proLékaře.cz | 19.11.2026

ANALÝZA PŘEDOZADNÍHO POMĚRU OPTICKÉ MOHUTNOSTI ROHOVKY POMOCÍ OCT

Fůs M., Pitrová Š.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Kladno

Autoři práce prohlašují, že vznik i téma odborného sdělení a jeho zveřejnění není ve střetu zájmů a není podpořeno žádnou farmaceutickou firmou. Práce nebyla zadána jinému časopisu ani jinde otištěna.

Do redakce doručeno dne: 1. 4. 2022
Přijato k publikaci dne: 13. 7. 2022



Ing. Martin Fůs
Katedra přírodovědných oborů
Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze
nám. Sítná 3105
272 01 Kladno 2
E-mail: martin.fus@cvut.cz

SOUHRN

Cíl: Cílem studie bylo analyzovat předozadní poměr optické mohutnosti rohovky (*AP* poměr), provést komparaci výsledných hodnot s hodnotami teoretických modelů oka a definovat vliv použití individuální hodnoty poměru na aproximaci celkové mohutnosti rohovky.
Materiál a metody: Do souboru bylo zařazeno celkem 406 očí. Každý pacient podstoupil vyšetření na OCT (RTVue XR) s TCP módem, dle kterého byl stanoven *AP* poměr rohovky, dále byly stanoveny biometrické parametry oka (Lenstar LS900). Vzájemný vztah biometrických parametrů oka a individuální hodnoty AP poměru byl hodnocen pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. V analýze byly výsledky *AP* poměru komparovány s vybranými schématickými modely oka. Za využití Gaussových vztahů byla dosazením hodnoty *AP* poměru realizována teoretická kalkulace celkové optické mohutnosti rohovky (K_G), která byla komparována s reálně naměřenou celkovou optickou mohutností (*TCP*).
Výsledky: Průměrná hodnota z individuálně stanovených *AP* poměrů byla rovna 1,17 ±0,02. Nejčetněji zastoupeným intervalem (33,74 %) byl 1,17–1,18 hodnoty *AP* poměru, přičemž naprostá většina očí (79,56 %) byla v rozsahu 1,15–1,20. Teoretické hodnoty celkové optické mohutnosti rohovky se statisticky významně lišily ($p < 0,05$) od *TCP* (kromě modelu oka dle Liou-Brennana, kdy $p = 0,06$). Nejnižší průměrná diference hodnot byla nalezena pro schématický model dle Navarra. Závislost hodnot měřeného *AP* poměru a biometrických parametrů dosáhla střední negativní korelace ($r = -0,50$ pro $p < 0,05$) s parametrem zakřivení zadní plochy rohovky (R_p) a dále slabá negativní korelace s průměrem limbu WtW ($r = -0,26$ pro $p < 0,05$) a slabá pozitivní s centrální tloušťkou rohovky *CCT* ($r = 0,17$ pro $p < 0,05$).
Závěr: Předpoklad konstantní hodnoty *AP* poměru dle vybraných schématických modelů oka se statisticky významně liší od reálně naměřených hodnot a byla pro něj definována pouze negativní slabá korelace s velikostí průměru limbu. Použitím výsledné průměrné hodnoty stanoveného *AP* poměru (1,17 ±0,02) bylo docíleno nižší diference reálné a kalkulované celkové optické mohutnosti rohovky.
Klíčová slova: *AP* poměr rohovky, radius zadní plochy rohovky, celková mohutnost rohovky, optická koherenční tomografie

SUMMARY

ANALYSIS OF CORNEAL ANTEROPOSTERIOR RATIO OF OPTICAL POWER USING OCT

Aims: The aim of the study was to analyse the values of the anteroposterior corneal optical power ratio (*AP* ratio), to compare the resulting values with those of theoretical models of the eye, and to define the effect of using an individual ratio value on the approximation of the total corneal power.
Material and Methods: A total of 406 eyes were included. Each patient underwent an OCT (RTVue XR) examination, according to which the *AP* ratio of the cornea was determined, as well as the biometric parameters of the eye (Lenstar LS900). The correlation between the biometric parameters of the eye and the individual *AP* ratio values was evaluated using Pearson's correlation coefficient. In the analysis, the *AP* ratio results were compared with selected schematic models of the eye. Using Gaussian equations, a theoretical calculation of the total corneal optical power (K_G) was performed, by fitting the *AP* ratio value and comparing it with the actually measured total corneal power (*TCP*).
Results: The mean value of the individually determined *AP* ratio was 1.17 ±0.02. The most frequently represented interval (33.74 %) was 1.17 to 1.18 *AP* ratio values, with the vast majority of eyes (79.56 %) in the range of 1.15 to 1.20. Individual values of total corneal optical power were statistically significantly different ($p < 0.05$) from the theoretical values of *TCP* (except in the Liu-Brennan eye model, where $p = 0.06$). The lowest mean difference of values was found for the Navarro schematic model. The dependence of the measured *AP* ratio values and biometric parameters reached a moderate negative correlation ($r = -0.50$ for $p < 0.05$) with the parameter corneal posterior surface curvature (R_p), as well as a weak negative correlation with limbal diameter *WtW* ($r = -0.26$ for $p < 0.05$) and a weak positive correlation with central corneal thickness *CCT* ($r = 0.17$ for $p < 0.05$).
Conclusion: The assumption of a constant value of the *AP* ratio according to the selected schematic models of the eye is statistically significantly different from the actual measured values and was defined to have only a negative weak correlation with the size of the limbus diameter. Using the resulting average value of the determined *AP* ratio (1.17 ±0.02), a lower difference between real and calculated total corneal optical power was achieved.
Keywords: corneal *AP* ratio, posterior corneal radius, total corneal power, optical cohoerence tomography

Čes. a slov. Oftal., 78, 2022, No. 5, p. 228–232

proLékaře.cz | 19.11.2026

ÚVOD

Optoelektronická keratometrie je nejčastěji používaným nástrojem pro stanovení centrální části optické mohutnosti rohovky. Principem je využití reflexe přední plochy rohovky, čímž definujeme její radius a optickou mohutnost. Celkovou optickou mohutnost rohovky však ovlivňuje její zadní plocha, kterou je možné stanovit použitím metod rohovkové topografie nebo předně-segmentové optické koherenční tomografie (OCT) [1]. Stále převládající využití očních keratometrů nebo biometrů celkovou mohutnost rohovky, tedy zahrnutí vlivu radiu zadní plochy, pouze aproximují podle konvenčně přijímaného konstantního poměru radiu přední a zadní plochy rohovky v centrální části (neboli *AP* poměr). V moderních kalkulačních vzorcích pro kataraktovou chirurgii je pro zohlednění celkové mohutnosti rohovky (bez topografie) využíváno regresních vzorců nebo Gaussova principu, kde kromě dalších proměnných vystupuje *AP* poměr jako konstantní hodnota *AP* = ±1,13 dle Gullstrandova modelu oka [2,3,4]. Alternativní modely oka jako jsou například Le Grand [5], Navarro [6] nebo Liou-Brennan [7] používají odlišné hodnoty poměru [3].

Cílem studie byla retrospektivní analýza 406 očí s fyziologickým nálezem, kteří absolvovali biometrické vyšetření současně topografii na předně-segmentovém OCT, díky kterému bude možné definovat individuální hodnoty *AP* poměru, průměrnou diferenci s konstantami pro vybrané schématické modely oka včetně stanovení rozdílu aproximované celkové mohutnosti a reálně měřené celkové optické mohutnosti rohovky. Dále bude vyhodnocen vzájemný vztah biometrických parametrů oka a individuální hodnoty *AP* poměru.

MATERIÁL A METODY

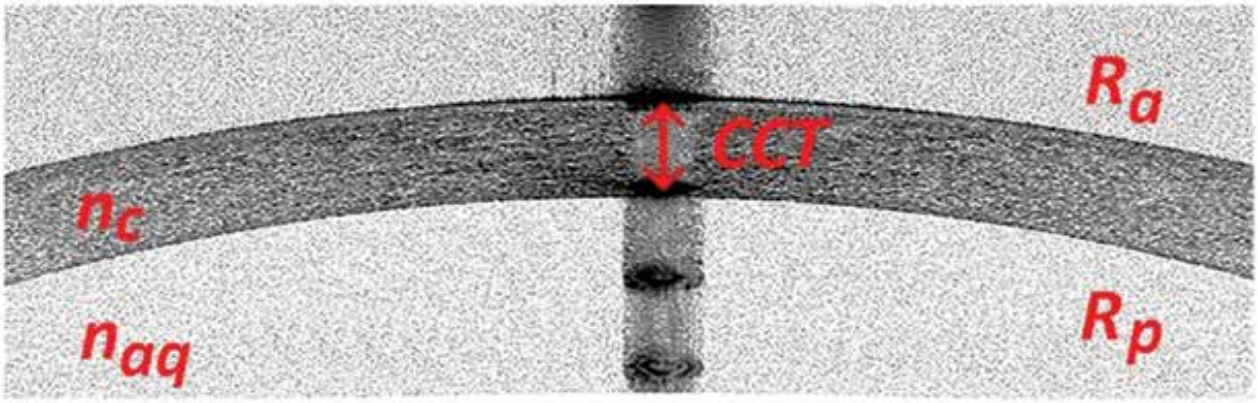
Analyzovaný soubor tvořený z 64,87 % ženami a 35,13 % muži čítal celkem 406 očí. Průměrný věk souboru činil 45 ±7 v rozpětí 15 až 80 let. Všichni pacienti splňovali následující inkluzivní kritéria: ametropie ±4,5 D, oční nález bez patologií a relativních kontraindikací ovlivňujících anatomické poměry oka. Biometrické parametry oka (axiální délka oka – *AL*; hloubka přední komory – *ACD*; pachymetrie – *CCT*; průměru limbu – *WtW*) a keratometrie (*K*) dle přední plochy byly stanoveny pomocí optického biometru (Lenstar LS900, Haag-Streit, Švýcarsko). Radius přední (R_a) i zadní (R_p) plochy rohovky a její celková optická mohutnost (*TCP*) (Obrázek 1) v oblasti měření o průměru 3 mm byly vyhodnoceny pomocí předněsegmentového modulu na OCT Avanti (OptoVue, USA). Pro statistické zpracování (Pearsonův korelační koeficient *r*, dvouvýběrový T-test pro statistickou významnost *p*) bylo využito funkcí softwaru STATISTICA 10 (StatSoft) a MS Excel (Office 365).

Dle naměřených hodnot pomocí OCT byl stanoven individuální *AP* poměr (definován podílem R_a/R_p) každého oka, jeho korelace s biometrickými daty (Pearsonův korelační koeficient), dále diference a statistická významnost rozdílu od teoretických hodnot dle vybraných schematických modelů oka (Gullstrand, Le Grand, Navaro, Liou-Brennan). Následně byla realizována komparace parametru celkové optické mohutnosti dle OCT (NetPower) a teoreticky kalkulované hodnoty (K_G) pomocí individuálně stanoveného *AP* poměru za využití níže uvedených Gaussových vztahů [3,8]:

$$P_p = \frac{(n_c - n_{aq})}{(1/AP) \cdot R_a} \quad (1)$$

$$K_G = P_a - P_p + CCT \cdot P_a \cdot \frac{P_p}{n_c} \quad (2)$$

kde P_p [D] je kalkulovaná optická mohutnost zadní plochy rohovky, R_a [mm] je radius přední plochy rohovky, P_a [D] je optická mohutnost přední plochy rohovky, n_c [-] jako index lomu rohovky, n_{aq} [-] index lomu komorové tekutiny, *CCT* [m] je centrální pachymetrie, K_G [D] je celková (totální) optická mohutnost rohovky a *AP* [-] je hodnota předozadního poměru rohovky.



Obrázek 1. Ukázkový snímek tomografického řezu centrální části rohovky o průměru 3 mm
R_a – radius přední plochy rohovky, R_p – radius zadní plochy rohovky, n_c – index lomu rohovky, n_{aq} – index lomu komorové tekutiny, *CCT* – centrální pachymetrie

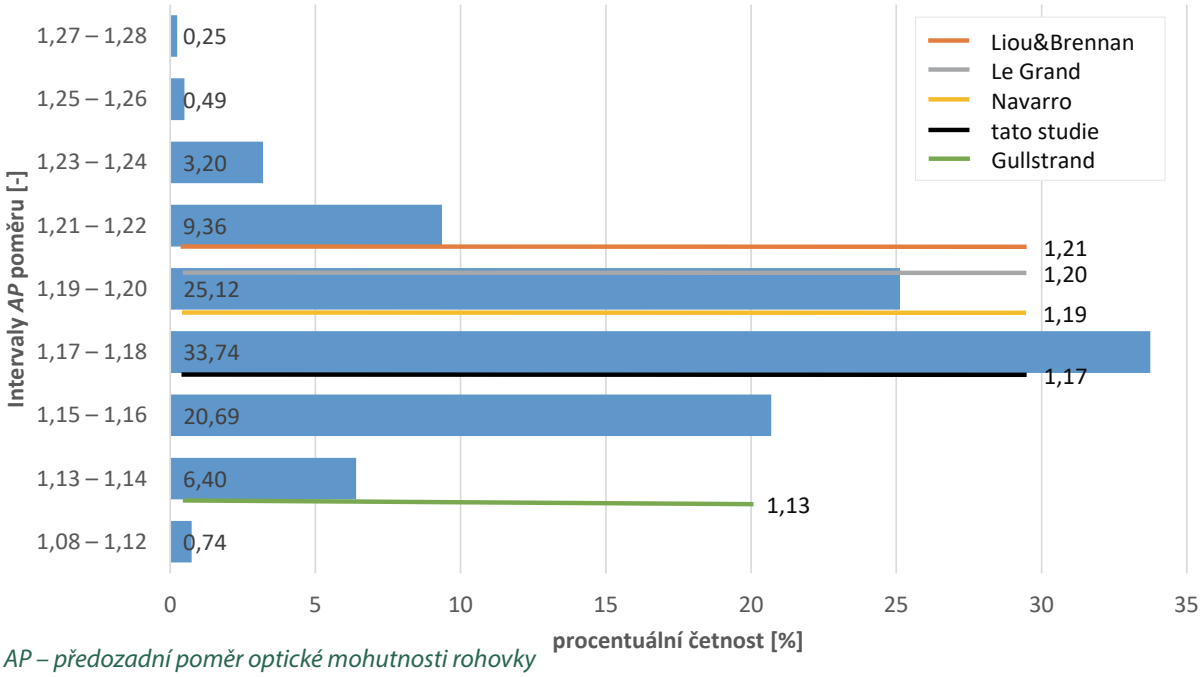
proLékaře.cz | 19.11.2026

VÝSLEDKY

Po stanovení individuálního *AP* poměru byly hodnoceny četnosti v rozsahu minimální (1,08) až maximální (1,27) hodnoty rozděleny na intervaly po 0,04. Nejčetněji zastoupeným intervalem (33,74 %) byl 1,17–1,18 hodnoty *AP* poměru, přičemž naprostá většina očí (79,56 %) byla v rozsahu 1,15–1,20. (Graf 1).

Průměrná hodnota z individuálně stanovených *AP* poměrů byla rovna 1,17 ±0,02 a nejnižší diference absolutní hodnoty individuálního a teoretického *AP* poměru, byla nalezena u schématického modelu oka podle Navarra. Všechny uvažované teoretické hodnoty modelů se na 5% hladině statistické významnosti lišily od individuálních *AP* poměrů. Dále bylo realizováno hodnocení diference teoretické kalkulace celkové optické mohutnosti rohovky (K_G) pomocí Gaussových vztahů (za dosazení konstantních *AP poměr*ů a parametrů odpovídajících schématickým modelům dle literatury [9]) a reálně naměřených hodnot (*TCP*). Kromě modelu oka dle Liou-Brennana ($p = 0,06$) se teoretické hodnoty celkové optické mohutnosti rohovky statisticky významně lišily ($p < 0,05$) od *TCP*. Medián absolutního rozdílu *TCP* a K_G byl pro schematické modely oka dle Gullstranda (0,21 D), Le Granda (0,30 D), Navara (0,23 D) a Liou-Brennana (0,20 D) vyšší, než při použití průměrného *AP* poměru této studie (0,08 D), u které rozdíl nepřesáhl 0,45 D. (Tabulka 1).

Medián a průměrné hodnoty všech sledovaných biometrických parametrů (viz Tabulka 2) dat potvrzuje fyziologické rozsahy hodnoty analyzovaného souboru. Závislost měřeného *AP* poměru a biometrických parametrů dosáhla statisticky významných hodnot ($p < 0,05$) pro střední negativní korelaci ($r = -0,50$) s parametrem *Rp*, slabou negativní korelaci s *WtW* ($r = -0,26$) a slabou pozitivní závislost na *CCT* ($r = 0,17$). Pro parametry *K*, *AL* a *ACD* nebyla nalezena žádná souvislost s hodnotou *AP* poměru. (Tabulka 2).



AP – předozadní poměr optické mohutnosti rohovky

Graf 1. Procentuální rozložení četnosti hodnot *AP* poměru změřených použitím OCT s vyznačenými hodnotami *AP* poměru dle různých modelů oka a průměrná hodnota stanovená v této studii

Tabulka 1. Souhrn vstupních parametrů kalkulace a stanovení mediánu absolutní diference mezi individuální a konstantní hodnotou *AP* poměru

Schématický model oka	konstantní *AP* poměr [-]	Index lomu rohovky [-]	medián absolutní diference	
			měřeného a teoretického *AP* poměr [-]	měřené (*TCP*) a teoretické (K_G) mohutnosti rohovky [D]
Gullstrand	1,13	1,376	0,04	0,21
Le Grand	1,20	1,377	0,03	0,30
Navarro	1,19	1,377	0,02	0,23
Liou-Brennan	1,21	1,376	0,04	0,20
tato studie	1,17	1,375	0,02	0,08

AP – předozadní poměr optické mohutnosti rohovky

proLékaře.cz | 19.11.2026

Tabulka 2. Medián, průměr parametrů a korelační koeficienty *r* pro *AP* poměr a biometrické parametry oka

	K [D]	R_a [mm]	R_p [mm]	*AL* [mm]	*CCT* [µm]	*ACD* [mm]	*WtW* [mm]
median	43,50	7,73	6,58	23,62	554	3,33	12,20
průměr ± sd	43,5 ±1,5	7,7 ±0,3	6,6 ±0,3	23,8 ±1,1	553 ±35	3,4 ±0,4	12,2 ±0,5
***r* pro *AP* poměr**	$r = 0,05$ $p > 0,05$	$r = 0,02$ $p > 0,05$	$r = -0,50$ $p < 0,05$	$r = -0,04$ $p > 0,05$	$r = 0,17$ $p < 0,05$	$r = -0,06$ $p > 0,05$	$r = -0,26$ $p < 0,05$

AP – předozadní poměr optické mohutnosti rohovky, K – keratometrie, R_a – radius přední plochy rohovky, R_p – radius zadní plochy rohovky, AL – axiální délka oka, CCT – centrální tloušťka rohovky, ACD – hloubka přední komory, WtW – průměr limbu

DISKUZE

Cílem studie bylo vytvoření analýzy individuálních hodnot předozadního poměru optické mohutnosti rohovky za využití OCT snímků a následná komparace s konstantně využívanými hodnotami vybraných schematických modelů oka. Individuální hodnoty měřeného *AP* poměru se na 5% hladině statistické významnosti lišily od všech teoretických modelů. Model dle Navarra byl díky nejnižšímu mediánu absolutního rozdílu individuální a konstantní hodnoty hodnocen jako nejvhodnější.

Průměrná hodnota individuálních *AP* poměrů naší studie (1,17 ±0,02) byla komparována s výsledky alternativních studií, které sumarizuje uvedená Tabulka 3. Rozdílnost hodnot by teoreticky měla být závislá na metodice použité přístrojové diagnostiky, tedy na vlastním principu, na neshodné velikost průměru oblasti měření, významnou roli samozřejmě také hraje centrace skenu, kvalita snímků nebo odlišný počet a etnicita sledovaných očí [10]. Ve studii využívající principu kombinace technologie slit-scannig a reflexe Palicido disků v oblasti o průměru 10 mm, bylo analyzováno celkem 2429 očí s průměrnou hodnotou *AP* = 1,22 ±0,03 [2]. Studie, které používaly přístrojovou diagnostiku na principu Scheimpflugovy kamery, hodnotící výsledky Pentacamu v 4 mm centrální zóně, dospěly prakticky ke shodným hodnotám u 221 respektive 7 893 očí [8,11]. Dle výsledků studie přístrojem Sirius, kombinujícího princip Scheimpflugovy kamery a Placido disku, byl pro 117 očí *AP* poměr = 1,19 ±0,02 a to nezávisle na velikosti měřené oblasti (komparovány zóny o průměru 3 mm, 5 mm i 7 mm) [12], alternativní práce zvolila hodnocení v 3 mm zóně dospěla k hodnotě *AP* poměru = 1,20 ±0,03 u 114 sledovaných očí [13]. Diagnostikou 114 očí přístrojem Topcon SL-45 (s Scheimpflugovou kamerou pro měření v centrální zóně 7,5 mm) bylo dosaženo hodnoty *AP* poměru = 1,19 [14]. Pomocí OCT systému Casia byl u 501 očí stanoven *AP* poměr = 1,20 ±0,02 [15]. Jediná metodicky přímo komparativní studie (využívající identický OCT systém RTVue) hodnotila pouze 38 očí s rozdílným výsledkem *AP* poměru = 1,20 ±0,02 [16].

Klinický dopad rozdílů individuálních hodnot byl hodnocen prostřednictvím mediánu absolutní diference měřené (*TCP*) a teoretické mohutnosti rohovky (K_G). U numericky vyšších hodnot *AP* poměru, než je průměrná hodnota této studie (tedy i u modelů Le Grand, Navarro, Liou-Brennan) dochází k podhodnocení reálné optické mohutnosti rohovky, což například pro hypotetickou kalkulaci optické mohutnosti nitrooční čočky (IOL) vyústí v překorigování optického systému. Kdežto u numericky nižší hodnoty *AP* poměru bude optická mohutnost rohovky nadhodnocena, což může vést k výpočtu nižší než adekvátní mohutnosti IOL, jejímž důsledkem bude nežádoucí pooperační hypermetropie. Medián absolutních hodnot rozdílů *TCP* a K_G pro všechny modely však dosahoval nízkých hodnot v intervalu 0,20–0,30 D. Vliv takového rozdílu na výslednou hypoteticky kalkulovanou IOL

Tabulka 3. Komparace výsledných hodnot *AP* poměru s alternativními studiemi

Hlavní autor studie (rok publikace)	metodika měření rohovky	počet očí	průměrný AP poměr ± sd
Fam HB. (2007) [2]	Orbscan II	2429	1,22 ±0,03
Dubbelman M. (2006) [14]	SchI (Topcon SL-45)	114	1,19 ± neuvedeno
Montalbán R. (2012) [12]	SchI+Placido (Sirius)	117	1,19 ±0,02
Savini G. (2017) [13]	SchI+Placido (Sirius)	114	1,20 ±0,03
Ho JD. (2008) [8]	SchI (Pentacam)	221	1,22 ±0,03
Tang Ch. (2021) [11]	SchI (Pentacam)	7 893	1,22 ±0,01
Hasegawa A. (2018) [15]	OCT system (Casia)	501	1,19 ±0,02
Tang M. (2010) [16]	OCT system (RTVue)	38	1,20 ±0,02
tato studie	OCT system (RTVue)	406	1,17 ±0,02

AP – předozadní poměr optické mohutnosti rohovky, SchI – Scheimpflug Imaging

proLékaře.cz | 19.11.2026

(za využití průměrných biometrických parametrů dle Tabulky 2) dle konvenčních regresních vzorců by vyústil ve změnu mohutnosti IOL prakticky adekvátní danému rozdílu. Nicméně vzhledem k tomu, že je naprostá většina IOL vyráběna v intervalech po 0,5 D, nelze tyto průměrné rozdíly považovat za relevantní. Pro výpočet IOL má individuální zohlednění *AP* poměru přínos zejména při extrémních hodnotách, a to nejen u pacientů po rohovkové refrakční chirurgii.

Při stanovení závislosti velikosti *AP* poměru a biometrických parametrů oka byla detekována středně silná negativní korelace s radiem zadní plochy rohovky R_p (r = -0,50 pro p < 0,05), slabá korelace s *CCT* (r = 0,17 pro p < 0,05) a průměrem rohovky *WtW* (r = -0,26 pro p < 0,05). Obdobné výsledky korelace byly prezentovány studií Hasegawi, kdy pro R_p byl korelační koeficient r = -0,47 (p < 0,0001), pro parametr *CCT* r = 0,22 (p < 0,0001), pro průměr rohovky r = -0,12 (p = 0,0094) a pro další parametry vztah bezvýznamný [15]. Vzhledem k slabým hodnotám korelačních koeficientů (kromě logického předpokladu závislosti na radiu zadní plochy) nelze považovat zohlednění biometrických parametrů oka vůči *AP* poměru za přínosné.

ZÁVĚR

Stanovením individuálního *AP* poměru rohovky u souboru 406 očí bylo prokázáno, že předpoklad konstantní hodnoty *AP* poměru dle uvedených teoretických modelů oka (Le Grand, Navarro, Liou-Brennan, Gullstrand) se statisticky významně liší od reálně naměřených individuálních hodnot, přestože se jednalo o pacienty bez předchozí refrakční chirurgie. Pro biometrické hodnoty a výsledný *AP* poměr byla nalezena pouze slabá negativní korelace s parametrem *WtW*. Použitím individuálních parametrů pachymetrie a mediánu studií stanoveného *AP* poměru = 1,17 bylo docíleno nejnižšího mediánu diference (0,08 D) teoreticky kalkulované a reálně naměřené hodnoty celkové optické mohutnosti rohovky.

LITERATURA

1. Koch DD. The posterior cornea: hiding in plain sight. Ophthalmology. 2015 Jun;122(6):1070-1071. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.01.022
2. Fam HB, Lim KL. Validity of the keratometric index: large population-based study. J Cataract Refract Surg. 2007 Apr;33(4):686-91. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.11.023
3. Kaschke M, Donnerhacke KH and Rill MS. Optical devices in ophthalmology and optometry: technology, design principles and clinical applications. Weinheim, Bergstr: Wiley-VCH, 2013. ISBN 978-352-7410-682.
4. Gullstrand A. In Physiologische Optik; H. von Helmholtz; Ausgabe Band 1 Voss:Hamburg, 1909, Vol. 3, pp. 350-358.
5. Le Grand Y, El Hage, SG. Physiological Optics; Springer-Verlag: Berlin; 1980.
6. Navarro R, Santamaría J, Bescós J. Accommodation-dependent model of the human eye with aspherics. Journal of the Optical Society of America. 1985 Aug;2(8):1273-81. doi: 10.1364/josaa.2.0012737
7. Liou, H, Brennan, NJ. Journal of the Optical Society of America. A 1997, 14, 1684-1695.
8. Ho JD, Tsai CY, Tsai RJ, Kuo LL, Tsai IL, Liou SW. Validity of the keratometric index: evaluation by the Pentacam rotating Scheimpflug camera. J Cataract Refract Surg. 2008 Jan;34(1):137-45. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.09.033
9. ARTAL, Pablo. Handbook of visual optics. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 978-1-4822-3785-6.
10. Machatá L, Fus, M, Pitrova S. Analysis of Corneal AP Ratio Using OCT. In: XII. National student conference of optometry and orthoptics with international participation. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2021. p. 57-63. 2. ISBN 978-80-7013-611-9.
11. Tang C, Wu Q, Liu B, Wu G, Fan J, Hu Y, Yu H. A Multicenter Study of the Distribution Pattern of Posterior-To-Anterior Corneal Curvature Radii Ratio in Chinese Myopic Patients. Front Med (Lausanne). 2021 Dec 20;8:724674. doi: 10.3389/fmed.2021.724674
12. Montalbán R, Piñero DP, Javaloy J, Alió JL. Scheimpflug photography-based clinical characterization of the correlation of the corneal shape between the anterior and posterior corneal surfaces in the normal human eye. J Cataract Refract Surg. 2012 Nov;38(11):1925-1933. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.06.050
13. Savini G, Hoffer KJ, Lomoriello DS, Ducoli P. Simulated Keratometry Versus Total Corneal Power by Ray Tracing: A Comparison in Prediction Accuracy of Intraocular Lens Power. Cornea. 2017 Nov;36(11):1368-1372. doi: 10.1097/ICO.0000000000001343
14. Dubbelman M, Sicam VA, Van der Heijde GL. The shape of the anterior and posterior surface of the aging human cornea. Vision Res. 2006 Mar;46(6-7):993-1001. doi: 10.1016/j.visres.2005.09.021
15. Hasegawa A, Kojima T, Yamamoto M, Kato Y, Tamaoki A, Ichikawa K. Impact of the anterior-posterior corneal radius ratio on intraocular lens power calculation errors. Clin Ophthalmol. 2018 Aug 27;12:1549-1558. doi: 10.2147/OPTH.S161464
16. Tang M, Chen A, Li Y, Huang D. Corneal power measurement with Fourier-domain optical coherence tomography. J Cataract Refract Surg. 2010 Dec;36(12):2115-2122. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.07.018