proLékaře.cz | 19.11.2026

SENZITIVITA A SPECIFICITA METOD PRO MĚŘENÍ ASTIGMATISMU OKA

Veselý P.[1,2], Petrová S.[2], Beneš P. [1,2]
[1] Oddělení nemocí očních a optometrie, Fakultní nemocnice u svaté Anny, Pekařská 53, 65691 Brno. Přednosta: MUDr. Lubomír Hanák, MBA.
[2] Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Kamenice 5, 62500 Brno. Přednosta: doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

Poděkování
Práce vznikla v rámci projektu specifického výzkumu rektora MUNI/A/0749/2017.
Autoři práce prohlašují, že vznik i téma odborného sdělení a jeho zveřejnění není ve střetu zájmů a není podpořeno žádnou farmaceutickou firmou.
Autoři práce prohlašují, že v uplynulých 24 měsících byli a jsou smluvně vázáni zaměstnanci LF MU Brno nebo ONOO FNUSA.

Studie vznikla v rámci projektu specifického výzkumu rektora MUNI/A/0904/2016.

SOUHRN

Cíle: V optometrii a oftalmologii využíváme k měření a korekci očního astigmatismu objektivní a subjektivní metody. Objektivní metody umožňují odhalit přesnou sféro-cylindrickou refrakci oka. Pro stanovení brýlového předpisu, případně pro výběr správné kontaktní čočky se ale používají subjektivní hodnoty refrakce oka. Cílem naší studie bylo ověřit hodnoty senzitivity a specificity u subjektivních i objektivních metod pro vyšetření očního astigmatismu. Předpokládali jsme, že objektivní refrakce pomocí automatického refraktometru poskytne validní informaci o přítomnosti či nepřítomnosti očního astigmatismu. Proto jsme tuto hodnotu zvolili za klasifikační proměnnou. Mezi další proměnné jsme zařadili dvě subjektivní metody (zamlžovací, FM; zkřížené cylindry, JCC) a objektivní metodu přenosného automatického refraktometru Spot Vision Screener (SVS; výrobce WelschAllyn).

Metodika a soubor: V naší studii jsme měli celkem 30 probandů s průměrným věkem 23 let (SD 1 rok). Měření probíhalo na každém oku samostatně a měření jsme porovnávaly mezi sebou. Mohli jsme tak do výběrového souboru zařadit celkem 60 očí (n = 60). Každé oko bylo změřeno nejprve subjektivní zamlžovací metodou, následovala technika Jacksonových zkřížených cylindrů, pak objektivní metoda za pomocí přenosného refraktometru Spot Vision Screener a posledním měření proběhlo na automatickém refraktometru TRK-1P (TOPCON). Statistická analýza probíhala na hladině významnosti p = 0,05.

Výsledky: U prvního subjektivního testu pro vyšetření refrakce zamlžovací metodou jsme po statistickém zhodnocení získaly tyto hodnoty. Hodnota senzitivity byla 76,2 %, hodnota specificity byla 66,7 %. Kritérium pro odhalení pozitivních jedinců bylo rovno nebo menší než -0,25 D. Druhý subjektivní test pro vyšetření refrakce tak zvané Jacksonovy zkřížení cylindry (JCC) po statistickém vyhodnocení ukázal hodnotu senzitivity 95,2 % a specificity 66,7 %. Kritérium pro odhalení pozitivních jedinců bylo stejné jako u předchozího testu, tj. rovno nebo menší než -0,25 D. Třetím testem bylo objektivní vyšetření refrakce za pomoci přenosného automatického refraktometru Spot Vision Screener. Statistické vyhodnocení u tohoto testu ukázalo nejnižší hodnotu senzitivity 47,6 %, ale nejvyšší hodnotu specificity 94,4 %. Hodnota pro odhalení pozitivních jedinců byla menší nebo rovna -0,75 D. Přímé porovnání všech tří výše uvedených metod ukázalo na statisticky významný rozdíl v senzitivitě a specificitě (p = 0,0095) mezi testem FM a JCC. U ostatních testů nebyl vyhodnocený rozdíl statisticky významný (FM vs. SVS, p = 0,526 a JCC vs. SVS, p = 0,105).

Závěr: U všech použitých testů jsme nalezli staticky významné hodnoty senzitivity a specificity. Při srovnání ROC křivek jsme zjistili, že existuje statisticky významný rozdíl mezi metodami FM a JCC, a to zejména v hodnotě senzitivity. Metoda JCC vykazovala vysokou spolehlivostí provádět záchyt a korekci očního astigmatismu, zatím co SVS s vysokou spolehlivostí detekuje pacienty bez očního astigmatismu.

Klíčová slova: Subjektivní refrakce, objektivní refrakce, senzitivita, specificita, Jacksonovy zkřížené cylindry, zamlžovací metoda

SUMMARY

SENSITIVITY AND SPECIFICITY IN METHODS FOR EXAMINATION OF THE EYE ASTIGMATISM

Purpose: We usually use objective and subjective methods for examination of the eye astigmatism in optometry, respectively ophthalmology. Objective methods enable to measure sphere-cylindrical refraction of the eye. If we want to prescribe new glasses or contact lenses we usually use subjective methods.



Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.
Oddělení nemocí očních a optometrie
Fakultní nemocnice u sv. Anny
Pekařská 53
656 91 Brno
petr.vesely@fnusa.cz

Do redakce doručeno dne: 27. 8. 2019
Do tisku přijato dne: 25. 11. 2019

proLékaře.cz | 19.11.2026

The aim of this study was to measure sensitivity and specificity of some subjective and objective methods for examination of the eye astigmatism. We supposed that automatic objective refraction will be the most exact method so we choose this method as the reference method. For comparison we chose subjective methods Jackson crossed cylinders (JCC), fogging method (FM) and objective method Spot Vision Screener (SVS, WelschAllyn).

Materials and methods: We had in total 30 subjects with average age 23 years (SD 1 year) in our study. We made each measurement per eye separately and it was independent measurement so we could use measurement from each eye (n = 60). Each eye was firstly measured by subjective method FM, followed by JCC method and finally was use objective method Spot Vision Screener (SVS, WelschAllyn). Measurement with objective instrument TRK-1P (TOPCON) was use as reference measurement. The significance level was set at p = 0.05.

Results: In variable FM we measured sensitivity 76.2 % and specificity 66.7 %. Criterion for positive finding was -0.25 D. Result was statistically significant on level p < 0.001. In variable JCC we measured sensitivity 95.2 % and specificity 66.7 %. Criterion for positive finding was -0.25 D. Result was statistically significant on level p < 0.001. In variable SVS we measured sensitivity 47.6 % and specificity 94.4 %. Criterion for positive finding was -0.75 D. Result was statistically significant on level p < 0.001. Direct comparison of all methods showed statistically important difference between techniques JCC and FM (p = 0.0095). In other method we did not find statistically important difference (FM vs. SVS, p = 0.526 and JCC vs. SVS, p = 0.105).

Conclusion: All subjective and objective techniques were statistically significant in detection of eye astigmatism. Comparison of ROC curves showed statistically significant difference between FM and JCC technique. The JCC method showed the highest sensitivity, whereas SVS highest specificity.

Key words: Subjective refraction, objective refraction, sensitivity, specificity, Jackson crossed cylinder, fogging method

Čes. a slov. Oftal., 75, 2019, No.6, p. 310–314

ÚVOD

V optometrii a oftalmologii využíváme k měření a korekci očního astigmatismu objektivní a subjektivní metody. Objektivní metody umožňují odhalit přesnou sféro-cylindrickou refrakci oka. Pro stanovení brýlového předpisu, případně pro výběr správné kontaktní čočky se ale používají subjektivní hodnoty refrakce oka. Důvodem je hlavně subjektivní komfort vyšetřovaného pacienta s danou korekcí. Tento komfort je dán monokulárními a binokulárními aspekty brýlové korekce. Mezi monokulární aspekty můžeme řadit například nebarevné vady zobrazení jako je astigmatismus šikmých paprsků a související zklenutí zorného pole, dále distorzi obrazu a v neposlední řadě i barevné vady zobrazení. Dále můžeme zmínit i vlastní zvětšení či zmenšení brýlových čoček a změnu zorného pole. K binokulárním aspektům brýlové korekce patří hlavně anizometropie a z ní rezultující aniseikonie. Obecně pacienti snášejí rozdíl ve vrcholové lámavosti u brýlových čoček do 3 D [2].

V praxi se vyšetření refrakčního stavu oka začíná obvykle objektivním měřením, které je rychlé a spolu s habituální korekcí ukáže, jak by mohla finální subjektivní refrakce oka vypadat. Následuje jedna ze subjektivních technik, které začínají monokulárně a končí binokulárním dokorigováním. Tím se stanoví finální binokulárně pohodlná subjektivní refrakce, na jejímž základě je možné vyrobit brýlovou korekci, případně po úpravě vybrat vhodné diagnostické kontaktní čočky.

Většina refrakčních vad vyskytujících se v populaci je kombinace krátkozrakosti nebo dalekozrakosti a astigmatismu. Přítomnost astigmatismu oka má negativní vliv na zrakovou ostrost. Obecně můžeme říci, že korekci astigmatismu u dospělých jedinců volíme v případě, kdy má pozitivní vliv na zrakovou ostrost. U dětských pacientů se korekce astigmatismu doporučuje vždy, když je přítomná, to znamená detekovaná objektivní metodou [2].

Existuje několik metod pro objektivní vyšetření refrakce oka. V současné době jsou nejpoužívanějšími technikami automatické refraktometry. Nejčastěji jsou založeny na měření rozostření testové značky a využívají infračerveného paprsku, aby neovlivňovaly akomodaci oka. Modernější refraktometry pracují na principu Shackova-Hartmannova senzoru a umožňují v brýlové korekci zohlednit i aberace vyššího řádu oka [4].

K nejpoužívanějším technikám pro subjektivní stanovení astigmatismu oka patří metoda nazvaná Jacksonův zkřížený cylindr. Tato technika umožňuje s velkou přesností (obvykle na 5° a 0,25 D) dosáhnout hodnot, které odhalí objektivní metoda. Druhou nejpoužívanější technikou pro

proLékaře.cz | 19.11.2026

vyšetření ametropie včetně astigmatismu oka je metoda zamlžovací, která je velmi rychlá a nenahraditelná zejména u pacientů s hypermetropií a astigmatismem. Jedná se o situace, kdy u pacientů potřebujeme nefarmakologicky vyřadit akomodaci. To velmi snadno dokážeme při předřazení silné spojné čočky [2].

Cílem naší studie bylo ověřit hodnoty senzitivity a specificity u subjektivních i objektivních metod pro vyšetření očního astigmatismu, zejména jejich screeningový potenciál a použitelnost v praxi. Předpokládali jsme, že objektivní refrakce pomocí automatického refraktometru (TRK-1P, Topcon Deutschland Medical GmbH) poskytne validní informaci o přítomnosti či nepřítomnosti očního astigmatismu, a to především díky technologickým možnostem těchto přístrojů, kam můžeme řadit např. vysokou opakovatelnost měření [7, 9]. Proto jsme tuto metodu zvolili za klasifikační proměnnou. Mezi další proměnné jsme zařadili subjektivní zamlžovací metodu, metodu zkřížených Jacksonových cylindrů a objektivní metodu přenosného automatického refraktometru Spot Vision Screener (WelschAllyn GmbH, Německo).

METODIKA

V naší studii jsme měli celkem 30 probandů s průměrným věkem 23 let (SD 1 rok). Jednalo se o 28 žen a 2 muže. Na očích testovaných probandů ve chvíli testování neprobíhalo žádné patologické onemocnění oka.

Měření probíhalo na každém oku samostatně a měření jsme porovnávali mezi sebou vždy z jednoho oka. Mohli jsme tak do výběrového souboru zařadit celkem 60 očí. Každé oko bylo změřeno nejprve subjektivní zamlžovací metodou pro měření očního astigmatismu (FM), následovala technika Jacksonových zkřížených cylindrů (JCC), pak objektivní metoda za pomocí přenosného refraktometru Spot Vision Screener (SVS) a poslední měření proběhlo na automatickém refraktometru TRK-1P (ARM). Uvedenou sekvenci čtyř měření na daném oku vždy prováděla stejná osoba. Každou měřící sekvenci jednoho páru očí pak prováděla jiná osoba. Hodnoty zjištěné sféro-cylindrické korekce byly pro účely dalšího zpracování vždy jednotně převedeny na zápis se zápornou hodnotou cylindru.

Pro náš výzkum jsme použily statistické testy ke zhodnocení senzitivity a specificity. Za klasifikační proměnnou jsme považovali měření pomocí automatického refraktometru TRK-1P. Dále jsme měli k dispozici tyto proměnné: FM (zamlžovací metoda), JCC (metoda zkřížených Jacksonových cylindrů) a SVS (automatický refraktometr Spot Vision Screener).

Výsledná hodnota senzitivity vyjádřená v procentech ukazuje schopnost testu detekovat oko s astigmatismem. Naopak specificita v naší studii ukazuje schopnost testu detekovat oko bez astigmatismu. Konkrétní hodnoty obou proměnných se vždy vztahují ke zvolenému diskriminačnímu kritériu. Očekávané optimální hodnoty by se měly v obou případech blížit 100 %. Použité statistické testy také měly prokázat, zda jsou uvedené metody senzitivní a specifické na statisticky významné hladině. Pro analýzu byla použita tzv. ROC (Receiver Operating Characteristic) křivka, zachycující vzájemnou závislost senzitivity a 1 - specificity. Klasifikační oprávněnost jednotlivých metod jsme hodnotily pomocí plochy pod ROC křivkou (AUC – Area Under Curve). Srovnání jednotlivých metod bylo provedeno na základě testování nulové hypotézy o rovnosti ploch pod odpovídajícími ROC křivkami. Optimální hodnota diskriminačního kritéria byla pro každou studovanou metodu stanovena výpočetním softwarem a předpokládala zápis korekce se záporným cylindrem.

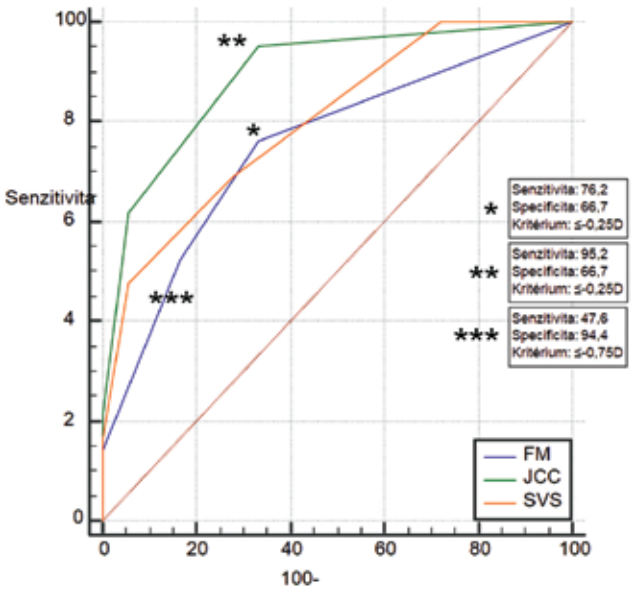
Výsledky měření byly převedeny do tabulky MS Excel a následně statisticky vyhodnoceny za pomoci statistického programu Statistika verze 12 firmy STATSOFT a MedCalc. Statistická hladina významnosti byla zvolena p = 0,05.

VÝSLEDKY

U prvního subjektivního testu pro vyšetření refrakce zamlžovací metodou jsme po statistické analýze ROC křivek získali tyto hodnoty. Kritérium pro odhalení pozitivních jedinců bylo rovno nebo menší než -0,25 D. Odpovídající hodnota senzitivity byla 76,2 %, hodnota specificity byla 66,7 %. Výsledek (AUC = 0,75) byl statisticky významný na hladině významnosti p < 0,001 (Graf 1 a Tabulka 1). Průměrná hodnota naměřeného astigmatismu byla -0,30 D (SD = 0,30 D).

Druhý subjektivní test pro vyšetření refrakce, Jacksonovy zkřížení cylindry, po statistickém vyhodnocení ukázal hodnotu senzitivity 95,2 % a specificity 66,7 %. Přitom příslušné kritérium pro odhalení pozitivních jedinců bylo stejné jako u předchozího testu, tj. rovno nebo menší než -0,25 D. Výsledek (AUC = 0,892) byl statisticky významný na hladině významnosti p < 0,001 (Graf 1

Graf 1. Srovnání ROC křivek získaných pro jednotlivé použité metody (FM – zamlžovací metoda, JCC – metoda zkřížených cylindrů, SVS – Spot Vision Screener)



proLékaře.cz | 19.11.2026

Tabulka 1. Statistické vyhodnocení senzitivity a specificity u studovaných metod (FM – zamlžovací metoda, JCC – metoda zkřížených cylindrů, SVS – Spot Vision Screener)

Proměnná	FM	JCC	SVS
Plocha pod ROC křivkou (AUC)	0,75	0,892	0,801
Standardní chyba	0,063	0,0418	0,056
95% interval spolehlivosti	0,621–0,853	0,785–0,958	0,678–0,893
Z statistika	3,967	9,379	5,369
Hladina významnosti P (Plocha = 0,5)	0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Tabulka 2. Vzájemné statistické srovnání použitých metod na základě ROC křivek (FM – zamlžovací metoda, JCC – metoda zkřížených cylindrů, SVS – Spot Vision Screener)

Proměnná	FM - JCC	FM - SVS	JCC - SVS
Rozdíl mezi plochami	0,142	0,0509	0,0913
Standardní chyba	0,0549	0,0803	0,0564
95% interval spolehlivosti	0,0347–0,250	¬0,106–0,208	¬0,0192–0,202
Z statistika	2,592	0,634	1,619
Hladina významnosti P (Plocha = 0,5)	0,0095	0,526	0,1054

a Tabulka 1). Průměrná hodnota zjištěného astigmatismu byla -0,35 D (SD = 0,27 D).

Třetím testem bylo objektivní vyšetření refrakce za pomoci přenosného automatického refraktometru Spot Vision Screener. V tomto případě hodnota pro odhalení pozitivních jedinců byla menší nebo rovna -0,75 D. Statistické vyhodnocení u tohoto testu ukázalo nejnižší hodnotu senzitivity 47,6 %, ale nejvyšší hodnotu specificity 94,4 %. Výsledek (AUC = 0,801) byl statisticky významný na hladině významnosti p < 0,001 (Graf 1 a Tabulka 1). Průměrná naměřená hodnota astigmatismu byla -0,50 D (SD = 0,32 D).

Přímé porovnání všech tří výše uvedených metod ukázalo na statisticky významný rozdíl v senzitivitě a specificitě (p = 0,0095) mezi testem FM a JCC. U ostatních testů nebyl vyhodnocený rozdíl statisticky významný (FM vs. SVS, p = 0,526 a JCC vs. SVS, p = 0,105), jak je patrné též z průběhu křivek v grafu 1 (Tabulka 2).

Průměrná hodnota astigmatismu měřeného referenční technikou ARM byla -0,30 D (SD = 0,30). Celkem 43 očí mělo pozitivní astigmatický nález. Průměrná hodnota astigmatismu u těchto vybraných očí byla 0,48 D (SD = 0,30).

DISKUSE

Hodnocení senzitivity a specificity se v optometrii používá například při predikování refrakční vady u dětí. Ve studii Tonga a kol. [8] analýzou ROC křivky stanovili jako optimální diskriminační kritérium pro předpověď refrakční vady dítěte hodnotu zrakové ostrosti 0,28 logMAR. V tomto případě senzitivita modifikovaného testu ETDRS pro vyšetření zrakové ostrosti byla 72 % a specificita 97 % ve vzorku dětí ve školním věku v Singapuru.

Dále je možné senzitivitu a specificitu využít k hodnocení validity elektronických testů pro měření zrakové ostrosti. Tyto testy jsou velmi rychlé a umožňují pacientovi pomocí samovyšetření zjistit, zda má nějakou refrakční vadu. Díky studii Hashemi a kolektivu [3] víme, že statisticky významně (p = 0,013) lze pomocí těchto elektronických testů předpovědět jen myopii. V souboru 4157 studentů byla myopie díky tomuto elektronickému testu odhalena ve 25,33 %. Oproti tomu hypermetropie byla odhalena pouze v 12,81 %.

Důležitým nástrojem k hodnocení binokulárních poruch (zejména k průkazu ambylopie) u dětí je tak zvaný fotoscreening. Toto vyšetření je možné provádět i u nejmenších dětí (< 3 roky). Zrakový fotoscreening mohou například ve Velké Británii provádět i osoby, které nemají odborné vzdělání. Provádí se obvykle pomocí přenosných autorefraktometrů (například PowerRefractor, Plusoptix, iScreen, Spot Vision Screener atd.). Díky studii Sancheze a kolektivu [7] víme, že senzitivita a specificita těchto přístrojů dosahuje poměrně vysokých hodnot. Například u přístroje Plusoptix byla naměřena senzitivita až 99 % a specificita 82 %. Obecně je možné pomocí tohoto přístroje odhalit časnou amblyopii, vysokou refrakční vadu nebo detekovat podkoriovanou hypermetropii nebo překorigovanou myopii. V těchto případech se však studie zaměřují hlavně na diagnostiku hypermetropie a myopie.

V naší studii jsme senzitivitu a specificitu používali k průkazu astigmatismu u dospělých pacientů. V klinické praxi se používají různé techniky pro vyšetření očního astigmatismu. Ideální technika bude rychlá, ale zároveň přesná a nebude zatěžovat vyšetřujícího a ani vyšetřovaného

proLékaře.cz | 19.11.2026

pacienta. V optometrické praxi na prvním místě figuruje technika Jacksonových zkřížených cylindrů. Metodou druhé volby je zamlžovací technika pro určení očního astigmatismu. Tyto techniky jsou komplexní a splňují výše uvedené požadavky. V našem výzkumu jsme zjistili, že všechny námi používané objektivní i subjektivní techniky jsou na statisticky významné hladině použitelné a vhodné k průkazu očního astigmatismu. Nejvyšší senzitivitu jsme naměřili u subjektivního testu Jacksonovy zkřížené cylindry (95,2 %). Nejvyšší specificitu měl přístroj Spot Vision Screener (94,4 %), který se používá jako objektivní technika k fotoscreeningu u dětí s poruchou vývoje binokulárního vidění. Díky tomu, při předškolním screeningu očních vad pomocí tohoto přístroje, jsme schopni s velkou statistickou pravděpodobností vyřadit jedince bez závažných refrakčních vad a označit jedince s refrakčními vadami, které mají vliv na další vývoj jednoduchého binokulárního vidění.

V odborné literatuře [5] se často také rozebírá problematika inter- a intrapersonální opakovatelnosti testu. V našem případě byl tento problém (subjektivní intrapersonální vliv) potlačen tím, že každou sekvenci měření (FM-JCC-SVS) prováděla jiná osoba. Porovnávány byly metody mezi sebou.

Metoda autorefraktometru (ARM) byla pro svou objektivnost a velkou opakovatelnost v rámci měření jednoho pacienta vybrána jako referenční technika. Přístroj zaznamenal 5 měření, která průměroval. Diskriminační kritéria jednotlivých subjektivních metod ukázala (JCC = 0,25 D, FM = 0,25 D), že i tyto techniky mají velkou schopnost detekovat i nízký astigmatismus.

ZÁVĚR

V naší studii jsme hodnotili senzitivitu a specificitu u subjektivních metod pro vyšetření astigmatismu oka. Jednalo se o metodu zamlžovací a metodu zkřížených Jacksonových cylindrů. Metoda FM ukázala senzitivitu 76,2 % a specificitu 66,7 %. U metody JCC jsme naměřili senzitivitu 95,2 % a specificitu 66,7 %. Dále jsme také hodnotili objektivní techniku za pomoci přenosného refraktometru Spot Vision Screener. Zde byla hodnota senzitivity 47,6 % a specificity 94,4 %. Automatický refraktometr TRK-1P nám zajišťoval referenční hodnoty.

Při srovnání ROC křivek jsme zjistili, že existuje statisticky významný rozdíl mezi metodami FM a JCC, a to zejména v hodnotě senzitivity. Na základě získaných výsledků tedy můžeme konstatovat, že s pomocí subjektivní refrakční metody JCC dokážeme s vysokou spolehlivostí provádět záchyt a korekci očního astigmatismu. Naopak u metody objektivní (SVS) jsme schopni s vysokou spolehlivostí vyřadit pacienty, u kterých není přítomen oční astigmatismus.

LITERATURA

1. **Allen, PM., O´Leary, DJ.:** Accommodation functions: Co-dependency and relationship to refractive error. Vision Research, 46; 2006: 491-505.
2. **Anton, M.:** Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody. 3. vydání, NCONZO, 2004.
3. **Hashemi, H., Yekta, A., Jafarzadehpur, E. et al.:** Sensitivity and specificity of preschool vision screening in Iran. Iran J Public Health, 46; 2017: 207-215.
4. **Marcos, S., Diaz-Santana, L., Llorente, L., et al.**: Ocular aberrations with ray tracing and Shack–Hartmann wave-front sensors: Does polarization play a role? J. Opt. Soc. Am, 19; 2002: 1063-1072.
5. **Mohan, KM., Miller, JM., Dobson, V., et al.:** Inter-rater and intra-rater reliability in the interpretation of MTI Photoscreener photographs of Native American preschool children. Optom Vis Sci, 77; 2000: 473–482.
6. **Rozsíval, P. a kol.:** Oční lékařství. Praha, Galén, 2006, 363 s.
7. **Sanchez, I., Ortiz-Toquero, S., Martin, R. et al.:** Advantages, limitations, and diagnostic accuracy of photoscreeners in early detection of amblyopia: a review. Clin Opththalmol, 10; 2016: 1365-1373.
8. **Tong, L., Saw, SM., Tan, D.:** Sensitivity and specificity of visual acuity screening for refractive errors in school children. Optom Vis Sci, 79; 2002: 650-7.
9. **Walline, JJ., Kinney, KA., Zadnik, K., et al.:** Repeatability and validity of astigmatism measurements. J Refract Surg, 15; 1999: 23-31.