometry practice. Standards recommend conditions in terms of photometric quantities' characteristics. The presentation of standard optotype and work with visual displays based on panels is characterized by ISO standard as well. Conditions for standard optotype are presented by the newest version of ISO standard which was declared in 2018. The Landolt ring optotype is declared like standard optotype. Others optotypes are called clinical. Standard 8596-2018 determines exact requirements for lighting condition of standard optotype. The background of standard optotype shall be

80-320 cd/m². If the examination is acting in dark room the luminance of presented standard optotype shall be not more than 15% of the surrounding field. Presented optotype in suitable place should be lighter than light sources and all reflected areas in visual field of observer. There should be no direct or indirect source of glare in visual field too. [1]



Picture 5: Standard optotype

In the picture 1 we can see standard optotype and description of requirements for light conditions of background. The quantities presented in the picture means: d-average of Landolt ring, L_v is luminance of surround of the optotypes and ΔL_v variability of luminance in the denoted area. Luminance of near area of the optotypes (not more than $2d$) should not vary more than $\pm 30\%$ of average surrounding luminance. The entire area of optotype background luminance should not vary more than $\pm 50\%$. ISO EN 1246 (2002) recommend conditions of lighting for examination rooms. Recommendations respect visual comfort and safety. Visual work which is performing in not ideal condition for longer time intervals was considered as

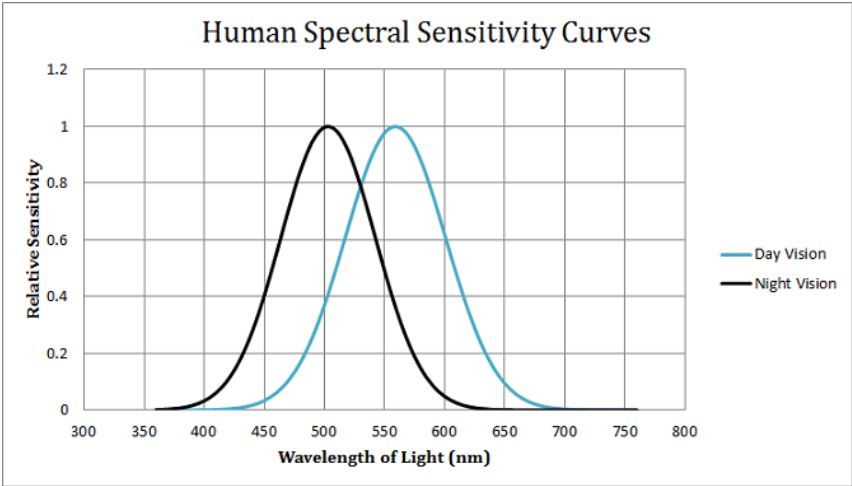
well. ISO standard represents maintained illuminance, unified glare rating limit UGR_L and colour rendering index R_a . Recommended values are presented in the schedule1. [2]

Schedule 2: Recommended values

Type of interior, task activity	E_m [lx]	UGR_L	R_a
General lighting	300	19	80
Examination of the outer eye	1000	-	90
Reading and colour vision tests with vision charts	500	16	90

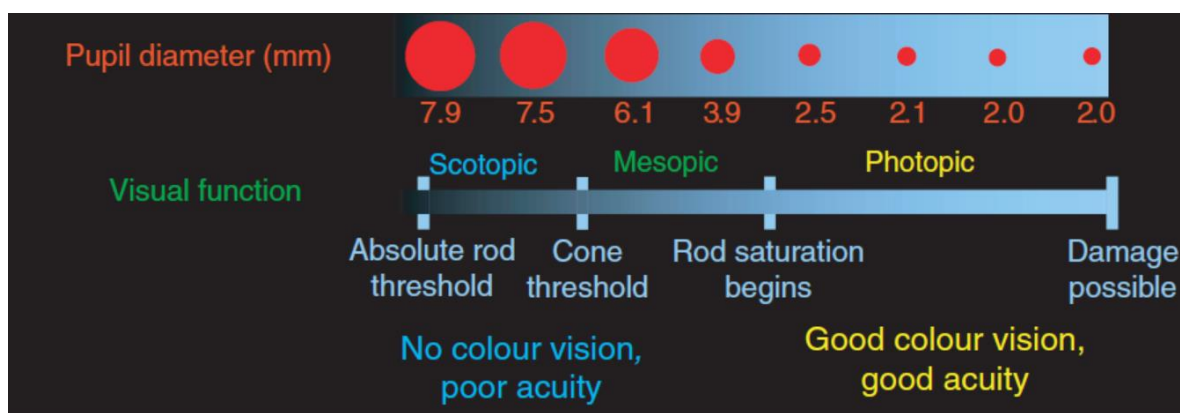
Physiological changes in the visual system after a change of luminance

The spectral sensitivity of the eye is individual for each observer and indicates the sensitivity of the human eye to the individual wavelengths of the visible light region. The peak of the curve under scotopic conditions is shifted to lower wavelength levels, the rods have the major detection role. The curves are presented in the picture 2.



Picture 6: Spectral sensitivity of the human eye

Changing the correction at a reduced light level can cause various factors. The deterioration of visual acuity under mesopic conditions is affected by - night myopia, spherical aberration, pupil size, nerve aspects, accommodation error, chromatic error, diffraction. [3] The night myopia is primarily caused by the tonic component of the accommodation which reduction is age-dependent addition. The tonic component of accommodation is not conditional on the vision field. It is a physiologically induced state, caused by so-called. tension of the ciliary muscle. Under mesopic conditions, size of the pupil spreads to 6.37 ± 0.89 mm (4.06 ± 0.7 mm under photopic conditions). Upon transition from mesopic to photopic conditions, the study records the pupil's center shift by nasal (0.13 ± 0.07 mm). [4, 5]



Picture 7: Changes of the pupil size

Changes in visual functions

By testing the contrast sensitivity, we achieve different results depending on the age group tested and also depending on the type of test used. Compared to Franfurkt-Freiburg, a contrast sensitivity test and a functional contrast sensitivity test (a test performed on five spatial frequencies), the best repeated results is achieved by using a Peli-Robson chart under photopic conditions. This has been observed in subjects 21-69 years of age. For individuals with cataract, the best repeated contrast sensitivity test was observed the using charts with letters. [6]

The contrast sensitivity increases with the use of letter tests for high photopic light conditions ($900 \text{ cd} / \text{m}^2$). This fact was observed only at a distance of 4m at a basic frequency of letters 3,49 lines / degree and under conditions that the pupil is not controlled. During contrast sensitivity testing using sine wave. However, the high level of observer adaptation brightness will cause a decrease in contrast sensitivity. Optimal contrast sensitivity values are achieved at $9 \text{ cd} / \text{m}^2$. [7]

The pupil of the human eye has more resilient responses to color stimuli than to luminous ones. The green target perceived under scotopic conditions is achromatic, but under mesopic conditions it receives pure green tinge. The color affects the visibility of the subject depending on the adaptation light conditions. This phenomenon can be observed in trichromatic individuals but also in individuals with color vision impairment. Protanops show increased sensitivity to brightness changes. At 200 cd / m^2 , protonopies perceived only yellow and white. Under mesopic conditions (0.2 cd / m^2) they can detect other colors as well. [8, 9]

People with impaired detection of green and red colour (especially deuteranops) achieve better results when testing of the color vision is performing with Ishihara charts using tungsten fluorescent lamps. Testing with Ishihara charts and using tungsten illumination reduced the number of deuteranops that were detected like subjects with color vision defects in normal daylight. [10]

The level of adaptation luminance can also affect binocular vision. The change in stereopsis is particularly noticeable in reducing the luminance of stimuli of one eye. Convergence rates increase positively when light conditions are reduced. Significant correlation between convergence and light conditions is caused by pupil change. Increasing the pupil size while reducing light conditions cause a reduced of depth of field of the observed object. Reducing the depth of field causes that the human eye accommodates and converges to create a sharp image on the retina. A positive increase in convergence under reduced light conditions can result in asthenopic problems and a sense of visual fatigue. [11, 12]

The visual acuity testing can be considered like the most commonly used method for detection of visual function. Visual acuity is an important factor that affects vision comfort for all distances. The visual task performed in the normal life of the observer is not always performed under ideal light conditions. Many studies show that by changing adaptation light conditions visual acuity is changed. The change in visual acuity may also be conditioned by a change in the brightness of the optotype or the type of selected optotype.

Patients with age-related macular degeneration also interferes with contrast differentiation. By testing visual acuity in patients with macular degeneration using a high contrast Bailey-Lovie optotype, the results show results in the logMAR range of 1.18-0.0; using a low contrast optotype show results 1.44-0.22. Based on the result obtained, a prediction was

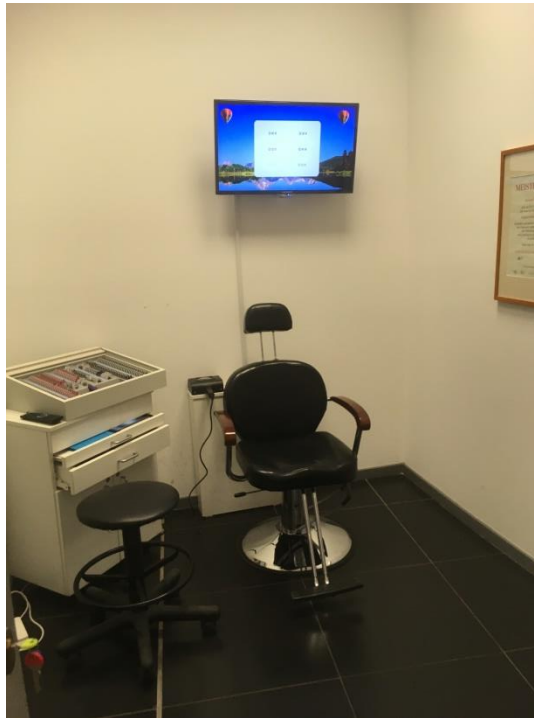
made that Bailey-Lovie with high contrast can be considered useful in testing subjects with macular degeneration. [13]

When testing the visual acuity of the Bailey-Loves table, there was a difference in visual acuity between the two levels of contrast of the chart with an average of 2.5 rows. This difference was determined by studies where 86 subjects with spherical refractive errors were tested in the range of 4 dpt-7.25 dpt with cylinders up to -3 dpt. [14]

Experimental part

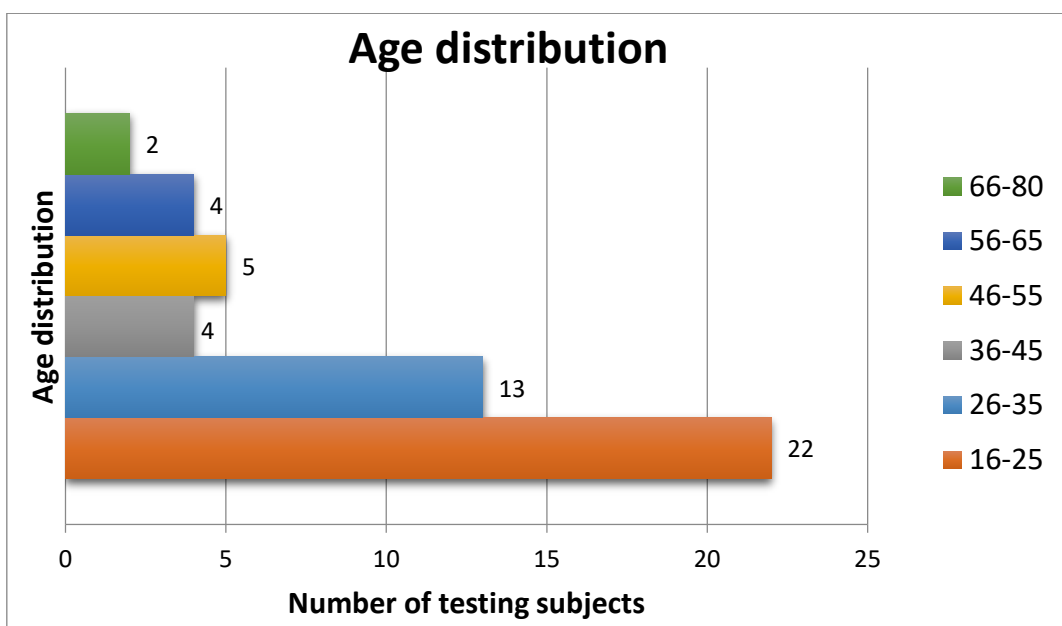
In the experimental part, I would like to point out the change in visual acuity at different levels of the optotype contrast and changes in correction for varying light conditions. The measurement was carried out using a refractive unit - Pascal 3D (picture 4). [15] For subsequent processing of the results, correction was converted to a spherical equivalent.[16] The LogMar scale was used to determine visual acuity. Obtained values of visual acuity were interpolated. Examination of visual acuity at different levels of contrast was performed using the Pelli-Robson chart. Determination of the Pelli-Robson chart was conducted with subjective correction under photopic conditions. After determination of the correction, visual acuity and Peli-Robson test under photopic conditions, the illumination conditions in the refractive room and optotype were adjusted to mesopic. The adaptation time after changing the light conditions was 5 minutes. Then I controlled visual acuity and results of Pelli-Robson chart with same corrections which was used under photopic light conditions. The examination room was without external lighting. The photopic and mesopic conditions in the examination room corresponded to values 360 lx; 1.2 lx.

The investigated subjects observed the optotype on a television screen that was imaged using a mirror imaging technique. The screen brightness corresponds to 240 cd / m² under photopic conditions and 75 cd / m² under mesopic conditions.



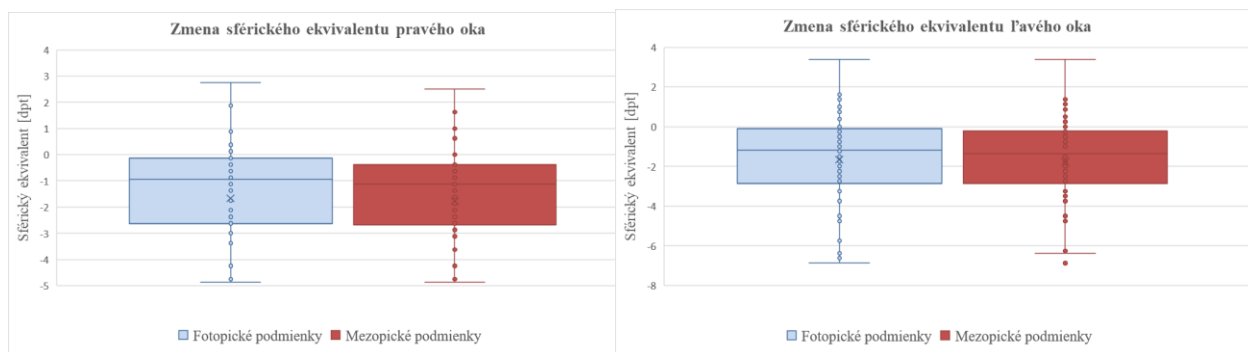
Picture 8: Examination room

50 randomly selected clients, 27 women and 23 men were used for testing. The age distribution of clients was from 16 to 76 years. The selection of the statistical set was not limited by any other conditions, as I wanted to include as much age spectrum as possible with different anamnesis. Age distribution represents graph 1.

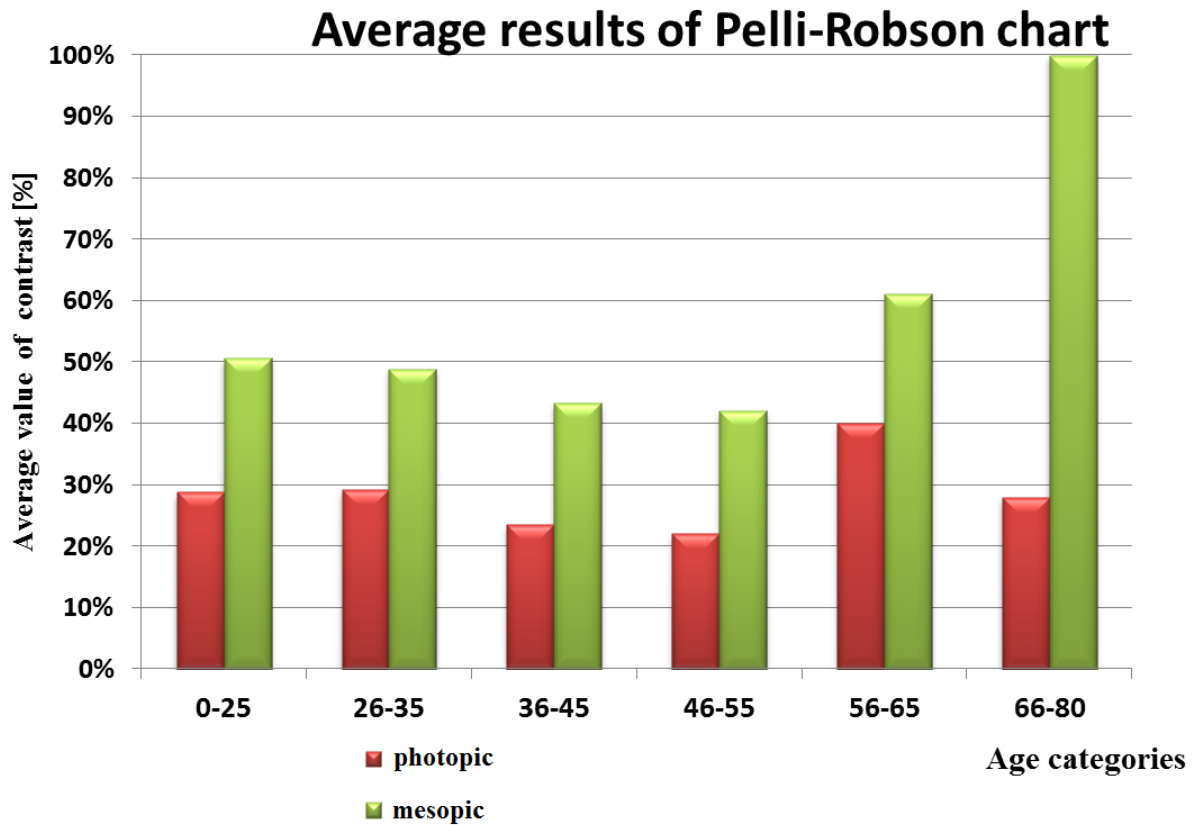


Graph 1: Age distribution

The results were processed using SPSS software - Statistical Package for the Social Sciences. The tool used was "covariance analysis for pre-post test data". Data was tested for a 5% significance level. The evaluation was done by comparing the significance level with p – value. If the p value met $p < 0.05$, the variable was considered statistically significant. The results are presented in the following graphs. After evaluation of the measured data, it was found that after changing the light conditions to mesopic, there was a statistically significant change in the spherical equivalent. The charts show a change in the correction, regardless of the age distribution of the statistical file. The change always occurred binocularly, so we can observe a slight decrease in the mean value of the spherical equivalent of both the right eye and the left eye on the graphs. The mean change in binocular correction was -0.11 ± 0.13 dpt. The change occurred in the expected direction. We observe mild myopization after changing light conditions to mesopic.



After changing the light conditions results of Pelli-Robson chart getting worse as well. Using the Pelli-Robson chart we have obtained results of recognition letters for different levels of optotype contrast. The results of Pelli-Robson chart represent graph 2. In the case of the Pelli-Robson test, we can not only observe a deterioration in contrast recognition, but also an increasing tendency depending on age. This change was evaluated using a B coefficient of 0.007 and thus we can conclude that the Pelli-Robson test result for the given statistical set deteriorated by 7% for every 10 years. The average deterioration in perceived contrast was 21%.

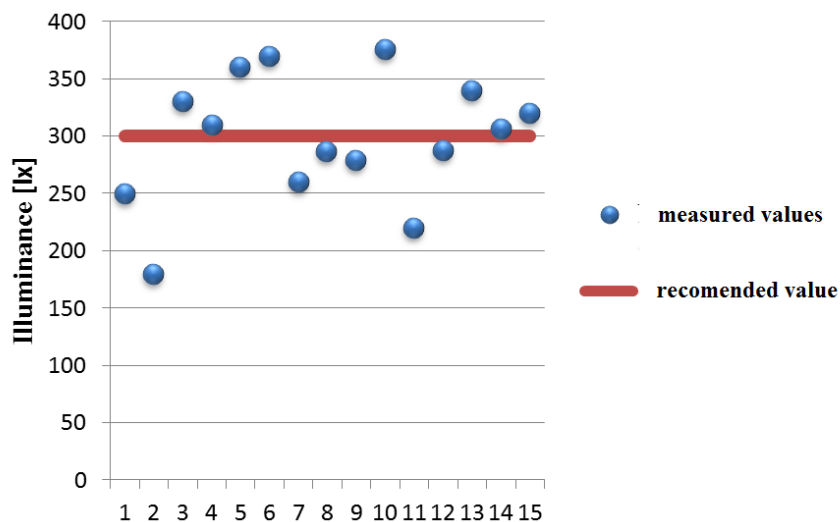


Graph 2: Results of Pelli Robson chart

Changes in visual acuity were also observed in the test, however, no statistically significant result was found after statistical analysis.

Discussion

15 eye optics in Prague were tested for greater interconnection of results with practice. Illumination was recorded in the optics by measurement with the luxmeter and this was subsequently compared to the recommended illumination limit according to ISO EN 1246 (2002). We can see that measured values correlate around recommended value- graph 3.



Graph 3: Measurement of illumination in 15 optics

Considering the individuality of each patient, I think it is important to know the changes in the visual system that occur after the change in adaptive light conditions. In the statistical source, there were two cases where the change in light conditions resulted in a more pronounced change in visual functions. Man, 22 years old, after keratoconus surgery - dioptric change was -0.5 dpt. Man with cataract, impaired light conditions caused a significant deterioration in contrast recognition. The result of the Pelli-Robson test under mesopic conditions varied by 72%. It is clear from the research that by changing the light conditions we can influence not only the perception of contrast but also the result of subjective refraction. The average change in contrast perception induced by the change in light conditions of the test subjects was 21%. This is comparable with previous studies which measured l'-3 group of letters average change of result for Pelli-Robson chart. [17] I was able to work with eighth of dioptery so we can also monitor the sensitivity of patients to such a low value of correction. Although the change of the correction did not support the improvement of visual acuity, the change of correction induced more comfortable reading of the lowest recognized line.

There are no extensive checks to check illumination in refractive rooms, I consider it is important that an optometrist working in a refractive room, which does not comply with the standard conditions should consider possible distortions of subjective refraction, so as to ensure the client's comfort.

LIST OF USED LITERATURE

- 1 EN ISO 8596:2018. Ophthalmic optics – Visual acuity testing - Standard and clinical optotypes and their presentation. 1. Ireland: CEN, 2018
- 2 EN 12464-1. Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places. 1. Brussels: CEN, 2002.
- 3 LIN, Rachelle J., Jason S. NG a Andrew L. NGUYEN. Determinants and Standardization of Mesopic Visual Acuity. *Optometry and Vision Science* [online]. 2015, **92**(5), 559-565 [cit. 2019-01-02]. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000584. ISSN 1040-5488. Dostupné z:
<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00006324-201505000-00008>
- 4 BENJAMIN, William J. a Irvin M. BORISH. Borish's clinical refraction. 2nd ed. St. Louis Mo.: Butterworth Heinemann/Elsevier, c2006. ISBN isbn9780750675246
- 5 Yang, Yabo, Keith J Thompson and Stephen A. Burns. “Pupil location under mesopic, photopic, and pharmacologically dilated conditions.” *Investigative ophthalmology & visual science*, vol. 43, no. 7, (2002): 2508-12
- 6 Bühren J, Terzi E, Bach M, Wesemann W, Kohlen T (2006) Measuring contrast sensitivity under different lighting conditions: comparison of three tests. *Optom Vis Sci* 83(5):290–298
- 7 COX, Michael J., Joanne H. NORMAN a Peter NORMAN. The effect of surround luminance on measurements of contrast sensitivity. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 1999, vol. 19, no. 5, s. 401-414. ISSN 0275-5408.
- 8 BARBUR, J.L. a A. STOCKMAN. Photopic, Mesopic and Scotopic Vision and Changes in Visual Performance. *Encyclopedia of the Eye* [online]. Elsevier, 2010, 2010, s. 323-331 [cit. 2019-01-03]. DOI: 10.1016/B978-0-12-374203-2.00233-5. ISBN 9780123742032.
Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123742032002335>
- 9 PARAMEI, Galina V., David L. BIMLER a C. Richard CAVONIUS. Effect of luminance on color perception of protanopes. *Vision Research*. 1998, vol. 38, no. 21, s. 3397-3401. ISSN 0042-6989

- 10 HARDY, L. H., G. RAND a M. C. RITTLER. The effect of quality of illumination on the results of the Ishihara test. *Journal of the Optical Society of America*. 1946, vol. 36, no. 2, s. 86. ISSN 0030-3941.
- 11 REYNAUD, Alexandre, Jiawei ZHOU a Robert F. HESS. Stereopsis and mean luminance. *Journal of Vision*. 2013, vol. 13, no. 11, s. 1-1. ISSN 1534-7362.
- 12 MAJUMDER, Chiranjib a Lavanya SINATHAMBY. Effect of Illumination over Positive Fusional Vergence when Using VDU as Target. *Journal of Clinical & Experimental Ophthalmology* [online]. 2017, **08**(03) [cit. 2019-04-26]. DOI: 10.4172/2155-9570.1000656. ISSN 21559570. Dostupné z: <https://www.omicsonline.org/open-access/effect-of-illumination-over-positive-fusional-vergence-when-using-vdu-astarget-2155-9570-1000656.php?aid=91499>
- 13 LOVIE-KITCHIN, J. E. High contrast and low contrast visual acuity in age related macular degeneration. *Clinical and Experimental Optometry* [online]. 1989, vol. 72, no.3, s. 79-83. ISSN 08164622.
- 14 BROWN, BRIAN a JAN E. LOVIE-KITCHIN. High and Low Contrast Acuity and Clinical Contrast Sensitivity Tested in a Normal Population. *Optometry and Vision Science* [online]. 1989, **66**(7), 467-473 [cit. 2019-01-01]. DOI: 10.1097/00006324-198907000-00010. ISSN 1040-5488.
- 15 *Paskal 3 D* [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://paskal3d.com/en/home/>
- 16 PETROVÁ, S.: Základy aplikace kontaktních čoček, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 2004.
- 17 VIZMANOS, J. G. et al. (2004): Influence of surround illumination on pupil size and contrast sensitivity. *Ophthalmic and Physiological Optics*. vol. 24, no. 5, s. 464-468. ISSN 0275-5408.

Bc. Tomáš Dobřenský

Aplikace multifokálních kontaktních čoček

CooperVision Limited, Česká Republika

Anotace: Aplikace multifokálních kontaktních čoček je obecně považována za výrazně obtížnější, než je tomu u čoček jednoohniskových. Ale při správném pochopení technických aspektů a jejich důsledném dodržování se úspěšnost prvních aplikací blíží běžným výsledkům s ostatními typy čoček. A pokud připočteme také vliv stavu očí u klientů v presbyopickém věku, jsou mnohdy až překvapivě vysoké. V textu se věnuji některým technickým aspektům aplikace multifokálních kontaktních čoček, řešení nejčastějších obtíží a nepřesností v dosaženém výsledném vidění a to i ve vztahu k použití rozdílných dioptrických designů kontaktních čoček.

Měkké multifokální kontaktní čočky využívají pro dosažení multifokálního účinku efektu obecně označovaného jako sférická aberace, přesněji otvorová vada polohy. Díky ní je dosaženo zvýšení hloubky ostrosti oka a i za podmínek jeho menší akomodační schopnosti je umožněno ostré vidění do dálky i na blízko. Zjednodušeně pak hovoříme o “asférickém multifokálním designu”, případně o rozdílném dioptrickém účinku kontaktní čočky v centru a periferii optické zóny.

Sférická aberace optické zóny skutečně způsobuje, že paprsky se v různé vzdálenosti od optické osy a centra čočky lámou různě. Pokud jejich lom je větší v periferii a menší v centru čočky, jedná se o tzv. pozitivní sférickou aberaci. Takový typ kontaktních čoček označujeme jako čočky s centrální zónou do dálky, někdy také jako tzv. D typ (z anglického distance= dálka). Hodnoty s adicí, tedy pro vidění do blízka pak leží v periferii čočky typu D.

Pokud tomu je naopak, tedy lomivost paprsků je v centru optické zóny vyšší než v její periferii, označujeme sférickou aberaci jako negativní. O čočce pak hovoříme jako o typu s centrem do blízka, neboli N typ (z anglického near= blízko). A samozřejmě pak platí, že multifokální kontaktní čočka typu N má hodnoty bez adice, tedy pro vidění do dálky, ve své periferii.

Celkový dioptrický účinek a také výsledný efekt u konkrétního klienta záleží na celkovém poměru vzájemně vztahných dioptrických hodnot v systému kontaktní čočka + oko. Do výsledku výrazně zasahují:

- vlastní aberační profil oka: většina presbyopických očí vykazuje pozitivní sférickou aberaci. Při použití čočky typu D (centrum dálka) se tak v těchto případech podpoří přirozená asféricita a s ní spojená hloubka ostrosti. Pokud ale oko klienta vykazuje vlastní negativní sférickou aberaci, projeví se podobný posilující efekt při použití čočky typu N (centrum blízko).

- centrace a pohyb čočky na oku: pro správnou funkci každého korekčního prvku včetně kontaktní čočky je zásadní přesná centrace – umístění optické zóny čočky před zornicí klienta. Při decentraci se navozují další vady optického systému (např. koma, prisma, astigmatismus šikmých paprsků), které výrazně zhoršují vidění. Citlivost na decentraci se zvyšuje s rostoucí sférickou aberací čočky, tj. s vyšší adicí a je vyšší u N typu čočky.

- velikost zornice a její dynamika s vyšším věkem se šířka zornice přirozeně zmenšuje a proto může docházet k menší schopnosti využívat multifokální design kontaktní čočky. Projevem je výpadek periferních dioptrických hodnot čočky, tedy pro D typ chybí čtení, a pro N typ dálka. Při kombinaci obou typů čoček na očích dochází k projevu blízkému použití čisté monovision techniky, tedy jedno vidí pouze na dálku a druhé pouze do blízka.

- dioptrický profil konkrétní čočky: rozložení, umístění a šířka zón s různými účinky, tvar křivky (průběh optické mohutnosti směrem od středu do periferie čočky) mají dopad na ostrost vidění, schopnost využívat jednotlivé dioptrické zóny a také na potřebný čas k adaptaci na multifokální kontaktní čočky.

Při aplikaci multifokálních kontaktních čoček je vždy nutné vycházet z aktuálně naměřené refrakce do dálky a to v přesných hodnotách (maximum plus nebo minimum minus) a adice stanovené podle požadované pracovní vzdálenosti. Pokud zjistíte astigmatismus v hodnotách vyšších jak 0,75 cylindru, vždy hledejte řešení v multifokální torické čočce. Dioptrické korekce vyšší jak čtyři dioptrie standardně přepočítejte na nulovou vrcholovou vzdálenost čočky. Určete si senzickou dominanci zamlžovacím testem, ideálně do dálky i do blízka. Je obvyklé, že jedno oko je častěji využíváno pro vidění do dálky a druhé do blízka. Tento fakt pak bývá v souladu právě se senzickou dominancí očí.

Při aplikaci multifokálních kontaktních čoček se v rámci zobrazení projevují současně ostré obrazy z optických zón pro danou vzdálenost a neostré obrazy zprostředkované ostatními dioptrickými oblastmi čočky. Například pro zobrazení D čočkou při pohledu do dálky platí, že ostrý obraz odpovídající centrální optické zóně je současně doprovázen neostrým obrazem vznikajícím v periférii, kde jsou dioptrické hodnoty více „plusové“. Výsledkem tak je obraz, který je sice čitelný, ale doprovází jej rušivé stíny – duchy a menší kontrast.

Potlačení vnímání neostrého obrazu je věc adaptace na multifokální kontaktní čočky, stojí mimo optiku a je za ni odpovědná mozková činnost zrakových center. Obecně můžeme adaptaci zlepšit použitím co nejnižších hodnot adice při zachování požadované funkce. Nižší adice znamená menší rozdíl v ostrosti obrazu mezi oblastmi do dálky a do blízka.

Ostrost vidění s multifokálními čočkami finálně hodnotíme až po uplynutí adaptační doby, tedy obvykle při následné kontrole po týdnu používání. Pokud hledáme možnosti zlepšení hodnoty korekce, používáme volné zkušební čočky bez nasazené brýlové obruhy nebo testovací flippy. Při hodnocení si také všímáme šířky zornice s ohledem na zapojení optických zón na dálku a blízko.

Pro spokojenost klienta je vždy důležitá maximální možná míra ostrosti vidění na dálku, proto není možné podkorigování dominantního oka v zóně do dálky. Další rozostření obrazu na dálku je způsobené vlivem zóny do blízka a platí, že čím je vyšší hodnota adice, tím je vyšší rozdíl v ostrosti obrazu obou optických zón. Možné řešení je snížením hodnoty adice na oku určeném k dívání se do dálky – obvykle dominantní oko. Důležitá je následně zpětná kontrola zrakové ostrosti do blízka. Pro multifokální kontaktní čočky platí, že použitá adice na obou očích nemusí být stejná, proto si můžeme dovolit upravit pouze jedno oko.

Při neostrém vidění klienta do blízka se častěji využívá posun nominální (základní) hodnoty kontaktní čočky směrem do vyšší plus na oku určeném pro vidění na blízko – obvykle nedominantní oko. Využíváme tak mírný stupeň monovision techniky – tedy jedno oko je více korigováno pro vidění do dálky a druhé pro vidění do blízka. Pokud přídavek je v hodnotě +0,25 nebo +0,5 D, bývá velmi dobře klientem tolerovaný bez viditelného dopadu na binokulární ostrost vidění do dálky.

Pokud ani tak nedosáhneme uspokojivé ostrosti vidění do blízka, můžeme ještě přistoupit k navýšení hodnoty adice čočky opět na oku pro vidění do blízka. Stále ale musíme mít na paměti,

že každé navýšení hodnoty adice přináší větší rozdíl ostroty v jednotlivých optických zónách, o kterém jsme již mluvili dříve. Proto vždy zpětně musíme provést binokulární kontrolu zrakové ostroty do dálky.

V případě, že máme možnost kombinovat různé designy multifokálních čoček na očích, tedy použít jak typ D, tak N, máme možnost dalšího zpřesnění celkového nastavení korekce podle individuálních potřeb klienta.

Vždy zde platí, že použití stejného designu na obou očích je binokulárně snášeno lépe a adaptace na korekci je rychlejší. Proto pokud je možné použít dvě čočky typu D, nebo dvě čočky typu N – dáváme takovému řešení přednost před kombinací D a N čočky. Důvodem je jednota v binokulárním nastavení čoček. U kombinace čoček D a N totiž dochází k párování optické zóny z centra jedné čočky s periferní optikou čočky druhé. To je pro uživatele vždy náročnější. Přesto při požadavku na vysokou ostrot vidění na obě hlavní vzdálenosti při vyšší hodnotě adice bývá toto řešení tím nejlepším možným.

Snad vám těchto několik poznámek k aplikaci multifokálních kontaktních čoček pomůže k pochopení jejich chování a výsledného vidění nositelů. Důležité je si je uvědomvat už při výběru vhodné kontaktní čočky. Je proto vhodné se předem podívat i na aplikační postup doporučený výrobcem pro konkrétní typ kontaktních čoček. Ušetříte si tak poměrně hodně času, který byste museli věnovat opakovaným pokusům při aplikaci.

Bc. Tomáš Dobřenský

Fitting of multifocal contact lenses

CooperVision Limited, Czech Republic

Abstract: Fitting process of multifocal contact lenses is generally considered as significantly more difficult than single vision lenses. But with a proper understanding of the technical aspects and their consistent adherence, the success of the first fits is close to common results with other types of lenses. And if we add the effect of eye condition of presbyopic patients, they are surprisingly high. The text deals with some technical aspects of the fitting of multifocal contact lenses, solving the most common problems and inaccuracies in the resulting vision, also in relation to the use of different power designs of contact lenses.

Soft multifocal contact lenses utilize an orifice position defect to achieve the multifocal effect commonly referred to as spherical aberration. Thanks to this, the depth of vision of the eye is increased and even under the conditions of its smaller accommodation ability, sharp vision in the distance and near is possible. Simply speaking, we are talking about “aspherical multifocal design”, or about the different dioptric effect of the contact lens in the center and periphery of the optical zone.

Indeed, the spherical aberration of the optical zone causes the beams to refract differently based the distance from the optical axis and the center of the lens. If their refraction is bigger in the periphery and smaller in the center of the lens, it is a so-called positive spherical aberration. This type of contact lens is referred to as a lens with a central zone into the distance, sometimes also referred to as the D type (from distance). The values with addition, ie for near vision, then lie in the periphery of the D-type lens.

Conversely, if the refraction of the beams is higher in the center of the optical zone than in its periphery, we refer to the spherical aberration as negative. The lens is then referred to as the near-center type, or N type (from near). And, of course, the multifocal N contact lens has values without addition, that is, for distant vision, in its periphery.

The overall dioptric effect, as well as the resultant effect for a particular client, depends on the overall ratio of the relative dioptric values in the contact lens and eye optical system. The result is significantly influenced by:

- intrinsic aberration profile of the eye: most presbyopic eyes exhibit positive spherical aberration. In this case, the use of a type D (center for distance) lens will promote natural asphericity and the associated depth of field. However, if the client's eye exhibits its own negative spherical aberration, a similar enhancing effect occurs when using N-type lenses (center for near).

- centering and movement of the lens on the eye: Precise centering - placing the optical zone of the lens in front of the client's pupil is essential for the correct functioning of each correction element, including the contact lens. Decentration induces other defects of the optical system (eg coma, prism, astigmatism of oblique rays), which significantly impair vision. The sensitivity to decentration increases with increasing spherical aberration of the lens, i.e. with higher addition and is higher for the N type of lens.

- pupil size and dynamics: with older age naturally diminishes pupil width and hence there may be less ability to use the multifocal contact lens design. Loss of peripheral dioptric values of the lens is manifested – for D type is missing reading and for N type missing the distance vision. When combining both types of lenses on the eyes, the manifestation is close to the use of pure monovision technic, ie one eye sees only to distance and second eye only to near.

- dioptric profile of specific lenses: distribution, location and width of zones with different powers, shape of the curve (course of optical power from the center to the periphery of the lens) have an impact on visual acuity, ability to use individual diopter zones and time needs for adaptation on lenses.

For fitting of multifocal contact lenses, it is always necessary to start from the actual measured refraction at a distance in exact values (maximum plus or minus minus) and additions determined according to the required working distance. If you find astigmatism above 0.75 cylinder, always look for a solution in a multifocal toric lens. Re-calculate corrections higher than 4 dpt on zero vertex distance of the lens. Determine your sensory dominance by the fogging test, ideally for distance and near. It is common for that one eye to be used more often for

distance vision and the other for near vision. This fact is in accordance with the sensory dominance of the eyes.

When multifocal contact lenses are fitted, sharp images come from the optical zones for a distance and blurred images mediated by other dioptric areas of the lens appear simultaneously. For example, when used a D lens when looking into the distance, a sharp image corresponding to the central optical zone is simultaneously accompanied by a fuzzy image occurring in the periphery where the dioptric values are more "plus". The result is an image that is legible but accompanied by disturbing shadows - ghosts and less contrast.

Suppressing the blurred image perception is a matter of adapting to multifocal contact lenses, standing outside the optics and responsible for it is the brain activity of the visual centers. In general, we can improve adaptation by using the lowest possible addition values while maintaining the desired function. Lower addition means less difference in image sharpness between distant and near areas.

The visual acuity with multifocal lenses is finally evaluated after the adaptation period, usually after a week of use. If we are looking for ways to improve the correction value, we use loose test lenses without wearing a spectacle frame or test flipper. In the evaluation we also note the pupil width which connect to regard of using optical zones at a distance and close.

The maximum possible level of sharpness of distance vision is always important for the client's satisfaction, therefore it is not possible to undercorrect the dominant eye in the distance zone. Further blurring of the image at a distance is due to the near-zone effect and the higher the addition value, the greater the difference in image sharpness of the two optical zones. A possible solution is to reduce the addition value of the eye to look into the distance - usually the dominant eye. Subsequent visual acuity control to near is also important. For multifocal contact lenses, the addition used on both eyes may not be the same, so we can afford to adjust only one eye.

When the client's near vision is blurred, a shift of the nominal (baseline) value of the contact lens towards a higher plus on the eye intended for near vision - usually a non-dominant eye - is more often used. Thus, we use a mild degree of monovision technic - that is, one eye is more corrected for distance vision and the other for near vision. If increase is +0.25 or +0.5 D, it is very well tolerated by the client without a visible impact on the binocular sharpness of distant vision.

If we still fail to achieve satisfactory visual acuity to near, we can further increase the value of the lens addition again on the eye for near vision. However, we still have to keep in mind that any increase in the addition value brings a greater difference in sharpness in the individual optical zones we have discussed earlier. Therefore, we always have to carry out a binocular visual acuity check into the distance.

In case we have the possibility to combine various designs of multifocal lenses on eyes, ie to use both types D and N, we have the possibility to further refine the overall adjustment of the correction according to the individual needs of the client.

It is always true that the use of the same design on both eyes is better tolerated binocularly and adaptation to correction is faster. Therefore, if two D-type lenses or two N-type lenses can be used, we prefer such a solution to a combination of D and N lenses. The reason is the unity in the binocular adjustment of the lenses. In fact, in the combination of D and N lenses, the optical zone is paired from the center of one lens with the peripheral optics of the other. This is always more demanding for users. However, if high visual acuity is required at both major distances at a higher addition value, this solution is the best possible one.

I hope that these few notes on the application of multifocal contact lenses will help you understand their behavior and the resulting vision of the wearer. It is important to be aware of them when choosing a suitable contact lens. It is therefore advisable to consult in advance the application procedure recommended by the manufacturer for a particular type of contact lens. This will save you a lot of time, which you would have to spend repeated attempts during fitting.

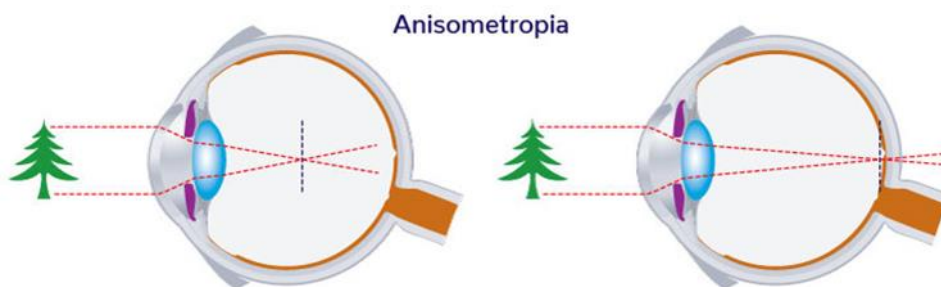
Anisometropia

University of Applied Sciences, Velika Gorica, Croatia

What is Anisometropia?

Anisometropia is a condition that occurs when your eyes have varying refractive powers, which can cause your eyes to focus unevenly. This condition typically occurs when one eye is a different size or shape than the other and results in asymmetrical curvatures, asymmetric farsightedness, or asymmetric nearsightedness.

Anisometropia is one of the most common causes of amblyopia, which is more commonly known as “lazy eye”.



We still aren't entirely sure what causes anisometropia, but having eyes that are significantly different sizes can be a contributing factor. Individuals with normal vision may have up to a 5% difference in refractive power in their two eyes, though individuals with a greater difference than 5% are more likely to develop anisometropia.

Anisometropia affects our binocular vision. Individuals with anisometropia typically see one larger image in one eye and one smaller image in the other. This causes their vision to blur. As a result, one eye may become weaker than the other, which may prompt the brain to favor the stronger eye. This can cause amblyopia if the anisometropia is not caught and treated early. Individuals with untreated anisometropia may experience:

- Poor depth perception

- Dizziness
- Headaches
- Nausea
- Visual discomfort

Though anisometropia can be present from birth, it is not typically diagnosed until childhood. Estimates suggest that around 6% of all children between the ages of 6 and 18 suffer from anisometropia.

Major Types

There are three types of anisometropia:

- Simple anisometropia
- Compound anisometropia
- Mixed anisometropia.

Simple Anisometropia

Simple anisometropia occurs when only one eye has a refractive error. The eye can be either hyperopic (farsighted) or myopic (nearsighted). This form of anisometropia can be treated using eyeglasses. Simple anisometropia causes one eye to see a blurry image while the other eye sees a clear image.

Compound Anisometropia

Compound anisometropia occurs when both eyes are either hyperopic (farsighted) or myopic (nearsighted). However, there is still a significant difference in the refractive errors of the two eyes, so they will need dramatically different prescriptions. This form of anisometropia causes both eyes to see blurry images, but one eye's vision will be significantly blurrier.

Mixed Anisometropia

Mixed anisometropia occurs when both eyes have refractive errors but one is myopic (nearsighted), and the other is hyperopic (farsighted).

Typical Manifestations & Symptoms

Potential Vision Manifestations

Anisometropia can affect our vision in a variety of ways. This can include:

- **Amblyopia:** Amblyopia, also called “lazy eye” occurs when the brain begins to favor the eye with stronger vision over the eye with weaker vision, reducing visual stimulation. This causes the brain to begin ignoring visual inputs from the weaker eye.
- **Strabismus:** Strabismus, also called “crossed eyes”, occurs when we are unable to keep our eyes aligned. This lack of coordination keeps us from being able to focus both eyes on the same point in space.
- **Diplopia:** Diplopia, also called “double vision”. Diplopia causes our eyes to send two, slightly offset images to our brain, causing double vision and confusion. Diplopia can cause eyestrain, headaches, nausea, sensitivity to light, tired eyes, and dizziness.

Symptoms

Untreated anisometropia can cause a variety of symptoms including:

- Poor depth perception
- Dizziness
- Headaches
- Nausea
- Visual discomfort

Treatment & Management Options

Treatment

Anisometropia needs to be treated as soon as it is diagnosed. If treatment is delayed the brain may decide to favor the eye that presents a clearer image over the other eye, leading to dependence on the stronger eye. If this occurs, the non-favored eye will become increasingly weaker.

Anisometropia can be treated using a variety of methods, which are determined based on the severity of the condition. Treatments can include corrective lenses, contact lenses, or laser eye surgery. For corrective lenses or contact lenses to be effective they will need to be different prescriptions so that each eye can have its visual needs met.

Individuals with large degrees anisometropia typically cannot rely on corrective lenses for treatment. Eyeglasses have a magnifying effect, which can significantly change the size of the image seen by each eye. As such individuals with large degrees of anisometropia may find that eyeglasses negatively affect their binocular vision.

Management

Depending on the severity of the anisometropia it may be managed without the use of corrective lenses, contact lenses, or eye surgery. Patching, where the dominant eye is covered to encourage the weaker eye to pick up the slack, is an effective treatment for amblyopia caused by anisometropia. Some studies have also shown that children with anisometropic amblyopia may benefit from the use of prisms instead of using patching.

However, individuals with large degrees of anisometropia will likely require contact lenses or laser eye surgery.



LITERATURE:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3010510/> <https://youreyesite.com> <https://visioneyeinstitute.com.au/eyematters/anisometropia/> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23613508>

Karlo Kučko, Sonja Drugović, Marcela Domnik

Binocular balance

University of Applied Sciences, Velika Gorica, Croatia

The final step in subjective refraction is called “Binoocular Balancing”, a process which is known as sometimes “Equalizing the accommodative effort” or “spherical equalization”.

Goals:

- allows both eyes have the retinal image simultaneously in focus
- an imbalanced correction often leads to asthenopia because of unstable accommodation
- binocular balancing tests is not to balance VA but to balance the state of accommodation of the two eyes

It can't be performed when:

- px suppresses one eye
- strabismus exists
- px has only one eye

We have several tests that we can use, and for some of this test we need polarization.

- Bi-chrome balance test
- Cowen test
- 2/3 rows test
- Test “Cross”
- Simple method

Bi chrome balance test / Cowen test

- we set up the test, check polarization and completeness of eye sight

- Bi chrome Balance test:

R.E. sees vertical part of the test

L.E. sees horizontal part of the test

- Cowen test:

R.E. sees upper part of the test

L.E. sees lower part of the test

We start with the eye with better visual acuity and we check it with the “darkness of the letter/number/ circle”

Client watches letter in the green field and comparing it with the letter in the red field

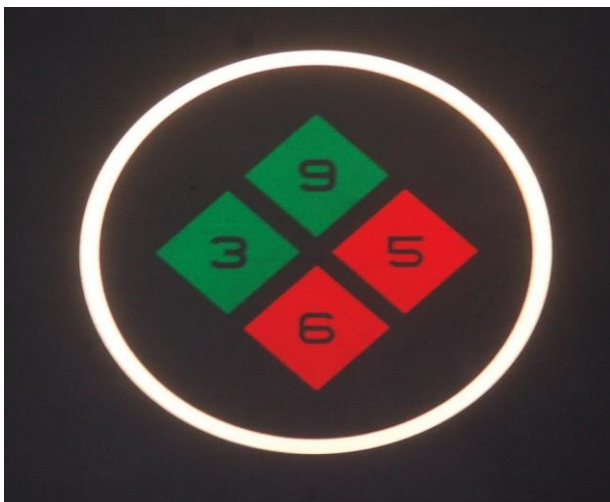
We ask, “In which field is the letter darker?”

- If the letter is darker in the green field, we add +0,25 D
- If the letter is darker in the red field, we add -0,25 D

When the letters are equally dark on the first eye we can start checking second eye.

After we checked the second eye we check first eye again to see if there is some changes.

We are balancing this way until we don't have any changes on both eyes. Then we have refractive balance



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/Rodavist_binokul%C3%A4r_r%C3%B6d-gr%C3%B6n_balanstest.JPG

2 / 3 rows test

We set up the test, check polarization and completeness of eye sight

Middle row (if there is one) is for fusion and we can see it with both eyes. We check how far can client read both rows.

On the eye with better visual acuity we add + sph until the eye is slightly blurred, after that we do the same thing for the eye with lower visual acuity.

We do this test monocular under binocular conditions.

On the first eye we define the smallest read letter and ask, "Is it with next 'glass' clearer or just smaller and darker?"

- If it is clearer, we add -0,25 D, if it's not we remove the 'glass'.

We repeat the task on the first eye again and balancing this way until we don't get any changes on both eyes. Then we have refractive balance.

Test "cross"

We set up the test, check polarization and completeness of eye sight.

- R.E. sees vertical part of the test
- L.E. sees horizontal part of the test

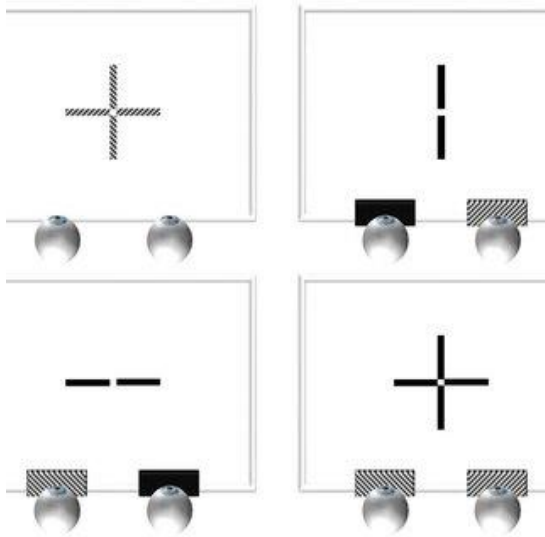
We blur both eyes with +0,25 D or +0,50 D

We compare darkness of the vertical and horizontal lines

- In front of the eye that sees less dark we add -0,25 D

We compare only darkness, not visual acuity!

We got refractive balance when we can't get lines any darker.



https://www.researchgate.net/figure/Positively-polarized-Cross-test-Notes-Left-top-perception-on-the-Cross-test-without_fig1_315931310

Simple metode

We observe client's refraction while we uncover second eye:

- a) instantly better "feeling" and better visual acuity
- b) better "feeling" in couple of seconds, visual acuity doesn't have to be better
- c) bad "feeling", visual acuity equal like it was when checked monocular or worse

We check sight simultaneity with +2,00 D in front of each eye.

If the eye sight is simultaneous +2,00 D will disturb eye sight on both eyes.

If the +2,00 D doesn't disturb one eye, we can't continue with the test.

We check binocular spherical correction.

We check refractive balance: with +0,50 D we "jump" from one eye to another and ask "*On which eye does it less bother or does it bother equally?*"

- In front of the eye that bothers less we put +0,25 D

We repeat that operation until the "feeling" is the same on both eyes.

Literature:

https://pretinac.vvg.hr/main.php?what=file_browser&do=nast

https://www.researchgate.net/figure/Positively-polarized-Cross-test-Notes-Left-top-perception-on-the-Cross-test-without_fig1_315931310

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/Rodavist_binokul%C3%A4r_r%C3%B6d-gr%C3%B6n_balanstest.JPG

Pictures:

https://www.researchgate.net/figure/Positively-polarized-Cross-test-Notes-Left-top-perception-on-the-Cross-test-without_fig1_315931310

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/Rodavist_binokul%C3%A4r_r%C3%B6d-gr%C3%B6n_balanstest.JPG

Heterophoria

University of Applied Sciences, Velika Gorica, Croatia

1. INTRODUCTION

Orthophoria is characterized by perfect alignment of two eyes in all positions of gaze and at all fixation distances so that the visual axes are parallel for distance and have proper convergence for near. The problem is that orthophoria is very rare condition. Most of the people have some amount of heterophoria. Heterophoria or latent squint is a condition in which eyes in the primary position or in their movement are maintained on the fixation point under stress only, with the aid of corrective fusion reflexes. When the influence of fusion is removed, the visual axis of one eye deviates.

There are 3 types of heterophoria: vertical, horizontal and cyclophoria. Vertical heterophoria usually has more significant impact on vision than horizontal heterophoria.

2. TYPES OF HETROPHORIA

Depending on the direction of deviation of the eye pair from the observation position of fixation, we differentiate more types of heterophorias:

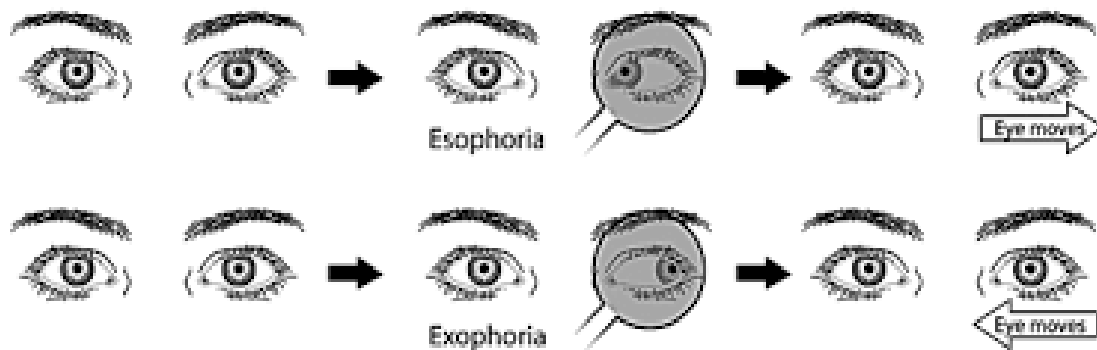
1. Exophoria
2. Esophoria
3. Hyperphoria / Hypophoria (Hypo / Hyper)
4. Cyclophoria

1. Exophoria

By excluding the reflection of the fusion, both eyes observe the deviation outward. Examinee he perceives a crowned twosched object of observation. The fusion with which the exophoria is compensated acts in a positive (convergent) direction (cf.inside, nasally) and possible compensation up to 50 cm/m. Because of this, exophoria causes problems only at higher strengths or when the ability of fusion weakened for additional reasons. Exothermic correction is performed with the prismatic lying inward (nasally).

2. Esophoria

In the esophoria, the eyes show inward deviation. The examinee notes the two-sided observed object. The fusion with which the esophoria compensates acts in a negative (divergent) direction towards (temporarily), so the compensation option is minimal. (6-8cm / m). The difficulty of seeing the esophoria is unpleasant and you notice it immediately. Correction of the esophoria takes with prismatic lens with base outwardly (temporally).



3. Hyper /hypophoria

Hyperphoria- is characterized by a tendency of the eyes to deviate upwards in a vertical direction, which is held in check by fusion amplitudes.

Hypophoria- is characterized by a tendency of the eyes to deviate downwards in a vertical direction, which is held in check by fusion amplitudes.

4. Cyclophoria

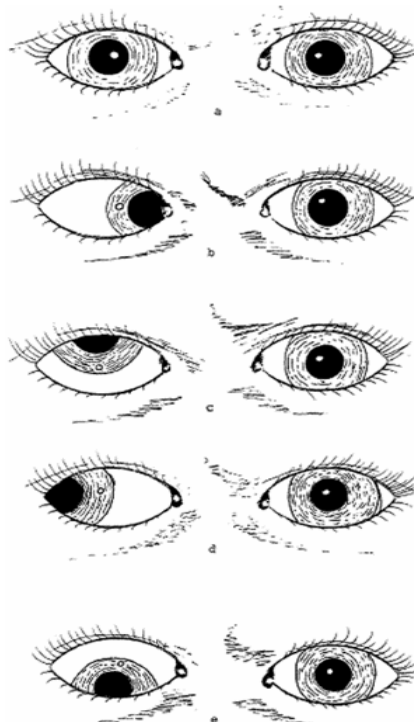
Cyclophoria is characterized by a tendency of the eyes to rotate around their sagittal axis (antero-posterior), which is held in check by fusion amplitudes.

This can be:

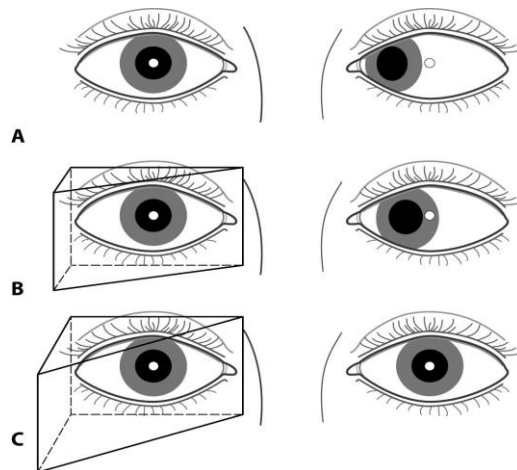
- Incyclophoria: Incyclophoria is characterized by inward rotation of the upper pole of the cornea.
- Excyclophoria: Excyclophoria is characterized by outward rotation of the upper pole of the cornea.
- Anisophoria: Anisophoria is that type of heterophoria in which the degree of muscular imbalance varies with the direction of conjugate gaze.
- Due to the minimal compensation options in the divergent direction, the correction strength is it is necessary to measure well and its tolerability to be checked earlier (with help temporarily fixed prismatic foils on the lens)

3. DIAGNOSIS

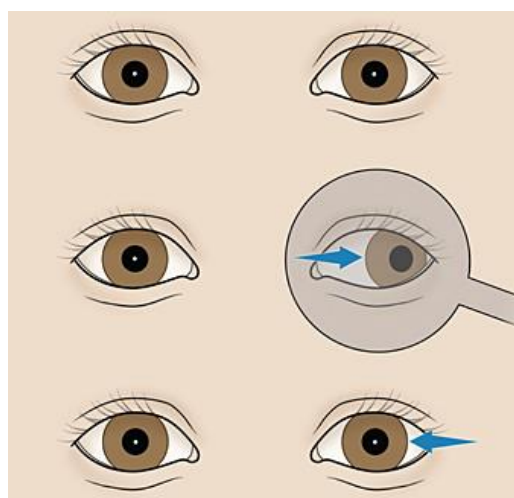
1. **Hirschberg test** gives a rough objective estimate of the angle at the manifest strabismus when we have nonoperative clients or when the fixation is bad.



2. Krimsky test: in this test prisms are placed in front of the fixing eye while the light reflects on the roaches do not become symmetrical. The Krimsky test does not disagree with the eyes, but only measure manifest deviation.



3. Cover / uncover test reveals heterophoria. The test is performed for long distance and for nearby using an accommodative target. The examinee fixes the object in front of him. If there is a doubt about the deviation of the right eye, the examinee covers the left eye and observes right eye movements. When uncovering the test, which detects heterophoria, the respondent fixes the object in front of it covers the right eye and after a few seconds reveals. If there is no movement, it is possible that this is a orthophorisation.



4. Prism cover test measures the angle of deviation. First, it is done by altering cover test, so it is the larger prisms are placed in front of one eye with a base opposite to the direction deviations. The altering test is constantly being performed.

5. Schober test - For this test we use red and green filter. One eye should see a red cross and other eye should see two green circles. If patient is orthophoric the red cross is in the middle. If it is not, that means that our patient has some heterophoria. If a red filter is in front of the right eye and a green filter is in front of the left eye, and cross is going up, that is hypophoria of right eye (or hyperphoria of left eye). If the cross is going right that is esophoria or left it is exophoria.

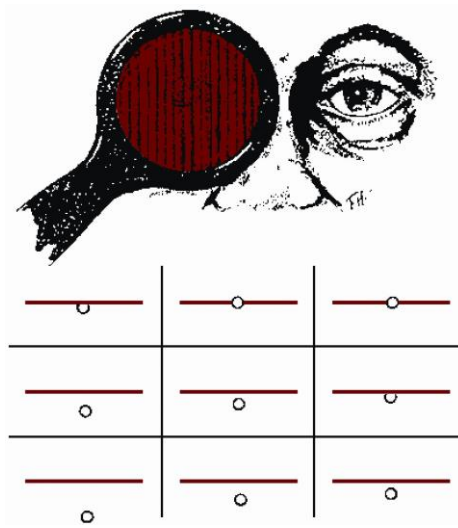


Subjective ways are:

1. Synoptophore -used to measure the heterophoria angle.



2. Maddox test - the Maddox rod consists of a series of fused cylindrical red glass rods that convert the appearance of a white spot of light into a red streak. The optical property of rod causes the streak of light to be at an angle of 90° with the long axis of the rods. The Maddox rod is placed in front of one eye and patient fixates with both eyes on a spot of light. The patient is asked whether the streak produced by Maddox rod passes through the fixation light seen by the other eye. If not, the patient has some heterophoria. Advantage of this test is that interpretation of results is easy and also we can do it very quickly. Disadvantage is that this test is not so precise and should not be used as final correction.



Ortoreter -This device enables testing of visual sharpness at different distances. Testing is possible binocular but also for each eye separately.

4. CONCLUSION

Not all heterophorias need correction because if person does not have any symptoms or difficulties then the correction is unnecessary. If someone have symptoms like headache, asthenopia, photophobia or difficulty of changing focus then we will give a correction. Every test that we do has some advantages and disadvantages so we should do more than one test before we give the final correction. Some of solutions for those who need correction is prism glasses (we put base of the prism opposite to the direction of heterophoria).

5. REFERENCES

1. <https://www.aimu.us/2017/12/10/heterophoria-symptoms-causes-diagnosis-and-management/>
2. <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/heterophoria>
3. <https://www.optometrija.net/>
4. A. Raizner: Osnove refrakcije, 2009
5. D. Benčić, I. Donaj, A. Raizner, P. Vretenar: Leksikon očne optike i optometrije, 2006

Nystagmus

University of Applied Sciences, Velika Gorica, Croatia

What is Nystagmus?

The word nystagmus comes from the Greek *nystázein*, which means fall asleep. Disease was already known in Greek medicine, but it is only beginning to study with greater interest in the 19th and early 20th centuries. Nystagmus is an eye disease in which they are not located in a quiet position but are constantly creating titrating movements that can be in horizontal, vertical or sloping plane. Titers can be slower or faster, then it's a frequency. In the case of larger and smaller titers there is amplitude. In recent years, he has been increasingly treated surgically and conservatively.

Nystagmus is an uncontrolled eye movement, usually from one side to the other, but sometimes the eyes are shaken up and down and with circular movements. It is often caused by ocular or neurological disorder. Most people with nystagmus have a vision that is worse than average. The nystagmus that occurs in the first months of life is called "early onset of nystagmus" or "congenital nystagmus." The nystagmus that develops later in life is called "acquired nystagmus".

Diagnosis of nystagmus

For diagnosis of nystagmus, the head position and eye position are in the primary position. When reading an optotype, it is necessary to do an analysis with the electroneurography (ENG) or determine how the wrong head position has evolved explore family photography from childhood. Patients with congenital nystagmus and those with mood-like paresis may have the wrong headache. Congenital nystagmus occurs within three months of life, it can also be the result of eye strain to make the child more visible.

The overview of nystagmus and strabismus is performed with cover tests and additional tests as electroneurography (ENG) and electromyography (EMG). EMG tests classify the type and

shape of the nystagmus, determine the area of the quiet zone, frequency and amplitude. It also monitors the intensity of nystagmus in all directions of view, before and after surgery.



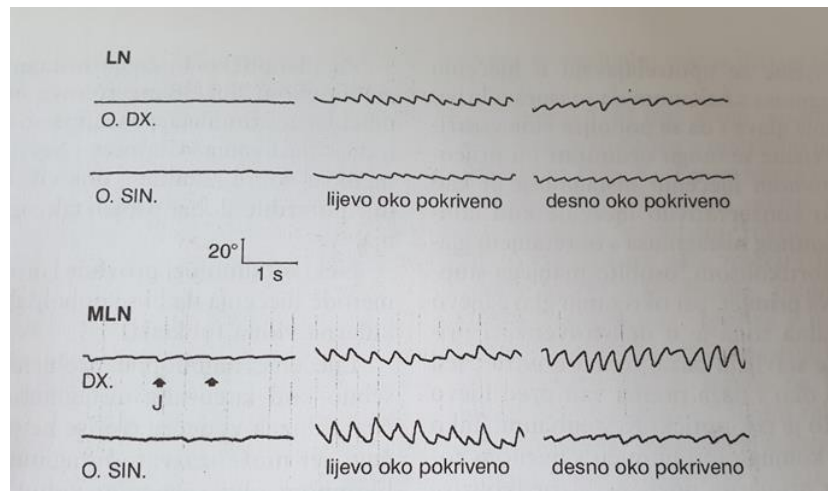
Conservative nystagmus treatment

The best optical refractive correction is corrected in all kinds of nystagmus with the glasses, accurate photo-sensitive glasses can be useful because they protect the eye from the sun's rays. In larger ametropia, especially in large astigmatisms, better therapy is contact lens because they have an optical advantage that is to move in accordance with eye movements.

After the operation of the nystagmus, congenital cataracts can occur. Because of this, contact lenses are placed after surgery because they can significantly reduce and mitigate the symptoms of congenital cataracts. Prisms are used in the treatment of nystagmus in order to correct head misalignment and improve visual acuity. They can also help in preoperative nystagmus treatment, but also as permanent conservative treatment. In the case of chin lifting and viewing in the vertical plane and in the downward direction, the base of the prism is placed in front of both eyes. If the chin is lowered and the view is lifted upward, the prisms are placed with the base facing down in front of both eyes.

The results of the operation, i.e. how the patient underwent surgery, doctors may, to some extent, presume how well the patient will withstand the prism. They are the only treatment in case the compensated position is not very pronounced. The prisms of the patients are difficult to tolerate. Such prisms often have a strength of 4 to 8 diopters. Instead of the prisms, the stenopic eyepiece holes can be prescribed with the exercises with the pictures. Some ophthalmologists also perform orthopedic treatment methods to improve binocular vision.

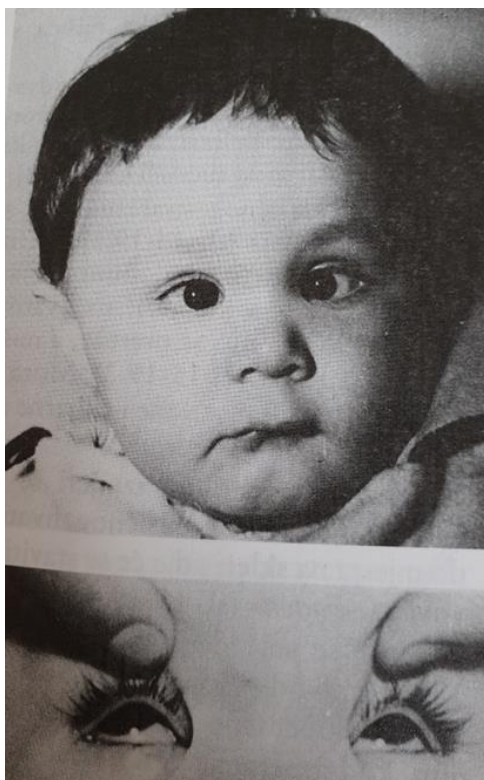
Treatment of amblyopia is a problem in latent nystagmus because it can cause occlusion of the dominant eye and reduce visual acuity.



Nystagmus blocked in convergence

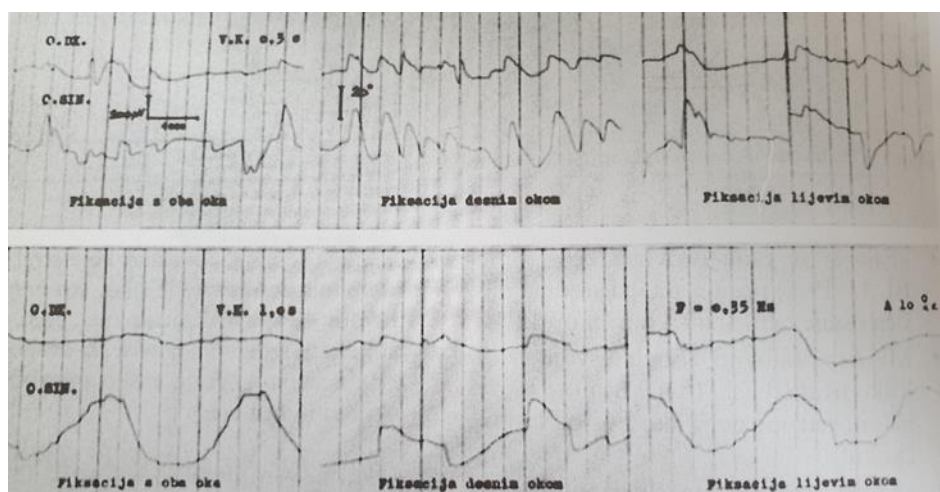
Convergence can reduce nystagmus. In the nystagmus that is blocked in convergence the eye is in the posterior position of the esotropes, where the eye abduction is limited. Due to limited abduction, the nystagmus blocked in convergence can be replaced by a pair of nerve abducens (n. Abducens). In the case of abduction of the eye, the nystagmic titers are reduced, with convergence being reduced. Because of this lateral nerve, Adelstein and Curt Cüppers (1966) called this nystagmus, blocked nystagmus syndrome. In this syndrome, it has been clinically observed that a large number of patients have strabismus since birth, with the deviation being unstable and large. Abduction is limited, and nystagmic titers are blocked by convergence.

In 60% of patients with esotropia, signs of blocked nystagmus appear. This group also includes children who have convergent strabismus. In alternating strabismus, studying and testing revealed that the angles are variable: they are smaller in distance and larger in vicinity. Such patients with distant vision have a reduced angle and nystagmus appears, and in the vicinity of the eye there is an angle i.e. an inconstant eye and therefore the angle increases. In such cases, the angle is dynamic and enhanced by the inversion impulses. The blocked nystagmus syndrome is conditioned by the innervation of the medial rectus (rectus medialis innervated by n. Oculomotorius). In this position, the nystagmus convergence is reduced, and the visual function improved.



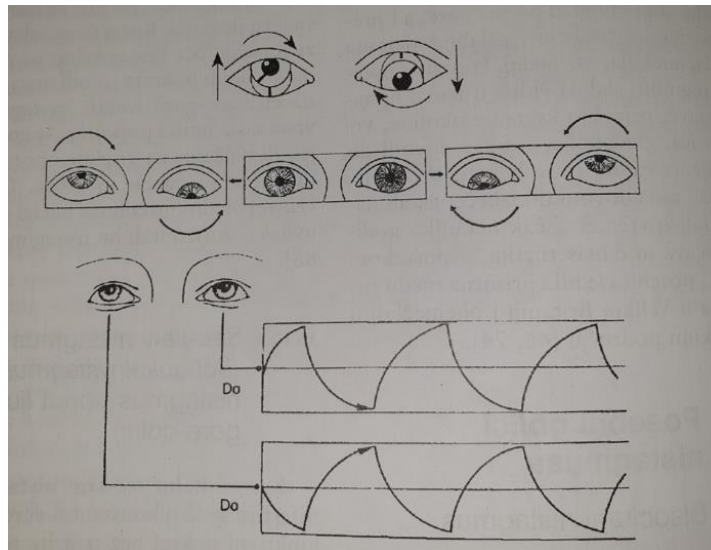
Dissociated nystagmus

Dissociated nystagmus is characterized by the asymmetry of both eyes in both the amplitude and the direction. Dissociated nystagmus most often occurs in the abducting eye in intraocular ophthalmoplegia. Such a form of nystagmus is secondary due to medial nerve lesions. The operation decreases or corrects the angle. They try to eliminate the existing twos, correct the motility, and establish fusion in as much of a look. The main goal is to achieve a single binocular vision in the primary position.



See-saw nystagmus

This kind of nystagmus is present in congenital or acquired form. Congenital see-saw nystagmus manifests itself as a constant vertical movement. The eye that is raised performs extorsion, and around which the intorsion is dropped. The name came from the fact that the eyes have the impression of a swinging swing down. The acquired see-saw nystagmus is characterized by conjugated pendular and torsion oscillations. The raised eye is rotating inwardly and the eye around which it slides rotates outwardly. This is repeated in the opposite direction and gives a see-saw effect. Torsion movements dominate in all directions. The See-saw effect can be limited to the primary position and the downward view. See-saw nystagmus is very rare.



Conclusion

This seminar paper studied nystagmus, its formation and treatment. As the appearance of a nystagmus, the head bones are seen in the primary position. By treating, the nystagmus is trying to correct the first exercises. Exercises are carried out by trying to make the eye just trying to solve the problem, and ultimately the solution is surgery. The nystagmus operations have been undergoing great advances over the last 20 years. Mostly, it is a problem with torticollis, which can remain after surgery but can be corrected by prisms. When looking at Snellen's tablets, the patients mostly curve their neck or adjust the body's stance to see it better. Each type of nystagmus has its own special treatment and exercise. Amplitude and frequency are variable, and we find them in different directions of view at each nystagmus. The movements can be horizontal and vertical and are determined by the size of the movement

Literature

Čelić M, Dorn V, Voskresensky V, i dr.: Surgical treatment of Nystagmus and electronystagmographic Analysis of results, *Ophthalmol Croat*, 1993; 51-58

Kestenbaum A.: Periodisch umschlagender Nystagmus. *Klin Monatsbl Augenheilkd*; 1930

Čelić M, Vjekoslav D, Strabizam i Nistagmus, *Medicinska naklada*, 2004

Lea Tandara, Ira Putina, Sonja Drugović, Marcela Domnik

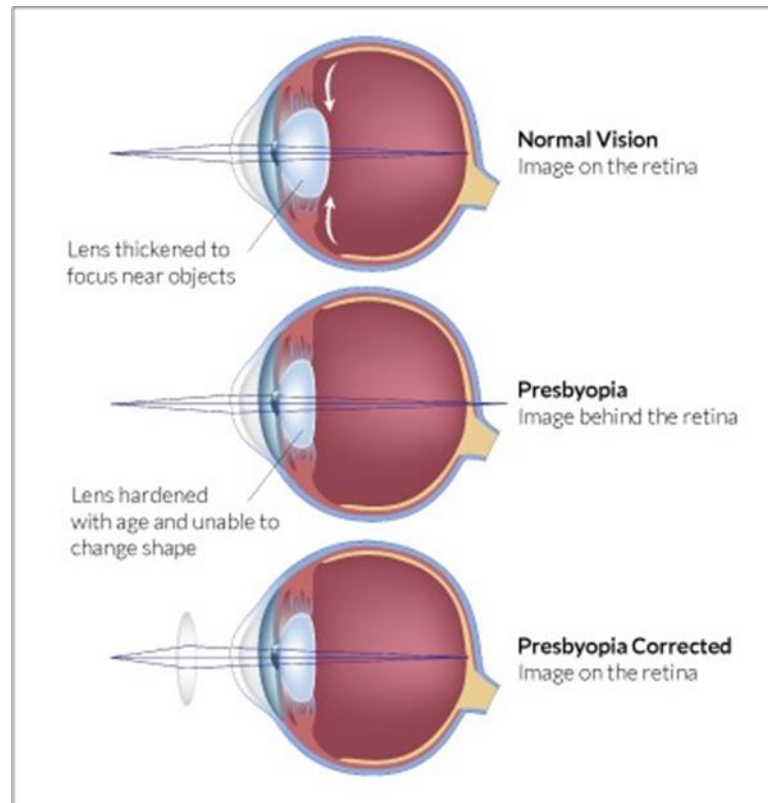
Presbyopia

University of Applied Sciences, Velika Gorica, Croatia



Presbyopia is primarily an inevitable, age-related condition and accordingly its prevalence in a given population is related to the percentage of individuals surviving to old age. By the year 2020 the worldwide prevalence is expected to rise to 1.37 billion. The average age of those first reporting symptoms of presbyopia is between 42 and 44 years of age with a complete loss of accommodation typically occurring between the ages of 50-55 years.

When you are young, the lens is soft and flexible, easily changing shape. This lets you focus on objects both close-up and far away. The lens becomes more rigid over the years and it cannot change shape as easily. This makes it harder to read or do other close-up tasks. There is no way to stop or reverse the normal aging process that causes presbyopia.



Age is the primary predictive factor in the development of presbyopia, early loss of accommodative ability can be induced by certain systemic disease, medications, and trauma. Gradual onset of blurred near vision is often the first presenting symptom of presbyopia. Those who utilize near vision in daily activities frequently complain of impairment earlier. Other symptoms commonly experienced include squinting, headaches secondary to eye strain, increased light requirement, and need to work from progressively greater distances. Diplopia can also result from presbyopia.

Models for presbyopia can be generally divided into two categories referred to as lenticular and extra-lenticular theories. Lenticular theories hold that presbyopia results from age-related changes in the lens, capsule, and zonular fibers. Proposed extra-lenticular causes include ciliary muscle dysfunction, loss of elasticity in the posterior zonules or choroid, and even decreasing resistance of the vitreous humor against the accommodating lens capsule.

The classical theory of accommodation proposed by Helmholtz over 150 years ago states that the lens under resting tension is held relatively flat when viewing objects at a distance. During accommodation, the ciliary muscle contracts and moves both anteriorly and inwardly. This decreases tension on zonular fibers and, in turn, causes increased curvature in the elastic lens resulting in increased focusing power.

Presbyopia can be found during a comprehensive dilated eye exam. Your eye doctor likely will put drops in your eyes to dilate your pupils for the eye health exam. This may make your eyes more sensitive on light for a few hours after the exam. Dilation enables your doctor to more easily view the inside of your eyes. If you notice any changes in your vision, you should visit an eye care professional. The goal of treatment is to compensate for the inability of your eyes to focus on nearby objects. Corrected near and distance visual acuity testing allows for evaluation of a patients' refractive error as well as their functional capacity at near distances. Near lens prescription can be determined by adding plus power over the distance correction until clear near vision is achieved. Most nonprescription reading glasses range in power from +1.00 diopter (D) to +3.00 D. The safest and least invasive management of presbyopia consists of corrective glasses lenses either as a separate set of reading glasses, contact lenses, bifocals, or progressive lenses. Prescription reading glasses. If you have no other vision problems, you can use glasses with prescription Lenses for reading only. You will need to remove these when you're not reading. Bifocals- these lenses have a visible horizontal line that separates your distance prescription, above the line, and your reading prescription, below the line. Trifocals- these glasses have corrections for close-up work, middle distance vision — such as for computer screens — and distance vision. Trifocals come with two visible horizontal lines in the lenses. Progressive multifocals- this type of lens has no visible horizontal lines, but has multiple powers for distance, middle distance and close-up corrections. Different areas of the lens have different focusing strengths. Office progressives. These lenses have corrections computer-distance and close work. You generally use these at a computer or for reading and remove them for driving or walking around.

1. CONTACT LENSES

People who don't want to wear eyeglasses often try contact lenses to improve their vision problems caused by presbyopia. There are: Bifocal contact lenses, Monovision contact lenses and Modified monovision.

2. REFRACTIVE SURGERY

Refractive surgery changes the shape of your cornea. For presbyopia, this treatment can be used to improve close-up vision in your nondominant eye. It's like wearing monovision contact lenses. Even after surgery, you may need to use eyeglasses for close-up work.

Conclusion

You can help protect your eyes and your vision by following these tips: have your eyes checked, control chronic health conditions, protect your eyes from the sun, prevent eye injuries, eat healthy food, use the right eyeglasses, use good lighting, see your doctor or optometrist immediately if you experience any of presbyopic symptoms.

Literature:

<https://www.aaopt.org/eye-health/diseases/what-is-presbyopia>

<https://nei.nih.gov/health/errors/presbyopia>

<https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/presbyopia/diagnosis-treatment/drc-20363329>

Picture 1 https://www.google.com/search?q=presbyopia&client=tablet-android-samsung&prmd=ivbn&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjM15-EnL_jAhXHTBUIHZ1mCnoQ_AUoAXoECA0QAQ&cshid=15634790

Picture 2 https://coopervision.com/sites/coopervision.com/files/styles/cv_blog/public/blog-post-images/cv_blogs_presbyopia.jpg?itok=VZ-2Hr5U×tamp=1428534216

Mgr. Roman Heinz

Specifika prizmatické korekce

Varilux senior product specialist, Essilor – optika s.r.o.

Stále více diskutovaným tématem v praxi očních specialistů je předepsání prizmatické korekce. Tato korekce se snaží odstranit či zmírnit vergenční poruchy binokulárního systému.

Zde je potřeba podotknout, že ne všechny problémy s binokulárním viděním mají svůj základ v poruchách právě vergenčních (převážně řešeno prizmatickou korekcí), ale většina těchto poruch je způsobena poruchami akomodačními.

Projev akomodačních a vergenčních poruch, který je umocněn aktuální „digitální dobou“, ve které žijeme, má typické projevy způsobené například zvýšenou zátěží při práci na počítači či jakékoliv práci, kde nám výrazně narůstá podíl času tráveného při práci do blízka a v tzv. střední vzdálenosti (práce do vzdálenosti cca 1,5 m).

Mezi typické projevy způsobené snížením optimálního výkonu binokulárních funkcí patří: bolesti hlavy, neostrost textu, diplopie, prodleva v přestřování mezi jednotlivými vzdálenostmi, nauzea a další projevy souhrnně zvané jako astenopické potíže. Klienti či pacienti s takto typickými projevy se často obrací na nás, specialisty v oboru oční optiky, ortoptiky a optometrie.

Výsledné předepsání optimální prizmatické hodnoty, která stojí a padá na kvalitě postupu měření a jeho následného vyhodnocení s určením a následným předepsáním optimální hodnoty korekce, s sebou nese i určité charakteristické vlastnosti zobrazení. Tématem tohoto článku tedy není popis postupu a vyhodnocení změřených binokulárních odchylek, ale jejich typické projevy vnímané nositelem s takto specifickou korekcí.

Specifika zobrazování optických klínů:

Při aplikaci klínové korekce dochází k zobrazovacím vadám, které nám mohou výrazně komplikovat adaptaci či prodloužit dobu k tomu potřebnou. Nositel by měl být s těmito

charakteristickými vlastnostmi dobře seznámen, jelikož i při současném využití nejmodernějších technologií nejsme schopni tyto projevy plně odstranit.

Díky možnostem personalizovaných čoček zohledňujících individuální parametry nositele (pupilární distance, výška zornice, otočný bod oka) a jeho brýlové obruby (pantoskopický úhel, úhel prohnutí brýlového středu, parametry očnice, zakřivení lámavých ploch korekčního členu) jsme však schopni dosáhnout jejich maximálního možného potlačení.

Výrazného snížení negativních projevů dosáhneme i rovnoměrným rozložením hodnot klínového účinku mezi obě oči.

Společně nahlédneme do 5ti zásadních projevů vad zobrazení klínovou korekcí:

1. Astigmatismus šikmých paprsků
2. Zkreslení
3. Změna velikosti
4. Disperze
5. Triplopie

1. Astigmatismus šikmých paprsků (AŠP)

U projevu astigmatismu šikmých paprsků nevnímá nositel bod jako ostrý bod, důsledkem rozdílné lomivosti centrálních a periferních paprsků. Pro maximální potlačení AŠP by měla být co nejvíce splněna podmínka bodového zobrazení, tedy aby optická osa korekčního členu procházela skutečným středem otáčení oka nositele. Zde budou AŠP pociťovat především nositelé, u kterých byl požadovaný klínový účinek navozen pomocí decentrace brýlové čočky v obrubě. Často jsme se na předpise od lékaře mohli setkat se zkratkami MHD či MVD. Tyto zkratky označují hodnoty maximální decentrace čoček, horizontální (MHD) či vertikální (MVD).

Takto předepsaná korekce je velice nepřesná, jelikož je výrazně ovlivněna velikostí očnice brýlí a zvoleným průměrem čočky, pupilární roztečí a také výškou centrace. Právě u těchto korekcí

může docházet k významnému projevu astigmatismu šikmých paprsků, způsobujícímu zkreslení a snížené ostrosti obrazu i při přímém pohledu.

2. Zkreslení

Zkreslení způsobuje rozdílné příčné zvětšení v celkovém obrazovém poli. Projev zkreslení je úměrný s výší hodnoty předepsané korekce. Základní zkreslení dělíme na poduškovité (typické pro plusové hodnoty dioptrií) a soudkovité (typické pro minusové dioptrie). V případě prizmatické korekce se mohou linie pozorovaného obrazu jevit protažené ve směru báze klínu. Výsledné zkreslení je ovlivněno postavením báze klínů. U klínů s předepsanou bází vertikálně se jeví více zkreslené linie horizontální. U bází předepsaných v horizontální rovině se jeví zkreslení linií vertikálních.

3. Změna velikosti obrazu

Při aplikaci prizmatické korekce může dojít ke změně vnímání perspektivy nositelem. Projevem může být zhoršená orientace v prostoru způsobená změnou odhadu vzdálenosti. Na tento projev je vždy velice důležité upozornit „prvonošitele“ například při řízení auta. Na tuto změnu zobrazení si lze poměrně brzo a lehce zvyknout. Zdánlivé zvětšení nebo zdánlivé zmenšení obrazu označujeme jako makropsii respektive mikropsii. U konvergenčního nastavení os obou očí (sbíhavého – esofovie), kde máme nastaveny báze klínu směrem temporálním, můžeme zaznamenat dojem zmenšeného obrazu. U klínů nastavených bází dovnitř, osy očí jsou rozbíhavé (divergenční – exofovie) můžeme vnímat zvětšení obrazu.

4. Disperze

Typickou vadou zobrazení klínových čoček je disperze světla. Po průchodu hranolem dochází k různému lomu monochromatického světla pro jednotlivé spektrální délky. Disperze se výrazně projevuje díky průchodu přes dvě optické plochy. Po průchodu přes jednu optickou plochu je úhel, který mezi sebou svírají fialové a modré paprsky, takřka zanedbatelný. Výrazný odklon způsobí právě druhá plocha hranolu a hodnota úhlu, který svírají. Hodnotu disperze vyjadřujeme pomocí Abbeova čísla. Disperzi lze minimalizovat pomocí úpravy centrace a co nejbližšího posazení korekčního členu směrem k oku.

5. Triplapie

Jedná se o vznik tzv. parazitních obrazů po obou stranách pozorovaného předmětu. Jeho vzdálenost od pozorovaného předmětu se zvětšuje s narůstající hodnotou klínového účinku. Kvalitní povrchová úprava (antireflex) může dosáhnout výrazného potlačení tohoto jevu. Obecně se vůbec nedoporučuje aplikovat prizmatickou korekci alespoň bez základní antireflexní úpravy.

Zdroje:

Essilor International: Technical whitepaper 2017

Results from ergonomics literature 2015, Interní studie:Essilor International: technical whitepaper, 2015

Internal study on posture using new technologies, Interní studie:Essilor International: Technical whitepaper. 2015

Rutrlle M. Přístrojová Optika. Vol 2000. R. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví

Kříž P. Obtížná diagnostika nestrabických binokulárních a akomodačních poruch. Cesk Slov Oftalmol. 2016;72(6):216-222.

Kříž P. Binokulární korekce, měření a korekce pomocí metodou MKH. IS.MUNI.CZ, 2017

Technické informace o produktech; Essilor International: Technical apendix, 2015

Internetové zdroje:

www.essilor.cz

www.essilor.com

www.essiloracademy.eu

Název: Sborník přednášek a posterů
X. CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÁ KONFERENCE OPTOMETRIE
A ORTOPTIKY S MEZINÁRODNÍ ÚČASTÍ

Vydal: NCO NZO, Vinařská 6, 603 00 Brno

Pořadatelé sborníku: doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.; Mgr. Sylvie Petrová;
Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.;
Bc. Ilona Haasová; Bc. Petr Buček
Katedra optometrie a ortoptiky, LF MU, Komenského nám. 2, 662 43 Brno

Počet stran: 319

Výrobní číslo: 53/2019

ISBN: 978-80-7013-601-0

Tirážní znak: 57-854-19