proLékaře.cz | 19.11.2026

VÝPOČET ZASTÚPENIA REFRAKČNÝCH CHÝB SLOVENSKEJ POPULÁCIE ZA POUŽITIA GULLSTRANDOVHO MODELU OKA

Popov I., Valašková J., Štefaničková J., Krásnik V., Tomčíková D.

Klinika Oftalmológie LF UK, Bratislava, prednosta doc. MUDr. Vladimír Krásnik, PhD.

Autori článku prehlasujú, že vznik odborného článku, jeho publikovanie a zverejnenie nie je predmetom stretu záujmov a nie je podporené žiadnou farmaceutickou firmou.

SÚHRN

Ciele: Refrakčnými chybami trpí značná časť populácie. O ich výskyte a zastúpení v populácii sa predpokladá, že sa s vývojom spoločnosti mení. Cieľom tejto práce je poukázať ich aktuálne rozloženie prostredníctvom výpočtu refrakcie oka za použitia Gullstrandovho modelu oka.
Materiál a metodika: Retrospektívny výpočet refrakcie oka pomocou Gullstrandovho modelu. Refrakcia bola vypočítaná ako potrebná okuliarová korekcia vo vertexovej vzdialenosti 12 mm. Údaje potrebné pre výpočet boli získané pomocou optického biometra Lenstar. Údaje, ktoré nemohli byť zmerané pre limity prístroja boli dosadené z Gullstrandovho vzorca. Výpočty boli prezentované iba z pravého oka. Údaje boli interpretované s použití deskriptívnej štatistiky, Pearsonovej korelácie a t-testu. Hladina významnosti pri štatistických testov bola zvolená 5 %.
Výsledky: Analyzovaných bolo 1663 pacientov (z toho 665 mužov a 998 žien) vo veku od 19 po 96 rokov. Priemerný vek súboru bol 70,8 ± 9,53 rokov. Priemerná refrakcia bola 2,73 ± 2,13D (muži 2,49 ± 2,34, ženy 2,90±2,76). Priemerná absolútna refrakcia bola 3,01 ± 1,58 (muži 2,83 ± 2,95, ženy 3,25 ± 3,35). 89,06 % malo určitú formu hypermetropie, 6,61 % bolo myopických a iba 4,33 % súboru bolo emetropických. Medzi refrakciou a vekom sa nenašla korelácia.
Záver: Ženy vykazovali väčší posun k k hypermetropií ako muži. S vekom nedochádzalo k štatisticky významnej hypermetropizácii súboru. Podľa našich odhadov výpočty za použitia Gullstrandovho modelu vykazujú výrazný hypermetropický posun refrakcie o viac ako +2D. Naše výsledky môžu slúžiť ako stav na porovnanie vývoja refrakcie populácie v budúcnosti, za použitia rovnakých metodiky.
Kľúčové slová: refrakčné chyby, refrakcia, Gullstrandov model oka, populácia, emetropia

SUMMARY

PREVALENCE OF REFRACTIVE ERRORS IN SLOVAK POPULATION CALCULATED USING GULLSTRAND SCHEMATIC EYE

Purpose: Large part of the population suffers of some kind of refractive errors. It is supposed that their prevalence could change with the development of the society. The aim of this study is to determine the prevalence of refractive errors using calculations based on the Gullstrand schematic eye.
Methods: We used Gullstrand schematic eye to calculate refraction retrospectively. Refraction was presented as needed glasses correction in vertex distance 12 mm. Necessary data was obtained with the optical biometer Lenstar LS900. Data which could not be obtained due to the device limitation were substituted by theoretical data from the Gullstrand schematic eye. Only analyses from the right eyes were presented. Data were interpreted using descriptive statistics, Pearson correlation and t-test. Statistical tests were conducted at significance level of 5 %.
Results: In our sample were 1663 patients (665 males, 998 females) in age from 19 to 96 years. Average age was 70,8 ± 9,53 years. Average refraction of the eye was 2,73 ± 2,13D (males 2,49 ± 2,34, females 2,90 ± 2,76). Mean absolute error from emmetropia was 3,01 ± 1,58 (males 2,83 ± 2,95, female 3,25 ± 3,35). 89,06 % of the sample was hyperopic, 6,61 % was myopic and 4,33 % emmetropic. We did not find correlation between refraction and the age.
Conclusion: Females were more hyperopic than males. We did not find any statistically significant hypermetopic shift of the refraction with the age. According to our estimation the calculations of refractive errors showed hypermetropic shift of more than +2D from reality. Our results could be used in future for comparing prevalence of refractive errors using same methods as we used.
Key words: refractive errors, refraction, Gullstrand schematic eye, population, emmetropia

Čes. a slov. Oftal., 73, 2017, No. 3, p. 113–117



Do redakce doručeno dne 2. 6. 2017
Do tisku přijato dne 22. 8. 2017

MUDr. Ivajlo Popov,
Klinika Oftalmológie LFUK
Ružinovská
682 06 Bratislava
e-mail: ivajlo.popov@gmail.com

proLékaře.cz | 19.11.2026

ÚVOD

Základné refrakčné chyby (myopia, hypermetropia a astigmatizmus) sa vyskytujú u veľkej časti populácie celosvetovo (11). Ak sú nekorigované alebo nesprávne korigované, môžu spôsobovať pokles zrakovej ostrosti. Podľa WHO je zrakové postihnutie charakterizované ako zraková ostrosť horšia než 6/18. Zrakové postihnutie je delené do piatich kategórii, kde 1–3 predstavujú žiadne až ťažké zrakové postihnutie. Zraková ostrosť horšia ako 3/60 je považovaná ako slepota rôznej závažnosti (kategórie 3–5) (1).

Nekorigované refrakčné chyby tvoria až 43 % príčin slabozrakosti a 3 % prípadov slepoty, pričom tento stav je pomerne jednoducho a efektívne odstrániteľný (11). Tieto chyby spôsobujúce slabozrakosť môžu byť veľmi ľahko diagnostikované, zmerané a korigované pomocou okuliarov alebo iných korekčných pomôcok.

Zrakové poškodenie spôsobené nekorigovanou refrakčnou chybou môže mať okamžité alebo aj dlhodobé následky u detí a dospelých, ako strata pracovných alebo vzdelávacích možností, strata ekonomického príjmu pre jednotlivcov a ich rodiny ako aj zhoršená kvalita života (12).

Zo všetkých základných refrakčných chýb sa v poslednom období dostáva do popredia epidemiológia myopie, ktorá začína byť výrazným problémom hlavne v Ázijských krajinách ale aj v krajinách západného sveta. V posledných desaťročiach je pozorovaný nárast výskytu myopie (6, 9, 16). Veľa štúdií sa domnieva, že to môže súvisieť so zmenou životného štýlu ľudstva. Ako hlavné rizikové faktory sú často menované práca na blízko, vzdelávanie, menej času stráveného vonku (15, 17, 18). Zo spomenutých pozorovaní vyplýva, že zastúpenie refrakčných chýb v populácii nie je statický jav, ale má tendenciu sa meniť s vývojom spoločnosti a životného štýlu. Preto sme sa rozhodli zistiť aktuálny refrakčný stav našej populácie na základe kalkulácie s využitím Gulltrandovho modelu oka. Tento prehľad refrakčných chýb populácie, ktorý okrem popisného charakteru, môže do budúcnosti slúžiť na styčný bod v čase pri porovnaní ich vývoja.

METODIKA

Pred začatím analýzy sme požiadali etickú komisiu Univerzitnej nemocnice Bratislava v Ružinove o schválenie spracovania dát. Štúdia bola realizovaná za dodržania princípov Helsinskej deklarácie. Jedná sa o retrospektívnu štúdiu, ktorá zahŕňa biometrické údaje očí pacientov, pred operáciou sivého zákalu. Biometrické dáta očí boli v čase merania zbierané s cieľom presnej kalkulácie dioptrickej sily umelej vnútroočnej šošovky, ktorá mala byť implantovaná pacientom počas operácie katarakty. Údaje boli zbierané od pacientov Kliniky oftalmológie LFUK a UNB Ružinov. Biometrické parametre očí boli merané pomocou optického biometra Lenstar LS900 využívajúceho princíp OLCR (Optical Low Coherence Reflectometry). Na každom jednotlivom oku boli realizované minimálne 5 meraní pomocou optického biometria Lenstar LS900.

Pri analýze sme vychádzali z predpokladu, že oči s extrémne krátkou alebo dlhou axiálnou dĺžkou s veľkou pravdepodobnosťou prestavujú určitú formu anomálneho vývoja oka alebo iného patologického stavu (pooperačná atrofia, úraz a iné) a nepredstavujú reprezentatívnu vzorku patriacu k norme. Ako hranice normy sme zvoli 21 a 27 mm. Preto sme z analýzy vyradili oči, ktoré sú kratšie ako 21 mm a dlhšie ako 27 mm. Z analýzy boli vylúčení pacienti, ktorí mali zmerané iba jedno oko, keďže sme chceli porovnávať aj rozdiely medzi očami u jednotlivých pacientov. Taktiež boli vyradení pacienti, kde chýbali na jednom alebo oboch očiach údaje potrebné ku kalkulácii refrakcie oka. Iba oči s vlastnou šošovkou (tzv. fakické oči) boli zahrnuté do súboru.

Vzhľadom na to, že sa jedná o retrospektívnu štúdiu na veľkom počte pacientov, kde by zistenie ich objektívnej refrakcie pomocou automatického keratorefraktometra bolo logisticky veľmi ťažko realizovateľné, sme sa rozhodli refrakciu (hodnotu okuliarovej korekcie potrebnej na dosiahnutie emetropie 0D) vypočítať dosadením presných biometrických hodnôt oka do Gullstrandovho modelu oka.

Z biometrických meraní boli použité nasledovné parametre: axiálna dĺžka oka, centrálna hrúbka rohovky, hĺbka prednej komory, priemerný polomer zakrivenia prednej plochy rohovky a hrúbka šošovky. Keďže je hĺbka prednej komory meraná prístrojom od povrchu rohovky po prednú plochu šošovky, bol do tohto rozmeru odrátaná centrálna hrúbka rohovky pre využitie do optického modelu. U údajov, ktoré prístroj Lenstar LS900 nedokázal zmerať niektoré potrebné údaje (napríklad zakrivenie zadnej plochy rohovky alebo plôch šošovky) boli použité hodnoty z daného modelu oka. Z modelu boli zvolené indexy lomu optických médií. Index lomu rohovky bol zvolený 1,376. Index lomu komorového moku a sklovca bol zvolený 1,336. Index lomu kôry a jadra šošovky bol 1,386 a 1,406. Polomer zadnej plochy rohovky bol zvolený 6,8 mm. Polomery prednej plochy šošovky/prednej plochy jadra šošovky/ zadnej plochy jadra šošovky/ zadnej plochy šošovky bol +0,01/+0,007911/-0,00576/-0,006 m (vrátane znamienkovej konverzie, tzn. merané od vrcholu refrakčnej plochy, kde smer priechodu lúčov je považovaný ako kladný). Po dosadení daných údajov do Gullstrandovho modelu oka sme vypočítali potrebnú vloženú okuliarovú korekciu v dioptriách vo vertexovej vzdialenosti 12 mm na dosiahnutie emetropie.

Dáta boli analyzované a interpretované za pomoci popisnej štatistiky. U spojitých alebo intervalových premenných bolo najprv hodnotené ich normálne rozloženie za pomoci vizuálneho hodnotenia a Shapiro-Wilk testu. Niektoré z charakteristík vykazovali mierne odchýlky od normálneho rozloženia (pri našom vysokom počte pacientov tieto odchýlky nemajú výrazný dopad na analýzu pri predpokladanom normálnom rozložení dát), preto sme uviedli medián a rozsah medzi prvým a tretím kvartilom (Q1-Q3). Na zhodnotenie vzťahu medzi jednotlivými premennými sme použili Pearsonov korelačný koeficient. Na porovnanie priemerov bol použitý t-test. U všetkých štatistických analýz bol zvolená hladina významnosti 5 %. Dáta boli štatisticky spracované pomocou softwaru IBM® SPSS® Statistics.

VÝSLEDKY

Z celkového súboru 1963 pacientov po uplatnení horespomenutých inklúznych kritérií bolo do analyzovaného súboru

proLékaře.cz | 19.11.2026

Tab. 1 Jednotlivé refrakcie celého súboru

		PR	LR	Abs. PR	Abs. LR	Abs. rozdiel R
Priemer		2,73	2,75	3,09	3,09	0,55
Median		2,92	2,89	3,01	2,95	0,36
Smerodajná odchýlka		2,13	2,13	1,58	1,59	0,74
95% CI priemeru	**dolný limit**	2,63	2,65	3,01	3,02	0,52
	horný limit	2,84	2,86	3,16	3,17	0,59
Minimum		-8,42	-8,56	0,00	0,01	0,00
Maximum		8,90	14,05	8,90	14,05	14,07
Q1-Q3 rozsah		1,8–3,98	1,99–4,05	1,81–3,98	2,02–4,03	0,18–0,68

Tab. 2 Refrakcie pre mužov a ženy oddelene

		PR	LR	Abs. PR	Abs. LR	Abs. rozdiel
Muži						
Priemer		2,49	2,51	2,83	2,85	0,54
Median		2,34	2,36	2,72	2,74	0,49
SD		2,64	2,66	2,95	2,96	0,59
95% CI priemeru	**dolný limit**	2,68	2,62	2,75	2,73	0,35
	horný limit	2,02	1,98	1,50	1,45	0,64
Minimum		-7,20	-5,59	0,00	0,04	0,00
Maximum		8,90	8,86	8,90	8,86	6,73
Q1-Q3 rozsah		1,55–3,67	1,63–3,68	1,77–3,71	1,82–3,73	0,18–0,66
Ženy						
Priemer		2,90	2,92	3,25	3,26	0,56
Median		2,76	2,78	3,15	3,15	0,51
SD		3,03	3,05	3,35	3,36	0,61
95% CI priemeru	**dolný limit**	3,09	3,02	3,17	3,09	0,37
	horný limit	2,19	2,20	1,61	1,65	0,80
Minimum		-8,42	-8,56	0,00	0,01	0,00
Maximum		8,75	14,05	8,75	14,05	14,07
Q1-Q3 rozsah		1,96–4,20	1,96–4,14	2,15–4,25	2,09–4,22	0,17–0,69

zaradených 1663 pacientov (z toho 665 mužov a 998 žien). V súbore bolo vekové zastúpenie jednotlivcov od 19 po 96 rokov. Priemerný vek bol 70,8 ± 9,53 rokov (muži 69,95 ± 10,18 a ženy 71,57 ± 8,99 rokov). Zber dát sa uskutočnil od septembra 2014 po august 2016.

Popisná štatistika refrakcie na pravom a ľavom oku, spolu s absolútnou refrakciou a absolútnym rozdielom refrakcie medzi pravým a ľavým okom zobrazuje tabuľka 1.

Priemerný rozdiel refrakcie medzi pravým a ľavým okom neboli klinicky ani štatisticky ($p > 0,05$) významné, preto sme sa rozhodli ďalšie analýzy realizovať iba na pravom oku. Priemerné hodnoty pre mužov a ženy ukazuje tabuľka 2. Z tabuľky 2 vyplýva, že ženy sú viac hypermetropické ako muži až o +0,41D. Tento rozdiel je štatisticky významný ($p < 0,001$).

Refrakčné chyby sme rozdelili podľa závažnosti na: ťažkú myopiu (menej ako -6D), stredne ťažkú myopiu (≥ -6D po -3D), ľahkú myopiu (≥ -3D po -0,5D), emetropiu (≥ -0,5D po ≤+0,5D), ľahkú hypermetropiu (> +0,5 po +2D), stredne ťažkú hypermetropiu (≥ +2D až +5D) a ťažkú hypermetropiu (viac ako +5D). Výsledky rozloženia refrakčných chýb zobrazuje tabuľka 3.

Vzhľadom na predpokladaný trend myopizácie mladšej populácie, sme rozdelili náš súbor do rôznych vekových kategórií. V mladších skupinách a v najstaršej vekovej skupi-

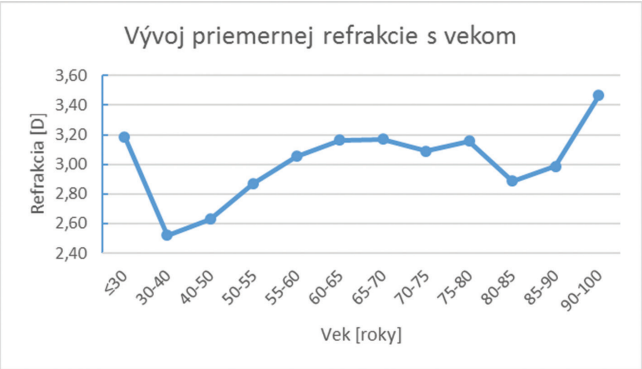
Tab. 3 Rozloženie refrakčných chýb v súbore

Refrakcia oka [D]	N	% zo súboru
>+6	171	10,28 %
(+2;+6]	1009	60,67 %
(+0,5;+2]	301	18,10 %
[-0,5;+0,5]	72	4,33 %
[-3;-0,5)	75	4,51 %
[-6;-3)	27	1,62 %
<-6	8	0,48 %

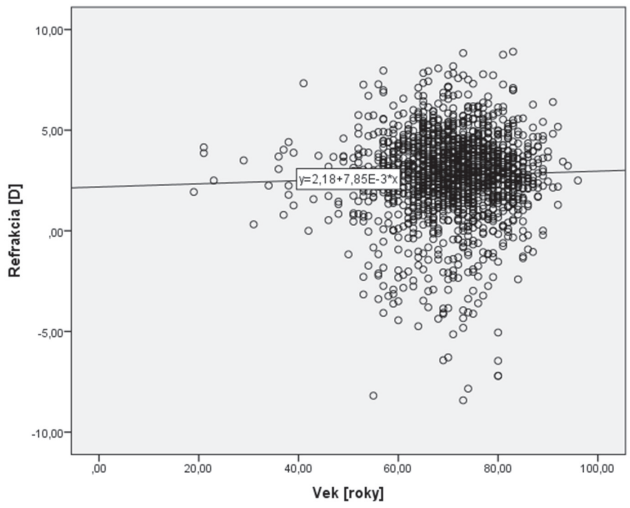
proLékaře.cz | 19.11.2026

Tab. 4 Priemerné refrakcie v jednotlivých vekových skupinách

Vekový interval [roky]	Priemerná refrakcia v SE [D]	SD	N
≤30	3,19	0,84	5
30–40	2,52	1,33	11
40–50	2,63	1,90	18
50–55	2,87	2,47	56
55–60	3,05	2,51	123
60–65	3,16	2,05	221
65–70	3,17	2,19	328
70–75	3,09	2,22	376
75–80	3,16	2,11	285
80–85	2,89	1,76	176
85–90	2,99	1,49	55
90–100	3,46	1,58	9



Graf 1 Vývoj priemernej refrakcie v jednotlivých vekových skupinách



Graf 2 Korelácia refrakcie s vekom

ne, kde bol počet pacientov malý sme vytvorili skupiny po dekádach veku, u ostatných skupín sme vyčlenili päťročné vekové intervaly. Výsledky refrakcie v jednotlivých vekových skupinách spolu s trendovou krivkou pre jednotlivé dekády vidíme na tabuľke 4 a grafe 1.

Pomocou bivariačne analýzy sme zistili, že korelácia refrakcie s vekom je zanedbateľná (Pearsonov korelačný koeficient = 0,035) a štatisticky nevýznamná ($p > 0,05$). Koreláciu refrakcie s vekom zobrazuje graf 2.

DISKUSIA

Je veľmi ťažké spraviť dokonalé porovnanie našich výsledkov s inými štúdiami, keďže mnohé štúdie používajú iné kritéria pre stupne ametropie. The Blue Mountains Eye Study (BMES) a EPIC-Norfolk Eye Study použili podobnú definíciu emetropie ako naša štúdia (3, 4). Priemerná refrakcia nášho súboru bola +2,73 ± 2,13D, čo je výrazný posun k hypermetropii oproti BMES, kde bola nameraná priemerná hodnota refrakcie +0,67. Výsledky podobné BMES majú aj iné štúdie (2, 4, 7). Nepredpokladali sme, že Slovenská populácia má takýto výrazný posun k hypermetropii, preto sme predpokladali nepresnosť Gulldstrandovho modelu, na základe ktorého došlo ku kalkulácií o +2,22D k priemeru z BMES.

Z nášho pozorovania taktiež vyplynulo, že ženy boli viac hypermetropické o +0,41D ako muži ($p<0,001$). Aj BMES poukazovala na viac hypermetropickú priemernú refrakciu u žien o +0,16D (3).

Výsledky analyzovaného súboru poukazovali, že 89,06 % trpí určitou formou hypermetropie, 6,61 % myopie a iba 4,33 % emetropie. Oproti ostatným štúdiám je zastúpenie hypermetropov výrazne vyššie (3, 4, 10). Preto sme si ako populačný priemer zvolili BMES a urobili rozloženie refrakcie v našom súbore, kde sme hranice pre jednotlivé refrakčné chyby posunuli o +2,22D (napríklad za emetropiu bola považovaná refrakcia od +1,72D do +2,72D atď.). Po tejto korekcii bolo zastúpenie všetkých hypermetropov 57 %, emetropov 20 % a myopov 23 %. Tieto výsledky sú porovnateľné s inými štúdiami (3, 4, 10).

Z grafu 1 vidno, že refrakcia mala s vekom tendenciu stúpať, avšak korelácia refrakcie s vekom nepotvrdila tento stúpajúci trend (graf 2). Stúpajúcu refrakciu s vekom pozorovali aj v BMES (3). Môže to súvisieť s niektorými autormi pozorovaným fenoménom skracovania sa axiálnej dĺžky oka s vekom (5, 13), ktorá úzko súvisí s refrakčnými chybami oka. Taktiež spojitosť môžeme nájsť so zvyšujúcim sa výskytom myopie v posledných desaťročiach ako následok adaptácie na pracovné činnosti na krátku vzdialenosť (15, 17). Z grafu 1 vidíme medzi mladšími subjektami ako 30 rokov a 3. dekádou výrazný pokles s postupným vzostupom refrakcie. Tento jav môže byť spôsobený náhodou, keďže sa v najmladšej skupine subjektov je veľmi malý počet pacientov (N = 5), čo môže skresľovať výsledky.

V niektorých štúdiách je popisovaný myopický posun refrakcie u ľudí nad 75 rokov (8, 14). Toto bolo vysvetlené možnými zmenami starnúcej zakalenej šošovky, ktorá spôsobuje tento posun u pacientov nad 85 rokov veku (14). V našom súbore sme takýto posun nezaznamenali, čo je v súlade so zisteniami v BMES (3).

Z našich pozorovaní vyplýva, že Gullstrandov model oka pri dosadení reálne nameraných biometrických parametrov poskytuje hypermetropický posun vypočítanej refrakcie.

proLékaře.cz | 19.11.2026

Presnú hodnotu posunu nemožno zmerať, ale podľa našich pozorovaní sa jednalo o viac ako +2D.

Daný výpočet nám však môže celkom presne poukazovať trend zmeny refrakcie s vekom, kde sme pozorovali mierny hypermetropický posun refrakcie, ktorý však nebol štatisticky významný. Je veľmi obťažne hodnotiť, či je tento posun spôsobený naozaj anatomickými a fyzikálnymi zmenami v optickom systéme oka spôsobených starnutím u jednotlivých jedincov, alebo je posun spôsobený postupnou myopizáciou mladšej populácie. Na vyriešenie tohto sporu by bolo potrebné pozorovanie jednotlivých subjektov vo veľmi dlhom sledovacom období, čo by bolo technicky veľmi náročné.

Naše výsledky môžu slúžiť ako orientácia pre korekciu presnosti refrakcii meraných pomocou modelov oka založených na Gullstrandovom modeli oka. Taktiež naše výsledky môžu slúžiť ako obraz rozdelenia refrakcie Slovenskej populácie v danom období, kde pri zopakovaní nášho postupu s časovým odstupom, budeme môcť porovnať zmenu refrakčného stavu našej populácie.

Poďakovanie

Týmto by som chcel poďakovať RNDr. Františkovi Pluháčkovi, Ph.D., a Mgr. Martinovi Falharovi, Ph.D., z Katedry optiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, ktorí nám veľmi pomohli s výpočtami refrakcie.

LITERATÚRA

1. http://www.who.int/blindness/Change%20the%20Definition%20of%20Blindness.pdf
2. Aine E: Refractive errors in a Finnish rural population. Acta Ophthalmol (Copenh), 1984, 62(6): 944–954.
3. **Attebo K, Ivers RQ, Mitchell P:** Refractive errors in an older population: the Blue Mountains Eye Study. Ophthalmology, 1999, 106(6):1066–1072.
4. **Foster PJ, Broadway DC, Hayat S, Luben R, Dalzell N, Bingham S, Wareham NJ, Khaw KT:** Refractive error, axial length and anterior chamber depth of the eye in British adults: the EPIC-Norfolk Eye Study. Br J Ophthalmol, 2010, 94(7): 827–830.
5. **Fotedar R, Wang JJ, Burlutsky G, Morgan IG, Rose K, Wong TY, Mitchell P:** Distribution of axial length and ocular biometry measured using partial coherence laser interferometry (IOL Master) in an older white population. Ophthalmology, 2010, 117(3): 417–423.
6. **Holden B, Sankaridurg P, Smith E, Aller T, Jong M, He M:** Myopia, an underrated global challenge to vision: where the current data takes us on myopia control. Eye, 2014, 28(2): 142–146.
7. **Hyams SW, Pokotilo E, Shkurko G:** Prevalence of refractive errors in adults over 40: a survey of 8102 eyes. Br J Ophthalmol, 1977, 61(6): 428–432.
8. **Lavery JR, Gibson JM, Shaw DE, Rosenthal AR:** Refraction and refractive errors in an elderly population. Ophthalmic Physiol Opt, 1988, 8(4): 394–396.
9. **Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ:** Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000. Ann Acad Med Singapore, 2004, 33(1): 27–33.
10. **Olsen T, Arnarsson A, Sasaki H, Sasaki K, Jonasson F:** On the ocular refractive components: the Reykjavik Eye Study. Acta Ophthalmol Scand, 2007, 85(4): 361–366.
11. **Pascolini D, Mariotti SP:** Global estimates of visual impairment: 2010. Br J Ophthalmol, 2012, 96(5): 614–618.
12. **Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti SP, Pokharel GP:** Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. Bull World Health Organ, 2008, 86(1): 63–70.
13. **Shufelt C, Fraser-Bell S, Ying-Lai M, Torres M, Varma R:** Refractive Error, Ocular Biometry, and Lens Opalescence in an Adult Population: The Los Angeles Latino Eye Study. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2005, 46(12): 4450–4460.
14. **Slataper FJ:** Age norms of refraction and vision. Arch Ophthalmol, 1950, 43(3): 466–481.
15. **Tsai D-C, Fang S-Y, Huang N, Hsu C-C, Chen S-Y, Chiu AW-H, Liu CJ-L:** Myopia Development Among Young Schoolchildren: The Myopia Investigation Study in TaipeiIncident Myopia Among Schoolchildren in Taipei. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2016, 57(15): 6852–6860.
16. **Vitale S, Sperduto RD, Ferris FL, 3rd:** Increased prevalence of myopia in the United States between 1971-1972 and 1999-2004. Arch Ophthalmol, 2009, 127(12): 1632–1639.
17. **Wang Q, Klein BE, Klein R, Moss SE:** Refractive status in the Beaver Dam Eye Study. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1994, 35(13): 4344–4347.
18. **Wensor M, McCarty CA, Taylor HR:** Prevalence and risk factors of myopia in Victoria, Australia. Arch Ophthalmol, 1999, 117(5): 658–663.