proLékaře.cz | 11.11.2026

VLIV ARTEFICIÁLNÍ MYDRIÁZY NA VÝPOČET DIOPTRICKÉ HODNOTY UMĚLÉ NITROOČNÍ ČOČKY U PACIENTŮ INDIKOVANÝCH K OPERACI KATARAKTY

Autrata D.[1,2], Chrapek O.[1], Drahorád S.[2]

[1] Oční klinika Fakultní nemocnice a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity Brno
[2] Oční oddělení Vojenská nemocnice Brno

Autoři práce prohlašují, že vznik i téma odborného sdělení a jeho zveřejnění není ve střetu zájmů a není podpořeno žádnou farmaceutickou firmou. Autoři dále prohlašují, že práce nebyla zadána jinému časopisu ani jinde otištěna, s výjimkou kongresových abstrakt a doporučených postupů.

Do redakce doručeno dne: 22. 2. 2021
Přijato k publikaci dne: 7. 5. 2021



MUDr. Daniel Autrata
Oční klinika LF MU a FN Brno
Jihlavská 20
62500 Brno
E-mail: Autrata.Daniel@fnbrno.cz

SOUHRN

Cíl: Zhodnocení vlivu farmakologické dilatace zornice na jednotlivé oční parametry měřené optickou biometrií a zároveň zhodnocení vlivu dilatace zornice na výpočet dioptrické hodnoty umělé nitrooční čočky (PC IOL) pomocí vzorců 3. generace (SRK/T) a 4. generace (Haigis).
Metody: Do této studie bylo zahrnuto 40 očí u pacientů indikovaných k operaci katarakty. Každý pacient byl vyšetřen optickým biometrem nejprve bez arteficiální mydriázy (AM) a poté v AM, která byla dosažena opakovanou lokální aplikací krátkodobě působících mydriatik. Biometrická data byla získána pomocí přístroje Lenstar LS 900, zaznamenány byly hodnoty axiální délky bulbu (AL), centrální tloušťky rohovky (CCT), hloubky přední komory (ACD), tloušťky čočky (LT) a z keratometrických dat rohovkový astigmatismus a průměrná optická mohutnost rohovky. Získaná data byla dosazena do vzorce SRK/T a do vzorce Haigis za účelem výpočtu doporučené dioptrické hodnoty PC IOL, přičemž pooperační refrakce byla cílená na emetropii. Pomocí statistické analýzy byl zkoumán vliv AM na jednotlivé oční parametry a vliv AM na doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL získanou prostřednictvím vzorce SRK/T a Haigis.
Výsledky: Nebyl prokázán statisticky významný vliv AM na parametry AL, LT a na keratometrická data. Naopak byl prokázán vliv AM na hodnoty CCT a ACD. Byl prokázán nulový vliv AM na výpočet dioptrické hodnoty PC IOL pomocí vzorce SRK/T – dioptrické hodnoty PC IOL získané z biometrických dat před AM a v AM se nelišily ani v jednom případě. V případě užití vzorce Haigis došlo vlivem AM ke změně doporučené dioptrické hodnoty o +0,5 Dpt u 9 očí, tj. 22,5 % očí z celého souboru, statistická analýza však neprokázala tuto dioptrickou změnu jako statisticky signifikantní.
Závěr: Farmakologická dilatace zornice významně ovlivňuje některé nitrooční parametry měřené optickou biometrií a v případě užití Haigisova vzorce může ovlivnit doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL. Naopak při využití vzorce SRK/T farmakologická dilatace zornice doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL neovlivní.
Klíčová slova: mydriáza, optická biometrie, výpočet nitrooční čočky, vzorec SRK/T, vzorec Haigis, keratometrie, axiální délka bulbu, hloubka přední komory, chirurgie katarakty

SUMMARY

EFFECT OF PHARMACOLOGICAL PUPIL DILATION ON INTRAOCULAR LENS POWER CALCULATION IN PATIENTS INDICATED FOR CATARACT SURGERY

Purpose: To evaluate the influence of pupil dilation on ocular parameters measured by optical biometry and the influence of pupil dilation on intraocular lens (PC IOL) power calculation by using the third-generation (SRK/T) and the fourth-generation (Haigis) formula.
Methods: 40 eyes of patients indicated for cataract surgery were included in this study. Each patient was examined by optical biometer firstly without artificial mydriasis (AM) and then after AM, which was achieved using local application of short-term acting mydriatics. Biometric data were measured by Lenstar LS 900 optical biometer, we recorded axial length of the eye (AL), central corneal thickness (CCT), anterior chamber depth (ACD), lens thickness (LT) and corneal astigmatism and optical power of cornea. These data we measured were used for calculation of the PC IOL optical power using both the SRK/T and the Haigis formula. The target postoperative refraction was set to emmetropia. Statistical analysis was performed for evaluation of influence of AM on each ocular parameter and influence of AM on the recommended PC IOL power calculated by the SRK/T and the Haigis formula.
Results: No statistically significant effect of AM on AL, LT and keratometry was demonstrated. On the contrary we demonstrated significant effect on CCT and ACD. No effect of AM on the PC IOL power calculation using the SRK/T formula was proved – the PC IOL optical power before AM and after AM did not differ in any case. When using the Haigis formula for the PC IOL power calculation, the recommended optical power of the PC IOL changed by +0.5 Dpt in 9 eyes, i.e., 22.5 % of the whole group, but statistical analysis did not show this change as statistically significant.
Conclusion: Pharmacological dilation of the pupil significantly affects some intraocular parameters measured by optical biometer and in the case of using the Haigis formula it can influence recommended power of the PC IOL. Conversely, when using the SRK/T formula, pharmacological dilation of pupil does not affect the recommended PC IOL power.
Key words: mydriasis, optical biometry, intraocular lens calculation, SRK/T formula, Haigis formula, keratometry, axial length, anterior chamber depth, cataract surgery

Čes. a slov. Oftal., 77, 2021, No.4, p. 192–200

proLékaře.cz | 11.11.2026

ÚVOD

Cílem operace katarakty v dnešní době je nejen odstranění netransparentního média z optického systému oka, ale i dosažení co nejoptimálnější pooperační refrakce implantací umělé zadněkomorové nitrooční čočky (PC IOL). Pro získání nejvhodnější dioptrické hodnoty PC IOL je klíčové co nejpřesnější změření nitroočních parametrů – tzv. biometrie oka. Zároveň je nedílnou součástí očního vyšetření před zvažovanou operací katarakty i vyšetření s farmakologickou dilatací zornice a to nejen za účelem zhodnocení samotného zákalu čočky, ale i za účelem zjištění možných patologií v oblasti sklivce a zadního segmentu. Dle zhodnocených zahraničních studií je na většině pracovišť zabývajících se kataraktovou a refrakční chirurgií prováděna biometrie bez arteficiální mydriázy (AM), jsou však pracoviště, kde je v rámci předoperačního očního vyšetření měřena biometrie v AM. Ať už je zvykem na daném pracovišti provádět optickou biometrii bez AM anebo v AM, je vhodné vědět, do jaké míry ovlivní samotná AM měřené oční parametry a tím i finální výpočet dioptrické hodnoty PC IOL. Vliv AM na biometrická data a výpočet hodnoty PC IOL si vzala za cíl tato studie.

První metodou ke spolehlivému změření nitroočních parametrů nezbytných pro výpočet dioptrické hodnoty PC IOL, tj. axiální délky bulbu (AL) a hloubky přední komory (ACD), se stala ultrazvuková biometrie. Pokud chceme získat hodnotu PC IOL, je nutné ultrazvukovou biometrii ještě zkombinovat s keratometrií získanou pomocí optických metod. Ultrazvuková biometrie jako kontaktní metoda vyžaduje velmi dobrou spolupráci pacienta během měření a zkušeného vyšetřujícího, neboť jen lehce zvýšený tlak ultrazvukovou sondou na povrch rohovky vede k jejímu oploštění a k nepřesnému provedení biometrie [1]. Ultrazvuková biometrie se zpřesnila uvedením imerzní techniky měření, neboť minimalizuje tlak ultrazvukovou sondou na povrch rohovky. Nicméně i imerzní technika měření vyžaduje aplikaci topického anestetika a nesnižuje riziko zanesení infekce do měřeného oka [2,3,4]. V současnosti je využívána jako nejpřesnější metoda měření jednotlivých očních parametrů pro výpočet PC IOL optická biometrie. Tato metoda byla do klinické praxe uvedená v roce 1999 a ihned se stala standardem pro biometrii oka a výpočet dioptrické hodnoty PC IOL nejen před operací katarakty, ale i před jinými refrakčními zákroky. Výhodou optické biometrie je, že se jedná o metodu bezkontaktní, vysoce přesnou, vyznačující se vysokou mírou opakovatelnosti a také reprodukovatelností hodnot jejím prostřednictvím získaných. Výhodou optické biometrie je též možnost provést přesné měření u oka s přítomností silikonového oleje ve sklivcovém prostoru a také umožňuje vyšší přesnost měření u myopických očí se zadním stafylomem v porovnání s ultrazvukovou biometrií. Nevýhodou optické biometrie je, že nedokáže změřit oko s netransparentními optickými médii jako je např. hypermaturní katarakta, centrální rohovkové jizvy, krvácení do sklivcového prostoru apod. V tomto případě je jedinou možností změření nitroočních parametrů ultrazvuková biometrie. Přístroje pro optickou biometrii v rámci jednoho vyšetření změří keratometrická data, změří white-to-white vzdálenost (WTW, horizontální vzdálenost mezi oběma rohovkovými limby), centrální tloušťku rohovky (CCT), hloubku přední komory (ACD), šířku zornice, centrální tloušťku čočky (LT) a axiální délku bulbu (AL). K získání nitroočních parametrů jednotlivá zařízení využívají rozdílné metody měření – IOLMaster 500 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Německo), AL-Scan (Nidek, Aichi, Japonsko) a Pentacam AXL (Oculus, Menlo Park, Kalifornie, USA) využívají parciální koherenční interferometrii. Lenstar LS 900 (Haag-Streit, Köniz, Švýcarsko), Aladdin (Topcon, Tokyo, Japonsko), Galilei G6 (Ziemer, Port, Švýcarsko) a OA-2000 (Tomey, Nürnberg, Německo) využívají optickou nízkokoherenční interferometrii. Nejnovější technologií pro měření optické biometrie je tzv. swept source OCT (ss-OCT), kterou využívá IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Německo) a ARGOS (Movu, Santa Clara, Kalifornie, USA) [5]. Přístroje pro optickou biometrii obsahují software, který dosadí změřené hodnoty do vzorců pro výpočet dioptrické hodnoty PC IOL. Tyto vzorce byly vyvíjeny od počátku 70. let a postupně byly zdokonalovány tak, aby byla požadovaná výsledná refrakce co nejpřesnější. S postupem vývoje se začaly výpočtové vzorce dělit na jednotlivé generace. 1. generace výpočtových vzorců byla teoretická, založená na optickém modelu oka a matematických principech, např. Binkhorstův vzorec publikovaný v roce 1975. Dále se k 1. generaci řadí vzorce získané na základě regresní analýzy pooperačních refrakcí u souboru pacientů podstoupivších operaci katarakty, v tomto případě se nejvíce rozšířil SRK vzorec uvedený v roce 1980 Sandersem, Retzlaffem a Kraffem [6]:

$$P = A - 2{,}5 \times AL - 0{,}9 \times K$$

kde P je sférická dioptrická hodnota implantované PC IOL, A reprezentuje A-konstantu implantované PC IOL a K průměrnou keratometrii v dioptriích.

Refrakční výsledky po operaci katarakty s využitím vzorců 1. generace nebyly zcela uspokojivé, nejlepší výsledky byly u pacientů s délkou bulbu 22–24,5 mm, u pacientů s kratšíma anebo naopak delšíma očima bylo nutno vzorce upravit. Výsledkem byla 2. generace vzorců, z nichž nejčastěji byl využíván vzorec SRK II, u kterého byla A-konstanta korigována dle axiální délky oka [7]. Nicméně i přes tyto úpravy jsou v dnešní době vzorce 1. a 2. generace považovány za obsolentní a v klinické praxi se nepoužívají. Místo nich jsou využívány vzorce 3. a 4. generace.

3. generace vzorců (SRK/T, HofferQ, Holladay1) je výsledkem spojení regresních a teoretických vzorců [8]. Tyto vzorce využívají 2 proměnné – hodnotu AL a hodnoty keratometrie a dále jsou optimalizovány pomocí specifického faktoru. U Holladayova vzorce je to tzv. surgeon factor (SF), jenž se rovná vzdálenosti mezi přední plochou duhovky a plochou implantované PC IOL. SF je odvozen od 2 hodnot – od ACD (tj. vzdálenost mezi přední plochou rohovky a přední plochou čočky), kterou změříme optickým biometrem, a od vzdálenosti mezi přední plo-

proLékaře.cz | 11.11.2026

chou rohovky a přední plochou duhovky, kterou biometrií změřit nelze, ale lze ji vypočítat jako výšku rohovkového zakřivení. Hofferův vzorec využívá tzv. přizpůsobenou hodnotu hloubky přední komory (personalized ACD), jež je specifická pro každý typ PC IOL a je udávaná výrobcem. Nejčastěji ze všech vzorců 3. generace je v praxi využíván vzorec SRK/T. Tento vzorec ve svých výpočtech kromě hodnoty AL a hodnot keratometrie využívá tzv. A-konstantu, jež je teoretickou konstantou a závisí na mnoha faktorech jako je typ PC IOL, materiál, ze kterého je vyrobena, design PC IOL a její poloha uvnitř oka. Hodnota A-konstanty je specifická pro každou PC IOL a je udávána jejím výrobcem.

4. generace vzorců byla rozvíjena od počátku 90. let a zahrnuje mj. vzorce Haigis, Holladay2, Olsen, Barett Universal II. Tyto vzorce při svých výpočtech využívají více proměnných a jejich společným jmenovatelem je co nejpřesnější predikce neměřitelného faktoru – tzv. efektivní pozice čočky (effective lens position – ELP), který má na výběr správné dioptrické hodnoty implantované PC IOL vliv. Haigisův vzorec ve svých výpočtech počítá s hodnotami AL, ACD a 3 konstantami (a_0, a_1, a_2) za účelem predikce ELP. Olsenův vzorec předvídá ELP pomocí C konstanty a pomocí změřené hodnoty LT a ACD. Vzorec Holladay2 potřebuje k výpočtu ELP 7 hodnot: keratometrická data, AL, WTW, ACD, LT, předoperační hodnotu refrakce a věk pacienta. Vzorec Barett Universal II využívá tzv. faktor čočky (lens factor – LF), jenž je ovlivněn hodnotami keratometrie, AL a ACD [5]. Úplné znění jednotlivých vzorců není běžně dostupné k volnému publikování, neboť většina je chráněna autorskými právy. Při výběru vhodného vzorce pro výpočet dioptrické hodnoty PC IOL je nutno vědět, jaký vzorec je při dané AL měřeného oka nejvhodnější.

Zatím neexistuje univerzální vzorec, který by vykazoval vysokou přesnost při využití u jakékoliv AL. Na základě retrospektivních analýz bylo zjištěno, že přesnost u průměrné AL (22,0–25,99 mm) je vysoká u všech vzorců 3. a 4. generace, zatímco u kratších očí (20,0–21,99 mm) vykazuje nejvyšší přesnost vzorec Haigis, Holladay2 a HofferQ, pro středně dlouhé oči (26,0–27,99 mm) a dlouhé oči (28,0–30,0 mm) je nejvhodnější využít SRK/T a Holladay2 [9].

V odborné literatuře je dostupných několik studií, které se zabývají vlivem AM na nitrooční parametry zjištěné optickou biometrií a následně na vypočítanou doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL. Je známo, že k ovlivnění nitroočních parametrů vlivem rozkapání zornice dochází. V praxi často využívaná krátkodobě působící mydriatika obsahující tropikamid (Unitropic®, Unimed Pharma s.r.o., Slovensko) s parasympatolytickým účinkem a fenylefrin (Neosynephrin-POS®, Ursapharm s.r.o., Česká republika) se sympatomimetickým účinkem způsobí nejen dilataci zornice uvolněním m. sphincter pupillae a kontrakcí m. dilatator pupillae, ale i cykloplegii ovlivněním funkce m. ciliaris. Vlivem účinku mydriatik na m. ciliaris dojde ke zvýšení napětí vláken závěsného aparátu a tím mírnému oploštění přední a zadní plochy čočky a jejímu posunu směrem posteriorním. Tímto dojde k prohloubení přední komory a ztenčení čočky. Vzhledem k tomu, že vzorce 3. generace nevyužívají pro výpočet PC IOL hodnotu ACD a LT, neměla by mít AM vliv na výpočet PC IOL. Naopak u vzorců 4. generace, jež hodnoty ACD a LT využívají, by mohlo k ovlivnění vypočtené dioptrické hodnoty PC IOL dojít.

METODIKA A SOUBOR

Studie se zúčastnilo celkem 40 pacientů indikovaných k operaci katarakty na Očním oddělení Vojenské nemocnice Brno. Do studie bylo zahrnuto u každého pacienta vždy jen jedno oko. Všichni pacienti byli předem informováni o účelu studie a se zařazením do studie souhlasili. Data byla shromážděna v období od března do května roku 2020. Ze studie byli vyřazeni ti pacienti, kteří podstoupili již v minulosti jakýkoliv oční chirurgický zákrok na oku indikovaném k operaci katarakty, dále pacienti s velmi hutnou kataraktou znemožňující provedení optické biometrie, pacienti s jiným očním onemocněním jako je rohovková dystrofie či jiná onemocnění rohovky zhoršující její transparenci, uveitida, glaukom, pokročilá forma věkem podmíněné makulární degenerace, diabetická retinopatie, stavy po sítnicových cévních uzávěrech či jakákoliv jiná oční onemocnění znemožňující správnou fixaci oka během biometrického vyšetření. Každý pacient byl vyšetřen optickým biometrem dvakrát, nejprve bez AM a poté v AM, která byla dosažena opakovanou aplikací očních kapek s obsahem 1 % tropikamidu (Unitropic®) a 10 % fenylefrinu (Neosynephrin-POS®), biometrické vyšetření v AM bylo provedeno 1 hodinu po aplikaci mydriatik. Každý z pacientů byl vyšetřen vždy stejným lékařem a biometrická data byla získána pomocí přístroje Lenstar LS 900, zaznamenány byly hodnoty AL, CCT, ACD, LT a z keratometrických dat rohovkový astigmatismus a průměrná optická mohutnost rohovky. Za účelem výpočtu dioptrické hodnoty PC IOL byla získaná biometrická data bez AM a v AM dosazena do vzorce SRK/T a do vzorce Haigis. Výpočet byl proveden pro plánovanou implantaci jednokusové monofokální asférické PC IOL Rayner RayOne RAO600C (Rayner Intraocular Lenses Ltd., Worthing, Velká Británie). A-konstanta této čočky pro SRK/T vzorec je 118,6 a konstanty pro Haigisův vzorec jsou $a_0 = 1{,}17$, $a_1 = 0{,}4$ a $a_2 = 0{,}1$. Výrobce dodává tyto čočky v intervalech po 0,5 Dpt (v rozsahu hodnot +8,0 Dpt až +30,0 Dpt) a v intervalech po 1,0 Dpt (v rozsahu hodnot -10,0 Dpt až +7,0 Dpt a +31,0 Dpt až +34,0 Dpt). Výsledná dioptrická hodnota PC IOL byla vybrána tak, aby byla výsledná pooperační refrakce rovna nejnižšímu reziduálnímu myopickému sférickému ekvivalentu. Získaná data byla statisticky zpracována ve statistickém programu SPSS a v rámci statistické analýzy byly zjištěny rozdíly mezi naměřenými hodnotami před rozkapáním a po rozkapání zornice. Pak bylo pomocí Shapiro-Wilkova testu normality ověřeno normální rozložení těchto rozdílů. U těch hodnot, které splňovaly normální rozložení, byl použit k ověření hypotézy o vlivu AM na daný parametr jednovýběrový t-test, u ostatních byla použita k ověření

proLékaře.cz | 11.11.2026

hypotézy neparametrická obdoba t-testu, jednovýběrový Wilcoxonův test. Hladina statistické významnosti vlivu AM na jednotlivé parametry byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Ze získaných dat byly pro přehlednost vytvořeny krabicové grafy, u nichž je střední „krabicová" část ohraničená zdola 1. kvartilem a shora 3. kvartilem. Horizontální linie v rámci střední „krabicové" části vymezuje medián a symbol „x" značí průměrnou hodnotu. Tzv. „vousy" krabicového grafu vymezují hodnoty, které leží v rámci 1,5 násobku mezikvartilového rozpětí. Mimo toto rozpětí jsou vyznačeny odlehlé hodnoty.

VÝSLEDKY

Tabulka 1 popisuje soubor 40 pacientů, kteří byli zahrnuti do této studie. Průměrný věk pacientů byl 74 let, ženy byly v souboru zastoupeny z 57,5 %, průměrná zraková ostrost očí indikovaných k operaci katarakty, které byly zařazeny do studie, byla 0,55.

Průměrná hodnota před rozkapáním zornice byla pro AL 23,16 ±0,86 mm (rozmezí 21,10–25,38 mm), po rozkapání byla průměrná hodnota AL 23,16 ±0,87 mm (rozmezí 21,09–25,40 mm) a nebyl tak prokázán statisticky významný vliv AM na hodnoty AL (p = 0,32), porovnání hodnot znázorňuje graf 1.

Průměrná hodnota před rozkapáním zornice byla pro CCT 550 ±6 µm (rozmezí 488–599 µm), v AM byla průměrná hodnota CCT 556 ±27 µm (rozmezí 491–614 µm) a pro tento parametr byl prokázán statisticky významný vliv AM (p = 0,001), viz graf 2.

Taktéž byl prokázán staticky významný vliv AM na prohloubení přední komory (p = 0,012) – průměrná hodnota ACD před rozkapáním činila 3,01 ±0,33 mm (rozmezí 2,23–3,52 mm), po rozkapání byla hodnota ACD 3,07±0,35 mm (rozmezí 2,31–3,71 mm) – změnu znázorňuje graf 3.

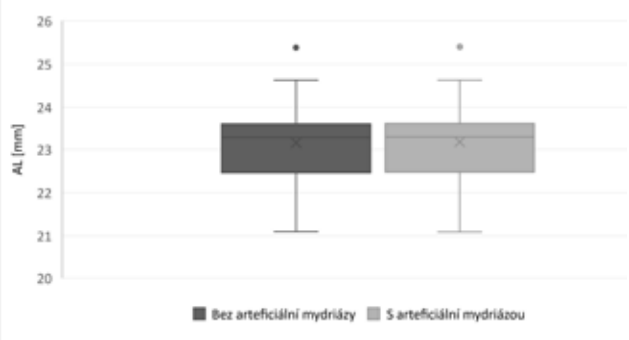
Průměrná hodnota LT před aplikací mydriatika činila 4,73 ±0,45 mm (rozmezí 3,99–5,96 mm), 1 hodinu po jeho aplikaci byla průměrná hodnota LT 4,71 ±0,45 mm, (rozmezí 3,96–5,91 mm) a nebyl prokázán statisticky významný vliv AM na LT (p = 0,07), viz graf 4.

Průměrný rohovkový astigmatismus před rozkapáním zornice byl 0,85 ±0,68 Dpt (rozmezí 0,00–2,63 Dpt) a hodnota průměrné optické mohutnosti rohovky 43,9 ±1,3 Dpt (rozmezí 40,76–47,52 Dpt). Pro tyto hodnoty nebyl prokázán statisticky významný vliv AM (p = 0,06, resp. p = 0,22) – po rozkapání zornice činil průměrný rohovkový astigmatismus 0,91 ±0,67 Dpt (rozmezí 0,00–2,92 Dpt) a hodnota průměrné optické mohutnosti rohovky 43,9 ±1,3 Dpt (rozmezí 40,74–47,51 Dpt). S danými parametry byla vypočtena dioptrická hodnota PC IOL pomocí vzorce SRK/T a Haigis zacílená na pooperační refrakci rovnu nejnižšímu reziduálnímu myopickému sférickému ekvivalentu. Bez rozkapání zornice byl průměr hodnot PC IOL vypočtených pomocí vzorce SRK/T 21,5 ±2,7 Dpt (medián 21,5 Dpt, rozmezí 15,0–27,5 Dpt), průměr hodnot PC IOL získaných pomocí Haigisova vzorce 21,6 ±2,9 Dpt (medián 22,0 Dpt, rozmezí 14,5–28,0 Dpt). Následně byl proveden výpočet hodnot PC IOL z hodnot získaných v AM. V případě výpočtu pomocí vzorce SRK/T nedošlo ani v jednom případě ke změně vypočtené hodnoty PC IOL, tj. průměrná hodnota PC IOL byla 21,5 ±2,7 Dpt (medián

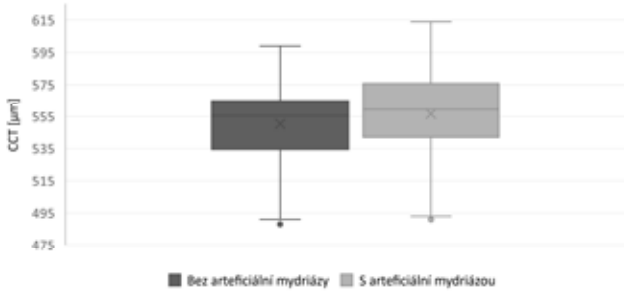
Tabulka 1. Popis souboru pacientů

Věk [roky]	
Průměr	74
Směrodatná odchylka	10
Maximum	91
Minimum	46
Pohlaví	
Muži	17
Ženy	23
Nejlepší korigovaná zraková ostrost	
Průměr	0,55
Směrodatná odchylka	0,24
Minimum	0,10
Maximum	0,90
Průměr dilatované zornice [mm]	
Průměrná hodnota	7,23
Minimum	5,75
Maximum	8,22

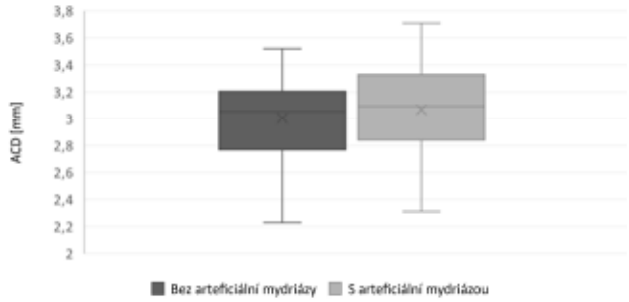
proLékaře.cz | 11.11.2026



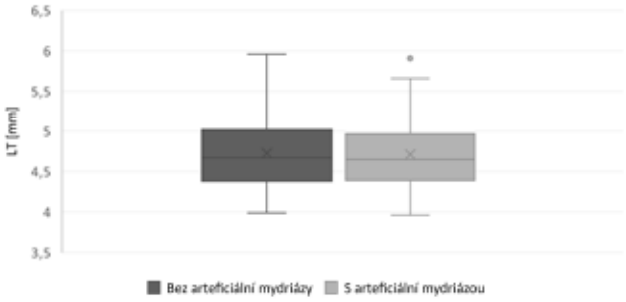
Graf 1. Porovnání hodnot axiální délky (AL) změřených bez arteficiální mydriázy a v arteficiální mydriáze



Graf 2. Porovnání hodnot centrální tloušťky rohovky (CCT) změřených bez arteficiální mydriázy a v arteficiální mydriáze



Graf 3. Porovnání hodnot hloubky přední komory (ACD) změřených bez arteficiální mydriázy a v arteficiální mydriáze



Graf 4. Porovnání hodnot tloušťky čočky (LT) změřených bez arteficiální mydriázy a v arteficiální mydriáze

21,5 Dpt, rozmezí 15,0–27,5 Dpt), oproti tomu však došlo ke změně průměru hodnot PC IOL získaných pomocí Haigisova vzorce na 21,7 ±2,9 Dpt (medián 22,0 Dpt, rozmezí 15,0–28,0 Dpt). V případě užití Haigisova vzorce se hodnota PC IOL před rozkapáním a po rozkapání zornice lišila u 9 pacientů (tj. 22,5 % z celého souboru pacientů) a vždy se jednalo o zvýšení dioptrické hodnoty o +0,5 Dpt. Statistickou analýzou však nebyl prokázán vliv AM na výpočet PC IOL pomocí vzorce Haigis (p = 0,346). Vliv AM na výpočet PC IOL pomocí vzorce SRK/T popisuje graf 5 – hodnoty zůstávají beze změny, vliv AM na výpočet PC IOL pomocí vzorce Haigis popisuje graf 6 – ke změně o +0,5 Dpt došlo u 9 pacientů.

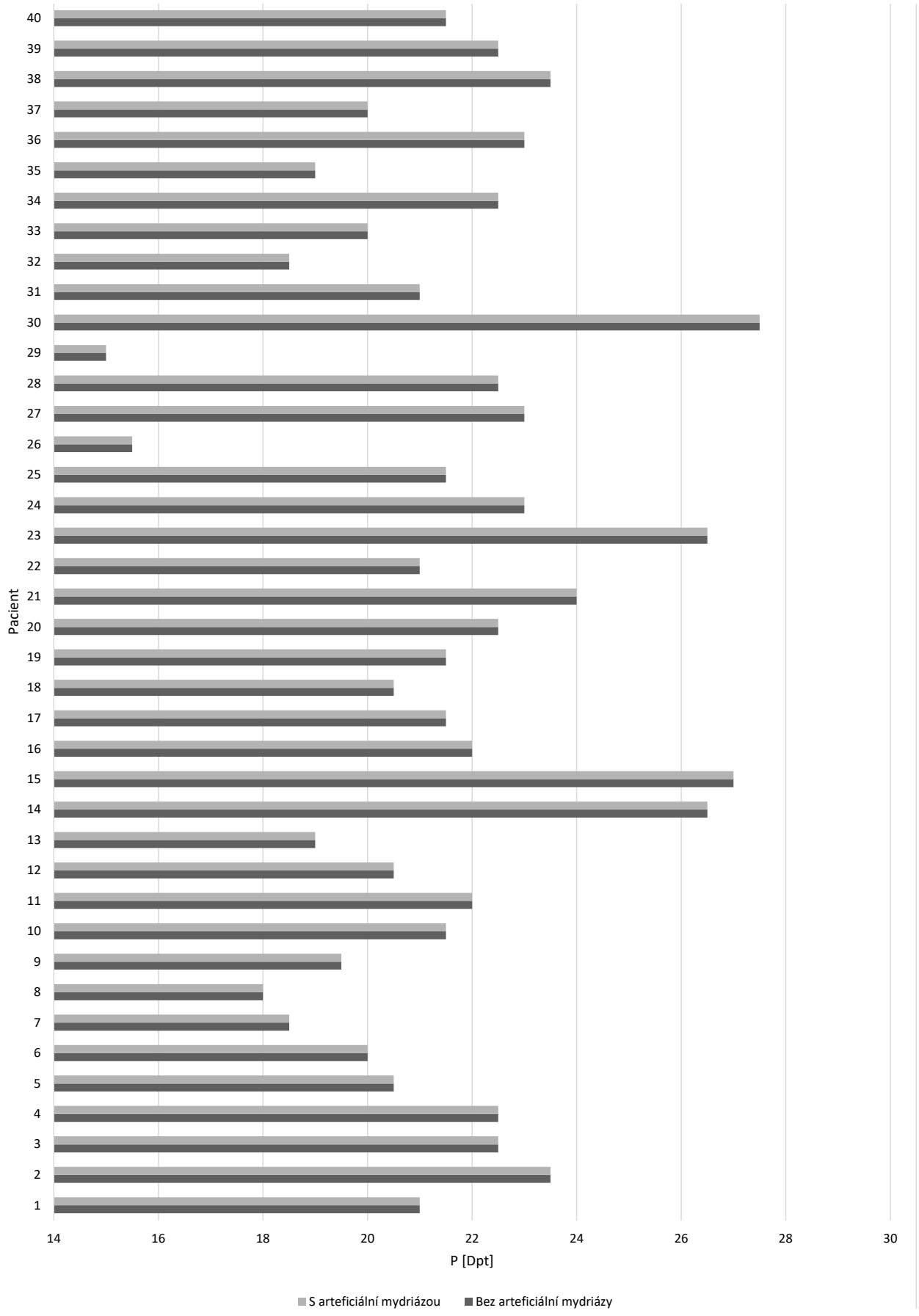
DISKUZE

Statisticky nevýznamná změna AL po dilataci zornice je zcela ve shodě s výsledky jiných studií a potvrzují vysokou míru opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měření získaných pomocí optické biometrie, v našem případě optickým biometrem Lenstar LS 900 [10,11,12]. V naší studii, stejně jako u většiny jiných studií, byla měření provedena u pacientů vyššího věku (průměr 74 let), kteří mají již výrazně omezenou či zcela vymizelou akomodační schopnost. Část studií, které se zabývaly vlivem AM na AL u mladších pacientů se zachovanou akomodací, uvádí vyšší variabilitu hodnot AL po dilataci zornice a zvýšení AL v průměru o +0,01 mm. V tomto případě pak rozdíl AL 0,01 mm způsobí změnu doporučené dioptrické hodnoty PC IOL o ±0,028 Dpt, což je z klinického pohledu nevýznamná změna [13,14]. Vliv samotné akomodace na biometrická data zkoumali ve své studii Drexler a kol. [10]. Jejich výsledky uvádí, že akomodace čočky v průměru 4–5 Dpt vede během měření optickým biometrem ke zvýšení AL o 0,005–0,013 mm. Při provádění optické biometrie je proto vhodné vzít v úvahu věk pacienta a jeho akomodační schopnost a eventuálně doplnit optickou biometrii v cykloplegii.

Dalším zkoumaným parametrem v naší studii byl vliv AM na hodnoty CCT. Bylo prokázáno statisticky významné zvýšení CCT v průměru o 6 µm. K danému zvýšení však nedochází vlivem samotné AM, ale v důsledku lokální aplikace mydriatik. Tento vliv mydriatik byl prokázán v mnoha studiích. Mechanismus účinku mydriatik na zvýšení CCT není zcela objasněn, autoři nejčastěji zvažují přímé narušení integrity mezibuněčných spojů mezi buňkami rohovkového epitelu, které vede ke vzniku mírného otoku rohovkových tkání. Dle provedených studií je toto zvýšení CCT pouze dočasné, dosahuje maxima cca 1 hodinu po aplikaci mydriatik a k původní hodnotě se vrací cca 4 hodiny po jejich aplikaci [15]. Toto přechodné zvýšení CCT po aplikaci mydriatik nemá klinicky významný vliv na výpočet PC IOL, je s ním však nutno počítat při plánování laserových refrakčních operací.

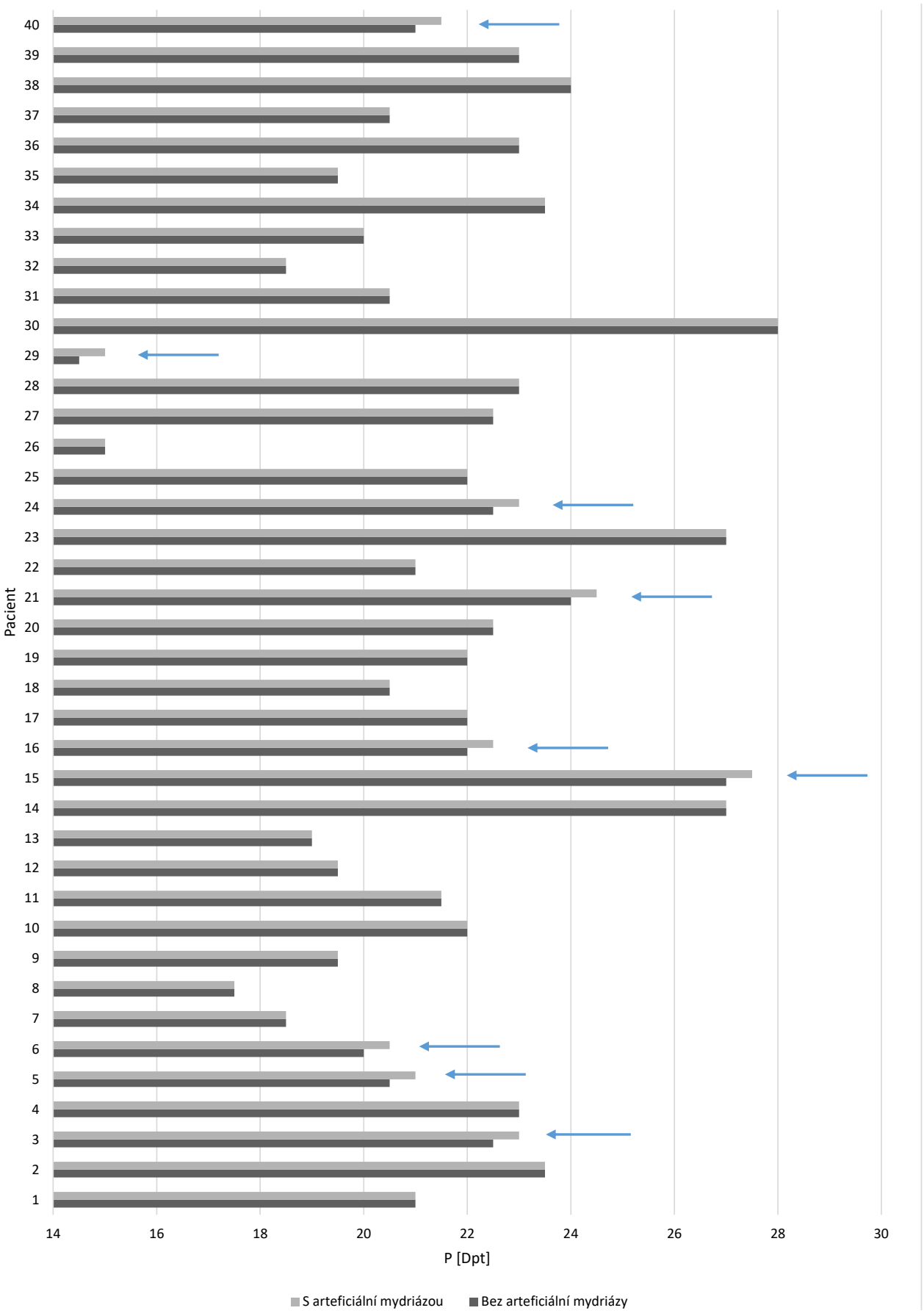
Pomocí optické biometrie byla taktéž získána keratometrická data nutná pro výpočet optické mohutnosti PC IOL. Naše výsledky, kdy nebyl prokázán vliv AM na rohov-

proLékaře.cz | 11.11.2026



Graf 5. Vliv arteficiální mydriázy na výpočet dioptrické hodnoty (P) umělé nitrooční čočky pomocí vzorce SRK/T u jednotlivých pacientů

proLékaře.cz | 11.11.2026



Graf 6. Vliv arteficiální mydriázy na výpočet dioptrické hodnoty (P) umělé nitrooční čočky pomocí vzorce Haigis u jednotlivých pacientů (šipkou jsou znázorněny hodnoty, u kterých došlo ke změně)

proLékaře.cz | 11.11.2026

kový astigmatismus a optickou mohutnost rohovky, jsou zcela ve shodě s ostatními autory. Někteří autoři uvádějí, že optický biometr sice poskytne relevantní keratometrická data, pokud je však zvažována implantace torické PC IOL ke korekci rohovkového astigmatismu, je vhodné doplnit vyšetření rohovkovým topografem [5,16,17].

V souladu s ostatními studiemi jsme prokázali významný vliv AM na prohloubení přední komory. Všechny studie včetně naší uvádí významné zvýšení hodnot ACD, neboť vlivem AM dojde k posunu iridolentikulárního komplexu směrem dozadu [18,19].

U hodnot LT nejsou výsledky studií tak konzistentní. Naše studie neprokázala statisticky významný vliv AM na hodnoty LT, v průměru došlo jen k minimálnímu ztenčení čočky v předozadním směru (průměrně o -0,02 mm). Podobné minimální ovlivnění hodnot LT vyšlo autorům, kteří do svého souboru zahrnuli pacienty vyššího věku indikovaných k operaci senilní katarakty, u nichž lze očekávat jen minimální či nulovou akomodační schopnost. Naopak dle očekávání studie provedené u mladých pacientů se zachovalou akomodací prokázaly významné ztenčení čočky vlivem AM [10,13,16,19,20,21].

Stěžejní částí této studie bylo zkoumání vlivu AM na doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL vypočtenou pomocí vzorce SRK/T a Haigis. Pokud jsme pro výpočet využili vzorec SRK/T, nedošlo ani v jednom případě vlivem AM ke změně doporučené dioptrické hodnoty PC IOL. Tyto výsledky lze očekávat, neboť vlivem AM nedošlo k významným změnám parametrů, se kterými vzorec SRK/T počítá, tj. AL a keratometrická data. Naopak při využití Haigisova vzorce se hodnota vypočtené PC IOL před AM a v AM lišila u 9 pacientů (tj. 22,5 % z celého souboru pacientů) a vždy se jednalo o zvýšení dioptrické hodnoty o +0,5 Dpt. Staticky nebyl prokázán významný vliv AM na výpočet PC IOL dle vzorce Haigis, nicméně tento posun o +0,5 D u části pacientů lze považovat za klinicky signifikantní, neboť ovlivní výslednou pooperační refrakci. Toto zvýšení dioptrických hodnot u části pacientů lze vysvětlit faktem, že Haigisův vzorec pro odhad efektivní pozice čočky (ELP) využívá hodnoty ACD, které se vlivem rozkapání zvýšily průměrně o 0,06 mm – toto zvýšení ACD pak způsobí posun ELP v optickém systému oka směrem posteriorním. Pokud požadovanou refrakci cílíme na emetropii, je nutno tento posteriorní posun ELP při nezměněné hodnotě AL kompenzovat zvýšením dioptrické hodnoty PC IOL tak, aby došlo k zaostření paprsků přímo na sítnici. Naše výsledky jsou ve shodě s ostatními autory, kteří ve svých studiích využili vzorce 3. a 4. generace, přičemž většina autorů zkoumá vliv AM na vzorce 3. generace, nejčastěji SRK/T, vzorce 4. generace jsou ve studiích zastoupeny méně. Khambhiphant a kol. [22] ve své studii na 373 očích zjistili významné rozdíly v hodnotách ACD po dilataci zornice, zatímco hodnoty AL, hodnoty zakřivení rohovky a vypočtené PC IOL pomocí vzorce SRK/T se významně nelišily. Teshigawara a kol. [23] hodnotili na 162 očích u pacientů před operací katarakty vliv AM na hodnoty ACD, LT a dále její vliv na výpočet PC IOL dle vzorce 3. generace (HofferQ, SRK/T) a 4. generace (Haigis, Holladay2). Výsledkem byl významný vliv AM na hodnoty ACD a LT. Při využití vzorců 3. generace došlo ke změně dioptrické hodnoty doporučené PC IOL pouze v 1 případě (tj. 0,6 % pacientů celého souboru), zatímco u vzorců 4. generace došlo k této změně ve 26 případech (16,0 % pacientů v souboru), jedná se tedy o podobné výsledky jako v naší studii. Rodriguez-Raton a kol. [16] hodnotili biometrické parametry bez AM a v AM u 107 očí pacientů před operací katarakty. Popisují nulový vliv dilatace zornice na AL a významný vliv na ACD. Dilatace zornice neměla vliv na hodnotu doporučené dioptrické hodnoty PC IOL při využití vzorce SRK/T a naopak významně ovlivnila tuto hodnotu při využití Haigisova vzorce. Podobně ve svých studiích Hegazy [24] (studie na 86 očích), Adler a kol. [25] (318 očí), Bakbak a kol. [18] (33 očí) a Arriola-Villalobos a kol. [19] (81 očí) u pacientů před operací katarakty neprokázali vliv AM na výpočet PC IOL pomocí vzorce SRK/T. Arriola-Villalobos a kol. do své studie navíc zahrnuli i vzorec 4. generace Holladay2. Na rozdíl od naší studie i studií jiných autorů, kdy bylo u vzorců 4. generace zaznamenáno ovlivnění hodnot doporučené PC IOL vlivem AM, však Arriola-Villalobos a kol. prokázali nulový vliv AM na výpočet PC IOL dle vzorce Holladay2. Jejich výsledek může být dán faktem, že Holladayův vzorec využívá k predikci ELP 7 různých parametrů včetně ACD, přičemž zvýšení ACD po rozkapání zornice nemusí mít na ELP v případě Holladayova vzorce tak významný vliv jako u Haigisova vzorce. Na základě našich výsledků i výsledků ostatních autorů lze tvrdit, že dilatace zornice při využití vzorce SRK/T nemá vliv na doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL a naopak u Haigisova vzorce může dilatace zornice zvýšením hodnoty ACD ovlivnit výběr PC IOL.

Určitou limitací naší studie je velikost souboru pacientů indikovaných k operaci katarakty, která neumožňovala rozdělení očí do skupin podle hodnot AL na kratší, středně dlouhé a dlouhé oči, aby bylo možné zkoumat vliv AM na doporučenou hodnotu PC IOL u těchto jednotlivých skupin. Dalším vhodným rozšířením této studie by bylo i zhodnocení, zda jsou optimálnější pooperační refrakční výsledky získány implantací PC IOL vypočítané z biometrických dat získaných před dilatací zornice, nebo až po její dilataci.

Na základě naší zkušenosti s přístrojem Lenstar LS 900 a zkušeností jiných autorů [5,24] je vhodné podotknout, že s dilatací zornice se zvyšuje šance změření AL u pacientů s hutnou nukleární a zadní subkapsulární kataraktou. Pokud se nám tedy nedaří provést optickou biometrii u pacienta s takto hutným zákalem bez rozkapané zornice, je možno zkusit provedení optické biometrie v AM ještě předtím, než budeme provádět biometrii pomocí ultrazvuku, jež vyžaduje oproti optické biometrii větší zkušenost vyšetřujícího a může být zatížena větší chybou měření.

Ať už se na daném pracovišti provádí optická biometrie bez rozkapání zornice nebo až po jejím rozkapání, je velmi vhodné, aby si pracoviště provádělo zpětné hodnocení refrakčních výsledků u svých pacientů a aby toto zhodnocení bylo zahrnuto do výběru nejvhodnější PC IOL pro další pacienty, které operační zákrok teprve čeká.

proLékaře.cz | 11.11.2026

ZÁVĚR

Farmakologická dilatace zornice, která je nutná v rámci očního vyšetření u pacientů před operací katarakty, významně ovlivňuje některé nitrooční parametry měřené optickou biometrií a v případě užití Haigisova vzorce může ovlivnit doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL. Naopak při využití vzorce SRK/T farmakologická dilatace zornice doporučenou dioptrickou hodnotu PC IOL neovlivní.

LITERATURA

1. Čech R, Utíkal T, Juhászová J. Srovnání optické a ultrazvukové biometrie a zhodnocení užívání obou metod v praxi. [Comparison of optical and ultrasound biometry and assessment of using both methods in practice]. Cesk Slov Oftalmol. 2014;70(1):3-9. Czech.
2. Schelenz J, Kamman J. Comparison of contact and immersion technique for axial lenght measurement and implant power calculation. J Cataract Refract Surg. 1989;15:425-428.
3. Hřebcová J, Skorkovská Š, Vašků A. Srovnání kontaktní a imerzní ultrazvukové biometrie s ohledem na cílovou pooperační refrakci. [Comparison of contact and immersion techniques of ultrasound biometry in terms of target postoperative refraction]. Cesk Slov Oftalmol. 2007;63(1):36-41. Czech.
4. Hřebcová J, Vašků A. Srovnání kontaktní a imerzní ultrazvukové biometrie. [Comparison of contact and immersion techniques of ultrasound biometry]. Cesk Slov Oftalmol. 2008;64(1):16-18. Czech.
5. Turczynowska M, Koźlik-Nowakowska K, Gaca-Wysocka M, et al. Effective ocular biometry and intraocular lens power calculation. Eur Opthtalm Rev. 2016;10(2):94-100.
6. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. Acta Ophthalmol Scand. 2007;85:472-485.
7. Dang MS, Sunder-Raj PP. SRK II formula in the calculation of intraocular lens power. Br J Ophthalmol. 1989;73:823-826.
8. Falhar M. Vzorce pro výpočet optické mohutnosti intraokulárních čoček. [Formulas for intraocular lens power calculation]. Jemná mechanika a optika. 2008;53(2):35-40. Czech.
9. Kuchynka P, et al. Oční lékařství. 2. vydání. Praha: Grada Publishing; 2016. 936.
10. Drexler W, Findl O, Menapace R, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. Am J Ophthalmol. 1998;126:524-534.
11. Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, et al. Comparison of ocular biometry and intraocular lens power using a new biometer and a standard biometer. J Cataract Refract Surg. 2014;40:709-715.
12. Kielhorn I, Rajan MS, Tesha PM, et al. Clinical assessment of the Zeiss IOLMaster. J Cataract Refract Surg. 2003;29:518-522.
13. Wang X, Dong J, Tang M, et al. Effect of pupil dilation on biometric measurements and intraocular lens power calculations in schoolchildren. PloS One. 2018;13(9): e0203677 [cit.2020-12-15]. doi.org/10.1371/journal.pone.0203677
14. Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg. 1992;18(2):125-129.
15. Zeng Y, Gao JH. Effects of Mydrin eye-drops on central corneal thickness values in adult patients with myopia. Clin Exp Optom. 2017;100:151-154.
16. Rodriguez-Raton A, Jimenez-Alvarez M, Arteche-Limousin L, et al. Effect of pupil dilation on biometry measurements with partial coherence interferometry and its effect on IOL power formula calculation. Eur J Ophthalmol. 2015;25(4):309-314.
17. Saitoh K, Yoshida K, Hamatsu Y, et al. Changes in the shape of the anterior and posterior corneal surfaces caused by mydriasis and miosis: detailed analysis. J Cataract Refract Surg. 2004;30:1024-1030.
18. Bakbak B, Koktekir BE, Gedik S, et al. Effect of pupil dilation on biometric parameters of the Lenstar 900. Cornea. 2013;32:e21-e24.
19. Arriola-Villalobos P, Díaz-Valle D, Garzón N, et al. Effect of pharmacologic pupil dilation on OLCR optical biometry measurements for IOL predictions. Eur J Ophthalmol. 2014;24:53-57.
20. Marchini G, Babighian S, Tosi R, et al. Comparative study of the effects of 2% ibopamine, 10% phenylephrine and 1% tropicamide on the anterior segment. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003;44:281-289.
21. Read SA, Collins MJ, Woodman EC, et al. Axial length changes during accommodation in myopes and emmetropes. Optom Vis Sci. 2010;87:656-662.
22. Khambhiphant B, Chatbunchachai N, Pongpirul K. The effect of pupillary dilatation on IOL power measurements by using the IOLMaster. Int Ophthalmol. 2015;35:853-859.
23. Teshigawara T, Meguro A, Mizuki N. Influence of pupil dilation on predicted postoperative refraction and recommended IOL to obtain target postoperative refraction calculated by using third- and fourth-generation calculation formulas. Clin Ophthalmol. 2018;12:1913-1919.
24. Hegazy SH. Effect of pharmacological pupil dilation on ocular biometric parameters and intraocular lens power calculation using the AL-Scan optical biometer. Al-Azhar Assiut Med J. 2015;13(3):208-217.
25. Adler G, Shahar J, Kesner R, et al. Effect of pupil size on biometry measurements using the IOLMaster. Am J Ophthalmol. 2015;159(5):940-944.