

Wpływ akomodacji na parametry biometryczne i geometryczne gałki ocznej oraz ciśnienie wewnątrzgałkowe



Foto: archiwum Autorki



Foto: archiwum Autorki

Mgr inż. KAMILA GAWEŁ, dr inż. AGNIESZKA JÓŻWIK

Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Katedra Optyki i Fotoniki, Politechnika Wroclawska

Artykuł powstał na podstawie pracy magisterskiej obronionej w 2024r., napisanej pod kierunkiem dr inż. Agnieszki Józwick na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wroclawskiej.

Streszczenie

Wraz z pojawiającymi się innowacjami w sprzęcie okulistycznym, umożliwiającymi coraz dokładniejsze obrazowanie struktur oka, klinicyści i badacze zaczęli rozważać wpływ akomodacji na zmianę różnych parametrów ocznych. Mimo licznych badań naukowych temat ten nadal budzi kontrowersje.

Celem badania była analiza wpływu akomodacji na zmianę parametrów biometrycznych i geometrycznych gałki ocznej oraz ciśnienia wewnątrzgałkowego. Pomiary wykonano za pomocą biometru Pentacam AXL (Oculus), który umożliwia wywołanie akomodacji poprzez zastosowanie bodźców akomodacyjnych w zakresie od -1D do -5D. Natomiast ciśnienie wewnątrzgałkowe zmierzono za pomocą tonometru Corvis ST. Zbadano 20 par oczu, a oprócz pomiarów biometrycznych i ciśnienia wewnątrzgałkowego, wykonano również pomiary refrakcji za pomocą autorefraktometru oraz pomiary punktu blizy wzrokowej. Wykazano, że akomodacja istotnie wpływa na niektóre parametry biometryczne oraz ciśnienie wewnątrzgałkowe.

Wstęp

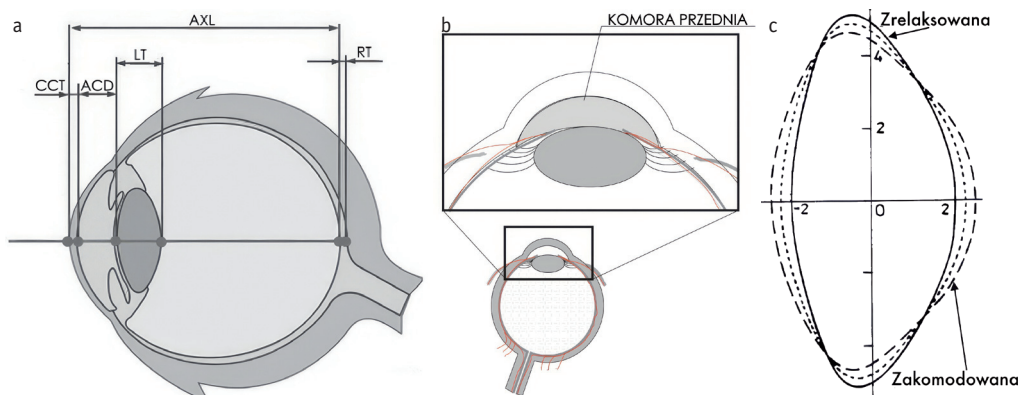
Biometria to pomiar zarówno osiowej długości gałki ocznej, jak i odległości między jej różnymi strukturami (rys. 1a). W przypadku przedniej komory oka, obejmuje pomiary odległości od przedniej powierzchni rogówki do pierwszej powierzchni soczewki. Rogówka składa się z dwóch asferycznych powierzchni, a odległość między nimi stanowi jej grubość (ang. *corneal thickness*, CCT). Obszar ograniczony rogówką, tęczęwką i soczewką oczną nazywany jest komorą przednią (rys. 1b). Jej głębokość liczona jest od tylnej powierzchni rogówki do przedniej powierzchni soczewki (ang. *anterior chamber depth*, ACD). Soczewka oka ma zdolność zmiany kształtu w celu dostosowania mocy układu optycznego

Abstract

With the emergence of innovations in ophthalmic equipment that enable increasingly precise imaging of eye structures, clinicians and researchers have begun to consider the impact of accommodation on changes in various ocular parameters. Despite numerous scientific studies, this topic remains controversial.

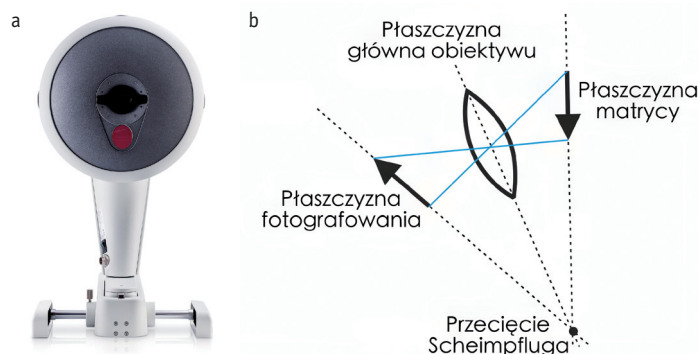
The aim of the study was to analyze the effect of accommodation on changes in biometric and geometric parameters of the eyeball, as well as intraocular pressure. Measurements were carried out using the Pentacam AXL biometer (Oculus), which enables the induction of accommodation by applying accommodative stimuli ranging from -1D to -5D. Intraocular pressure was measured using the Corvis ST tonometer. A total of 40 eyes were examined, and in addition to biometric and intraocular pressure measurements, refraction measurements were performed using an autorefractometer, as well as near point of vision measurements. It was shown that accommodation significantly affects certain biometric parameters and intraocular pressure.

do ostrego widzenia obiektów znajdujących się w różnych odległościach. Proces ten nazywany jest akomodacją, w wyniku której soczewka uwypukla się, a jej zdolność skupiająca oraz osiowa grubość wzrastają (rys. 1c).



Rys. 1a. Biometria gałki ocznej [1] [CCT – osiowa grubość rogówki, ACD – głębokość komory przedniej, LT – osiowa grubość soczewki, RT – osiowa grubość siatkówki, AXL – osiowa długość gałki ocznej], b. schemat komory przedniej [2], c. schemat geometrii soczewki zrelaksowanej i zaakomodowanej [3]

W pracy do pomiaru przedniego odcinka oka wykorzystano urządzenie Pentacam AXL firmy Oculus (rys. 2a). Aparat ten wykorzystuje obrotową kamerę Scheimpfluga do tworzenia modelu matematycznego struktur, obejmujących obszar od przedniej powierzchni rogówki do soczewki. Aby uzyskać ostre obrazy, należy odpowiednio ustawić położenie obiektywu, by płaszczyzny obiektywu, matrycy i fotografowania przecięły się w jednej linii (rys. 2b). Pentacam AXL dostarcza informacji nie tylko na temat przedniego odcinka oka, ale również pozwala wyznaczyć długość gałki ocznej za pomocą biomechanii optycznej. Opiera się ona na optycznej koherentnej tomografii (OCT). Pomiar polega na ocenie opóźnienia wiązki światła odbitej od poszczególnych struktur oka. Parametry oka uzyskiwane w pomiarze zostały zestawione w tabeli 1.



Rys. 2a. Urządzenie Pentacam AXL firmy Oculus [4], b. zasada Scheimpfluga [5]

	Rozwinięcie skrótu	Tłumaczenie polskie
ACD [mm]	<i>Anterior Chamber Depth</i>	Głębokość komory przedniej
ACV	<i>Anterior Chamber Volume</i>	Objętość komory przedniej
PD [mm]	<i>Peak Distance</i>	Szerokość źrenicy
AXL [mm]	<i>Axial Length</i>	Osiowa długość gałki ocznej
ACA, ACAN, ACAS [o]	<i>Anterior Chamber Angle: Mean, Nasal, Superior</i>	Kąt przesaczenia: średni, od strony nosowej, od strony skroniowej
CCT, CTN, CTS [mm]	<i>Corneal Thickness: Central, Nasal, Superior</i>	Grubość rogówki: osiowa, nosowa, skroniowa
A1, A2 Velocity [m/s]	<i>First, second applanation velocity</i>	Prędkość pierwszej, drugiej aplacji
CV _{3,5,7,10}	<i>Corneal Volume</i>	Objętość rogówki dla średnicy odpowiednio 3, 5, 7, 10 mm od osi
Rp _{3,5,7,9,11,13}	<i>Anterior Radius of Curvature</i>	Średni promień krzywizny przedniej powierzchni rogówki na średnicy 3, 5, 7, 9, 11, 13 mm
Rt _{3,5,7,9,11}	<i>Posterior Radius of Curvature</i>	Średni promień krzywizny tylnej powierzchni rogówki na średnicy 3, 5, 7, 9, 11 mm od osi
Qp	<i>Anterior Corneal Asphericity Coefficient</i>	Współczynnik asferyczności przedniej powierzchni rogówki
Qt	<i>Posterior Corneal Asphericity Coefficient</i>	Współczynnik asferyczności tylnej powierzchni rogówki

Tab. 1. Parametry uzyskiwane przez urządzenie Pentacam AXL

Pomiary tonometryczne są jedną z podstawowych metod oceny ryzyka wystąpienia jaskry. Istnieje wiele metod pomiaru ciśnienia wewnątrzgałkowego (ang. *intraocular pressure*, IOP), z których za



Rys. 3. Tonometr bezkontaktowy Corvis ST [6]

złoty standard uznaje się tonometrię aplanacyjną Goldmanna. Tonometr Corvis ST (rys. 3) rozwiązuje problem zależności wartości IOP od biomechaniki rogówki. Aparat ten bazuje na tonometrii bezkontaktowej typu *air-puff*, która wywołuje aplanację za pomocą podmuchu powietrza. Ponadto, urządzenie to umożliwia uzyskanie obrazu przedniego odcinka oka oraz monitorowanie zmian zachodzących podczas deformacji dzięki wykorzystaniu kamery Scheimpfluga. Podczas pomiarów akomodację wywołano przez wpatrywanie się w poświatę punktu centralnego w aparacie. Wybrano takie rozwiązanie ze względu na fakt, że urządzenie nie daje możliwości wstawienia bodźca akomodacyjnego, co było utrudnione przez budowę zewnętrzną urządzenia, a podjęcie próby dodania bodźca zakończyła się niepowodzeniem. Metoda niestety uniemożliwiła kontrolowanie akomodacji co do wielkości.

Wyniki badań naukowych dotyczących wpływu akomodacji na różne parametry oczne nie są jednoznaczne. Większość badań wykazuje, że akomodacja powoduje istotne statystycznie zmniejszenie głębokości [7,8,9,10,11] i objętości komory przedniej [7,8,9,12]. Jednak niektóre badania nie wykazały istotnej statystycznie zmiany głębokości komory przedniej [12,13]. W przypadku średnicy źrenicy dwukrotnie udowodniono istotne statystycznie jej zmniejszenie [8,12], ale jedno badanie nie wykazało zmian [13]. Według niektórych badań kąt przesaczenia nie zmienia się podczas akomodacji [8,13], natomiast inne wykazały jego istotne statystycznie zmniejszenie [11,12]. Ponadto, znaleziono badania potwierdzające istotne statystycznie zmniejszenie objętości rogówki w odległościach 3, 5 i 7 mm od osi centralnej [7,9], chociaż w jednym badaniu nie wystąpiły istotne zmiany dla odległości 3 mm od osi [9]. W przypadku przedniego promienia krzywizny rogówki, badania wykazały istotne statystycznie zmiany w odległościach 3, 5 i 7 mm od osi centralnej [10]. Natomiast dla tylnej powierzchni rogówki, zaobserwowano zarówno istotne zwiększenie wartości [7], jak i brak istotnej statystycznie zmiany [10]. W odniesieniu do ciśnienia wewnątrzgałkowego, badania wykazały zarówno znaczący spadek [14], jak i brak istotnej statystycznie różnicy [11]. W tabeli 2 zaprezentowano zmiany poszczególnych parametrów, które zaszły podczas procesu akomodacji w przedstawionych wyżej badaniach dla grup młodych, emmetropowych i/lub nadwzrocznych.

W ramach niniejszej pracy podjęto próbę analizy wpływu akomodacji na parametry biometryczne i geometryczne oraz ciśnienie wewnątrzgałkowe.

Metoda badawcza

W badaniu wzięło udział 20 osób – 15 kobiet oraz 5 mężczyzn w wieku od 21 do 24 lat (średnia 23±1 lata). Analizie poddano wyniki 40 oczu. Warunkiem wykluczającym osoby z badania była wada refrakcji większa niż -1D oraz odległość punktu bliży wzrokowej większa niż 20 cm. Kryterium dla drugiego parametru zostało przyjęte ze względu na możliwość wystąpienia problemów z wyostreniem bodźca akomodacyjnego o wartości -5D podczas wykonywania pomiarów. Badane osoby nie posiadały żadnych chorób oczu. Osoby badane poinformowano o celu i przebiegu badania. Każdy podpisał świadomą zgodę

	Koc i inn. [8] Osoby emmetropowe, nadwzroczne	Ni Y. i inn. [7]	Jitendra Y. i inn. [12]	Dominguez-Vicent i inn. [13]	Lipecz A. i inn. [9]	Wallace H. i inn. [10]	Yan L. i inn., [11]	Collins M. i inn. [14]
Głębokość komory przedniej [mm]	-0,14 ± 0,04* -0,09 ± 0,08*	-0,11 ± 0,30*	-0,01 ± 0,27	-0,11 ± 0,17	-0,04 ± 0,25*	-0,10 ± 0,07*	-0,16 ± 0,24*	
Objętość komory przedniej [mm ³]	-13,6 ± 8,8* -9,8 ± 7,0*	-4,12 ± 31,63*	-6,47 ± 23,67*		-9,68 ± 27,60*			
Średnica źrenicy [mm]	-0,16 ± 0,24* -0,11 ± 0,23*		-0,05 ± 0,55*	-0,18 ± 0,18				
Kąt przesączenia [°]	-0,8 ± 0,9 -0,1 ± 0,6		-1,22 ± 3,70*	+0,35 ± 2,10	-0,78 ± 4,82*		-2,9 ± 6,7*	
Objętość rogówki 3/5/7 mm od osi centralnej [mm ³]		-0,05 ± 0,19*/ -0,18 ± 0,54*/ -0,36 ± 1,08*			-0,02 ± 0,17/ -0,07 ± 0,52*/ -0,14 ± 1,13*			
Krzywizna przednia 3/5/7 mm od osi centralnej [mm]		0,024 ± 0,022*/ -0,001 ± 0,018*/ -0,007 ± 0,018*				-*		
Krzywizna tylna 3/5/7 mm od osi centralnej [mm]		0,014 ± 0,009*/ 0,01 ± 0,006*/ 0,015 ± 0,007*				-**		
IOP [mmHg]							-0,76 ± 3,93	-1,8 ± 1,2*
*- zmiany istotne statystycznie								
** - brak dokładnych danych liczbowych								

Tab. 2. Zestawienie zmian w poszczególnych parametrach przez wpływ akomodacji w różnych badaniach

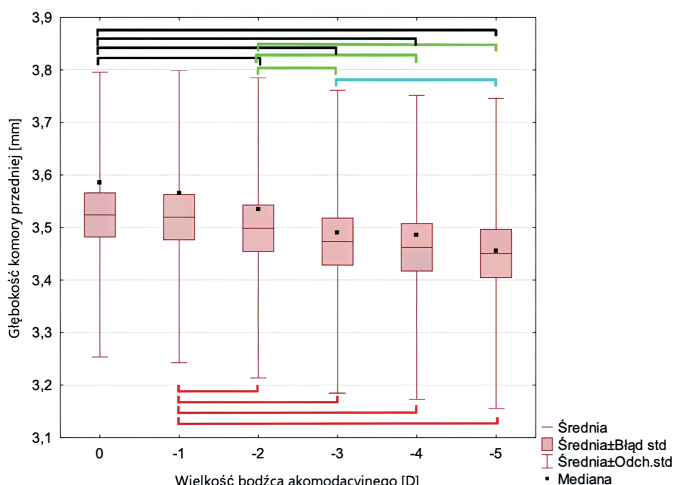
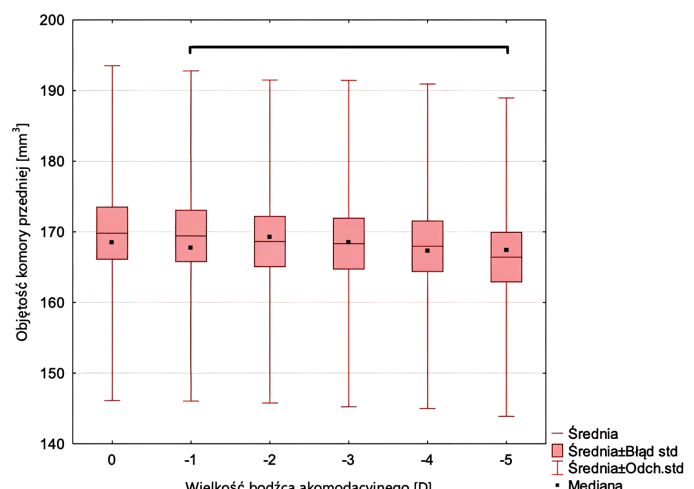
zarówno na udział w badaniu, jak i przetwarzanie danych osobowych (RODO). Badania przeprowadzono zgodnie z procedurą badania, zatwierdzoną przez Komisję ds. Etyki Badań Naukowych Politechniki Wrocławskiej (Nr O-23-51 z dnia 02 listopada 2023r.). Wyniki badania poddano analizie statystycznej, w której porównywano wyniki uzyskane bez bodźca akomodacyjnego oraz z bodźcami od -1D do -5D dla każdego z 27 analizowanych parametrów. W zależności od charakteru rozkładu wyników do analizy wykorzystano test Anova bądź test Friedmanna. W przypadku wystąpienia istotnych statystycznie różnic w wynikach między analizowanymi grupami ($p < 0,05$), przeprowadzono analizę post-hoc z poprawką Bonferroniego.

Wyniki i dyskusja

Badania na dostępnej grupie badawczej potwierdziły, że akomodacja wpływa na 5 parametrów z 27 poddanych analizie. W tabeli 2 przedsta-

wiono średnie wartości parametrów z odchyleniem standardowym oraz informacją, czy akomodacja wpływa istotnie statystycznie ($p < 0,05$) na dany parametr. W dalszej części artykułu zaprezentowano najważniejsze z nich.

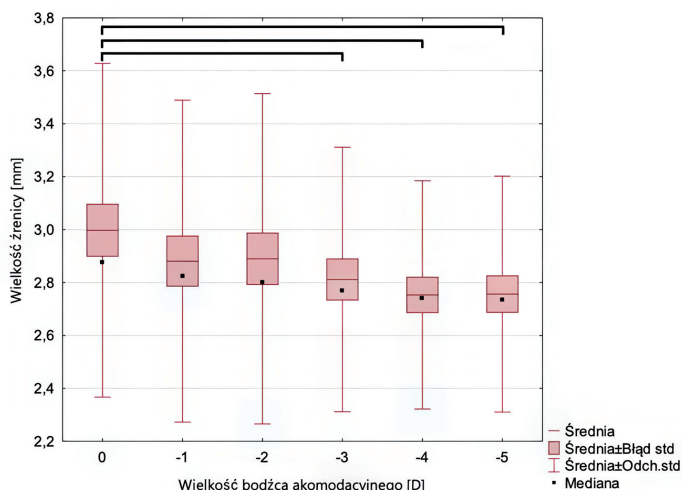
Wyniki pomiaru głębokości komory przedniej ACD zaprezentowano na rys. 4. Wraz ze zwiększaniem się bodźca akomodacyjnego głębokość komory przedniej stopniowo się zmniejszała, osiągając w ostatnim punkcie pomiarowym wartość średnio o 0,08 mm mniejszą niż dla pomiaru bez bodźca. Analiza statystyczna wykazała zmiany istotne statystycznie między większością grup. Podobne rezultaty uzyskano wcześniej [7,8,9,10,12]. A podobną różnicę między wartością przed i podczas maksymalnej akomodacji uzyskali Koc i in. [8] oraz Wallace i in. [10]. Zgadza się to również z powszechną wiedzą na temat procesu akomodacji, mówiącą o tym, że soczewka uwypukla się i staje się grubsza podczas zwiększania swojej mocy, przez co komora przednia zmniejsza swoją głębokość i objętość.

Rys. 4. Wyniki pomiaru głębokości komory przedniej ACD w zależności od wielkości bodźca akomodacyjnego. Wąsami zaznaczono grupy, dla których różnica w uzyskanych wynikach jest istotna statystycznie ($p < 0,05$)Rys. 5. Wyniki pomiaru objętości komory przedniej w zależności od wielkości bodźca akomodacyjnego. Wąsami zaznaczono grupy, dla których różnica w uzyskanych wynikach jest istotna statystycznie ($p < 0,05$)

	0	-1D	-2D	-3D	-4D	-5D	Istotny statystycznie wpływ akomodacji
ACD [mm]	3,53 ± 0,27	3,52 ± 0,28	3,50 ± 0,29	3,47 ± 0,29	3,46 ± 0,29	3,45 ± 0,29	TAK
ACV [mm ³]	170 ± 24	169 ± 24	168 ± 23	168 ± 23	167 ± 23	166 ± 23	TAK
PD [mm]	3,0 ± 0,63	2,88 ± 0,61	2,89 ± 0,63	2,81 ± 0,50	2,75 ± 0,43	2,76 ± 0,45	TAK
AXL [mm]	23,31 ± 0,78	23,30 ± 0,78	23,31 ± 0,77	23,31 ± 0,78	23,31 ± 0,78	23,32 ± 0,78	TAK
ACA [°]	36,58 ± 5,37	36,41 ± 5,51	36,77 ± 5,87	36,25 ± 5,62	36,22 ± 5,63	36,25 ± 5,63	NIE
ACA _N [°]	41,28 ± 7,44	40,97 ± 7,17	41,45 ± 6,91	40,92 ± 7,28	40,93 ± 7,27	40,83 ± 7,32	NIE
ACA _S [°]	38,68 ± 6,41	39,10 ± 6,33	39,17 ± 6,27	39,42 ± 6,70	39,13 ± 6,49	38,74 ± 6,23	NIE
CCT [μm]	538 ± 26	539 ± 26	538 ± 27	538 ± 26	538 ± 27	538 ± 27	NIE
CT _N [μm]	633 ± 31	632 ± 31	633 ± 33	633 ± 32	633 ± 32	633 ± 32	NIE
CT _S [μm]	604 ± 33	605 ± 32	605 ± 32	605 ± 33	605 ± 34	605 ± 33	NIE
CV ₃ [mm ³]	3,87 ± 0,23	3,87 ± 0,24	3,87 ± 0,25	3,86 ± 0,23	3,86 ± 0,24	3,87 ± 0,23	NIE
CV ₅ [mm ³]	11,39 ± 0,65	11,37 ± 0,65	11,38 ± 0,66	11,37 ± 0,64	11,37 ± 0,65	11,37 ± 0,64	NIE
CV ₇ [mm ³]	24,51 ± 1,37	24,49 ± 1,36	24,51 ± 1,37	24,46 ± 1,35	24,49 ± 1,37	24,47 ± 1,35	NIE
CV ₁₀ [mm ³]	59,95 ± 3,39	59,85 ± 3,34	59,83 ± 3,39	59,78 ± 3,34	59,75 ± 3,38	59,77 ± 3,30	NIE
Rp ₃ [mm]	7,88 ± 0,33	7,86 ± 0,33	7,88 ± 0,33	7,88 ± 0,34	7,87 ± 0,33	7,87 ± 0,34	NIE
Rp ₅ [mm]	7,92 ± 0,31	7,91 ± 0,31	7,92 ± 0,31	7,92 ± 0,31	7,91 ± 0,31	7,91 ± 0,31	NIE
Rp ₇ [mm]	8,00 ± 0,30	7,99 ± 0,30	7,99 ± 0,30	8,00 ± 0,30	7,99 ± 0,30	7,99 ± 0,30	NIE
Rp ₉ [mm]	8,17 ± 0,30	8,16 ± 0,30	8,16 ± 0,29	8,16 ± 0,30	8,16 ± 0,29	8,16 ± 0,29	NIE
Rp ₁₁ [mm]	8,37 ± 0,28	8,38 ± 0,28	8,38 ± 0,28	8,37 ± 0,28	8,37 ± 0,28	8,37 ± 0,28	NIE
Rp ₁₃ [mm]	8,56 ± 0,26	8,57 ± 0,27	8,57 ± 0,27	8,57 ± 0,28	8,56 ± 0,27	8,56 ± 0,28	NIE
Rt ₃ [mm]	6,48 ± 0,25	6,47 ± 0,26	6,48 ± 0,27	6,47 ± 0,26	6,48 ± 0,26	6,48 ± 0,26	NIE
Rt ₅ [mm]	6,41 ± 0,25	6,43 ± 0,26	6,43 ± 0,27	6,43 ± 0,27	6,41 ± 0,26	6,43 ± 0,27	NIE
Rt ₇ [mm]	6,54 ± 0,28	6,54 ± 0,29	6,54 ± 0,29	6,54 ± 0,29	6,54 ± 0,29	6,54 ± 0,29	NIE
Rt ₉ [mm]	6,77 ± 0,31	6,78 ± 0,31	6,79 ± 0,32	6,78 ± 0,32	6,79 ± 0,32	6,78 ± 0,31	NIE
Rt ₁₁ [mm]	6,88 ± 0,29	6,89 ± 0,30	6,88 ± 0,30	6,88 ± 0,30	6,88 ± 0,29	6,88 ± 0,30	NIE
Qp	-0,38 ± 0,14	-0,38 ± 0,13	-0,37 ± 0,14	-0,38 ± 0,14	-0,38 ± 0,14	-0,38 ± 0,14	NIE
Qt	-0,44 ± 0,17	-0,45 ± 0,20	-0,44 ± 0,19	-0,46 ± 0,18	-0,46 ± 0,18	-0,45 ± 0,19	NIE
IOP [mmHg]	Bez bodźca:	21,62 ± 4,15	Z bodźcem:	20,82 ± 3,63			TAK

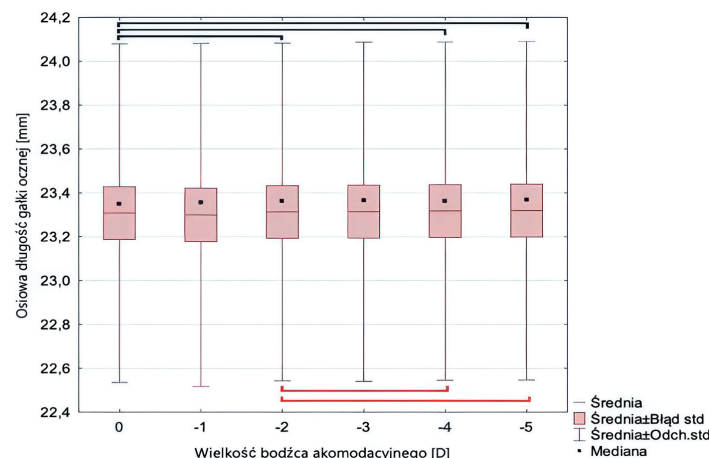
Tab. 3. Średnie wartości parametrów wraz z odchyleniem standardowym i wpływem akomodacji. ACD – głębokość komory przedniej; ACV – objętość komory przedniej; PD – wielkość źrenicy; AXL – osiowa długość gałki ocznej; ACA – średni kąt przesaczenia; ACA_N – kąt przesaczenia od strony nosowej; ACA_S – kąt przesaczenia od strony skroniowej; CCT – osiowa grubość rogówki; CT_N – grubość rogówki od strony nosowej; CT_S – grubość rogówki od strony skroniowej; CV₃, CV₅, CV₇, CV₁₀ – objętość rogówki w odległości 3, 5, 7 i 10 mm od osi; Rp₃, Rp₅, Rp₇, Rp₉, Rp₁₁, Rp₁₃ – promień przedniej krzywizny rogówki na średnicy 3, 5, 7, 9, 11, 13mm od osi; Rt₃, Rt₅, Rt₇, Rt₉, Rt₁₁ – promień tylnej krzywizny rogówki na średnicy 3, 5, 7, 9, 11, 13mm od osi; Qp – współczynnik asferyczności przedniej krzywizny rogówki, Qt – współczynnik asferyczności tylnej krzywizny rogówki, IOP – ciśnienie wewnątrzgałkowe

Objętość komory przedniej, przedstawiona na rys. 5, również wykazuje zmniejszenie wraz z akomodacją. Średnia zmiana wyniosła 4 mm³, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Jitendrę i in. [12]. Zmniejszenie objętości komory przedniej zostało również potwierdzone w badaniach Koca i in. [8], Ni i in. [7] oraz Lipeca i in. [9].



Rys. 6. Wyniki pomiaru wielkości źrenicy w zależności od wielkości bodźca akomodacyjnego. Wąsami zaznaczono grupy, dla których różnica w uzyskanych wynikach jest istotna statystycznie (p<0,05)

Na rysunku 6 pokazano zmiany szerokości źrenicy (PD) w odpowiedzi na rosnącą wartość bodźca akomodacyjnego. Jest to związane z faktem, że podczas akomodacji mięsień rzęskowy kurczy się, co prowadzi do skurczu mięśnia zwieracza źrenicy, powodując zwężenie źrenicy [15]. Najmniejsze średnice źrenicy obserwowano przy bodźcu o wartości -4D, wynoszące średnio 2,75 ± 0,43 mm, w porównaniu

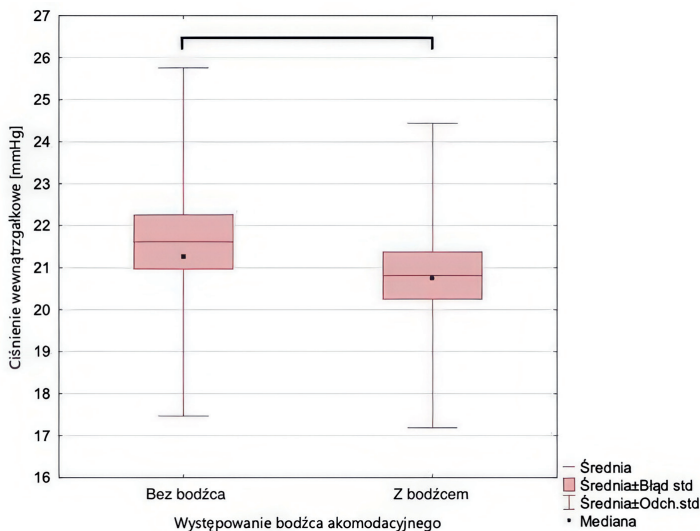


Rys. 7. Wyniki pomiaru osiowej długości gałki ocznej w zależności od wielkości bodźca akomodacyjnego. Wąsami zaznaczono grupy, dla których różnica w uzyskanych wynikach jest istotna statystycznie (p<0,05)

do $3,0 \pm 0,63$ mm w pomiarze bez bodźca. Różnica wyniosła średnio 0,05 mm, co jest zgodne z wynikami Jitendry i in. [12].

Akomodacja wpływa również na osiową długość gałki ocznej (AXL). Zmiany te przedstawiono na rys. 7. Osiowa długość gałki ocznej stopniowo wzrastała, osiągając w ostatnim punkcie pomiarowym średnią wartość o 0,012 mm większą niż w pomiarze bez bodźca akomodacyjnego. Wydłużenie gałki ocznej może być związane ze zmianami napięcia twardówki [11].

Na rysunku 8 przedstawiono zmiany ciśnienia wewnątrzgałkowego (IOP) w odpowiedzi na bodziec akomodacyjny. IOP zmalało średnio o 0,8 mmHg w pomiarze z bodźcem akomodacyjnym, osiągając wartość około 20,81 mmHg. Istotnie statystycznie zmniejszenie IOP odnotowali również Read i in. [14] oraz Yan [11].



Rys. 8. Wyniki pomiaru ciśnienia wewnątrzgałkowego w zależności od występowania bodźca akomodacyjnego

Podsumowanie

Głównym celem pracy była analiza wpływu akomodacji na parametry biometryczne, geometryczne oraz ciśnienie wewnątrzgałkowe gałki ocznej. Akomodacja wpływa na kluczowe parametry biometryczne, takie jak głębokość i objętość komory przedniej, szerokość źrenicy, Zmienia się również osiowa długość gałki ocznej oraz ciśnienie wewnątrzgałkowe. W ramach pracy przeprowadzono także badania dotyczące zmian w peryferyjnym obszarze rogówki. Nie stwierdzono jednak istotnych zmian w objętości oraz w przedniej i tylnej krzywiznie rogówki w tym obszarze spowodowanych akomodacją.

Badania wpływu akomodacji na parametry oczne są istotne, ponieważ fizjologiczny mechanizm akomodacji człowieka wciąż nie jest w pełni zrozumiany, a temat ten budzi kontrowersje. Jak wspomniano, w pracy oceniono również wpływ akomodacji na parametry związane z rogówką. Jest to ważne, ponieważ rogówka jest kluczowym elementem refrakcyjnym oka, a nawet niewielkie zmiany w jej kształcie mogą wpływać na proces widzenia. Jednak w pracy udowodniono, że napięcie mięśni rzęskowych nie wpływa na peryferyjną część rogówki.

Wiedza dotycząca wpływu akomodacji na różne parametry biometryczne i geometryczne oka może być wykorzystana do lepszego zrozumienia oraz skuteczniejszej diagnostyki i leczenia różnych chorób oczu, takich jak jaskra i patologie rogówki, a także do projektowania akomodacyjnych soczewek wewnątrzgałkowych.

Ilustracje: archiwum Autorek

Piśmiennictwo

1. G. Mylonas, i inn. Performance of three biometry devices in patients with different grades of age-related cataract. *Acta Ophthalmologica* 2011 doi.org/10.1111/j.1755-3768.2010.02042.x
2. R. Koprowski, Z. Wróbel. *Analysis of anterior eye segment*. Image processing in optical coherence tomography: Using Matlab 2011
3. H. Kasprzak. New approximation for the whole profile of the human crystalline lens. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2000, vol. 20
4. OCULUS, Comparison of Pentacam Models, <https://www.pentacam.com/int/opticianoptometrist-without-pentacamr/models/model-line-up.html> [dostęp 20.03.2024r.]
5. A. Schoch, E. Savio. *High-Speed measurement of complex shaped parts by laser triangulation inspection* 2019, doi:10.1007/978-981-10-4912-5_10-1
6. OCULUS, *Corvis ST*, <https://oculus.pl/oferta/corvis-st/> [dostęp: 14 sierpnia 2024r.]
7. Ni Y. i inn. Evaluation of corneal changes with accommodation in young and presbyopic populations using Pentacam High Resolution Scheimpflug system. *Clinical and Experimental Ophthalmology* 2013, doi: 10.1111/j.144-9071.2012.02863.x
8. M. Koci i in. Anterior Segment changes during accommodation in accommodative esotropia. *Korean J Ophthalmol* 2018, doi: 10.3341/kjo.2017.0012
9. A. Lipiec i in. Scheimpflug image-based changes in anterior segment parameters during accommodation induced by short-term reading. *European Journal of Ophthalmology* 2016, <https://doi.org/10.5301/ejo.5000853>
10. H. Wallace, J. McKelvie, C. Green C, S. Misra. Corneal curvature: the influence of corneal accommodation and biomechanics on corneal shape. *Translational Vision Science and Technology* 2019, doi: 10.1167/tvst.8.4.5
11. L. Yan, L. Huibin, L. Xuemin. Accommodation-induced intraocular pressure changes in progressing myopes and emmetropes. *Eye (Lond)* 2014 listopad; 28(11): 1334–1340, doi: 10.1038/eye.2014.208
12. Y. Jitendra, D. Kumar, S. Kumar, S. Das. Changes in anterior segment parameters of normal subjects during accommodation using a Scheimpflug imaging system. *Med Hypothesis Discov Innov Optom* 2020 Winter; 1(3): 124–128. DOI: <https://doi.org/10.51329/mehdiptometry117>
13. Dominguez-Vicent i inn. Changes in the anterior chamber during accommodation assessed with a Scheimpflug system. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 2013, <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2014.02.043>
14. S. Read, M. Collins, H. Becker, J. Cutting, D. Ross. The influence of accommodation on intraocular pressure and ocular pulse amplitude. *IOVS* 2009
15. T. Cichocki, J. Litwin, J. Mirecka. *Kompendium histologii*. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego IV, 2009