

(21)

Ocena parametrów przepływu krwi przez tętnice rzęskowe tylne krótkie u osób krótkowzrocznych

Evaluation of short posterior ciliary artery blood flow in myopic patients

Anna Bryl¹, Małgorzata Mrugacz^{1,2}, Andrzej Malinowski³, Zofia Mariak⁴

¹ Samodzielna Pracownia Rehabilitacji Narządu Wzroku Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Małgorzata Mrugacz

² Klinika Okulistyki Dziecięcej z Ośrodkiem Leczenia Zeza Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Alina Bakunowicz-Łazarczyk

³ Elite Optyk Malinowscy w Białymstoku
Kierownik: Andrzej Malinowski

⁴ Klinika Okulistyki Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Zofia Mariak

Abstrakt:

Cel: ocena parametrów przepływu krwi przez tętnice rzęskowe tylne krótkie u osób krótkowzrocznych.

Materiał i metody: do badania zakwalifikowano 52 osoby (104 oczu) krótkowzroczne w wieku od 18 do 79 lat, w tym 32 pacjentów bez zmian zwyrodnieniowych na dnie oka (grupa I) i 20 osób z obecnością sierpa krótkowzrocznego umiejscowionego przy skroniowym brzegu tarczy nerwu wzrokowego (grupa II). U wszystkich osób zakwalifikowanych do badania wykonano pomiar parametrów przepływu krwi w tętnicach rzęskowych tylnych krótkich położonych po stronach nosowej i skroniowej tarczy nerwu wzrokowego.

Wyniki: nie wykazano istotnych statystycznie zależności między parametrami przepływu krwi przez tętnice rzęskowe tylne krótkie po stronie nosowej tarczy nerwu wzrokowego w obu analizowanych grupach. Stwierdzono natomiast istotne statystycznie obniżenie prędkości przepływu krwi w tętnicach rzęskowych tylnych krótkich po stronie skroniowej tarczy nerwu wzrokowego w grupie osób z sierpem krótkowzrocznym w stosunku do osób bez tej degeneracji.

Wnioski: u pacjentów z obecnością zmian zwyrodnieniowych przy tarczy nerwu wzrokowego stwierdzono gorsze parametry przepływu krwi przez tętnice rzęskowe tylne krótkie skroniowe oraz gorszą ostrość wzroku. Wydłużenie gałki ocznej występujące symetrycznie po obu stronach tarczy nerwu wzrokowego może przemawiać za tym, że za wystąpienie sierpa krótkowzrocznego odpowiada gorsze ukrwienie po skroniowej stronie.

Słowa kluczowe:

sierp krótkowzroczny, tętnice rzęskowe tylne krótkie, CD – ultrasonografia.

Abstract:

Aim: To assess short posterior ciliary artery blood flow in myopic eyes.

Material and methods: The study group consisted of 52 myopic patients (104 eyes) aged 18–79: 32 patients without concomitant degenerative changes (group I), and 20 patients with myopic crescent (temporal peripapillary atrophy). The blood flow in the short posterior ciliary arteries nasally and temporally to the optic disc was assessed in all patients.

Results: There were no significant difference in short posterior ciliary artery blood flow nasally to the optic disc between the two groups. There was a significant blood flow reduction temporally to the optic disc in patients with peripapillary atrophy as compared to those with no concomitant degeneration.

Conclusions: Myopic patients with temporal peripapillary atrophy had decreased short posterior ciliary artery blood flow temporally to the optic disc and impaired visual acuity as compared to those without myopic crescent. Ocular axial elongation, symmetrical on both sides of the optic disc, may suggest that peripapillary atrophy causes impaired perfusion temporally to the optic disc.

Key words:

myopic crescent, short posterior ciliary arteries, CD – ultrasound.

Autorzy zgłaszają brak konfliktu interesów w związku z publikowaną pracą/ The authors declare no conflict of interest

Wstęp

Krótkowzroczność to wada wzroku, która najczęściej jest spowodowana dłuższą gałką oczną. Następstwem tego jest tworzenie się zmian zwyrodnieniowych w obrębie siatkówki i naczyńówki oka. Powszechnie występującą degeneracją jest zanik naczyńówkowo-siatkówkowy otaczający skroniowy brzeg tarczy nerwu wzrokowego (n. II), zwany sierpem krótkowzrocznym. Można go obserwować nawet u osób z niską wadą wzroku, kiedy wydłużenie gałki ocznej w stosunku do oka nor-

mowzrocznego jest stosunkowo niewielkie. Rozpoznawanie tej degeneracji w oczach zajętych jaskrą bez krótkowzroczności sugeruje, że za jej powstanie nie odpowiada jedynie rozciąganie tkanek, ale także zaburzenia ukrwienia.

Cel

Ponieważ za unaczynienie obszaru otaczającego skroniowy brzeg tarczy n. II odpowiadają gałęzie skroniowe, konieczna jest ocena parametrów przepływu krwi przez tętnice rzęskowe tylne

krótkie (TRTK) u osób krótkowzrocznych, u których z tą wadą współistnieje sierp krótkowzroczny, i u osób, u których on nie współwystępuje (1–3). Celem naszej pracy jest ta ocena.

Materiał i metody

Do badania zakwalifikowano 52 osoby krótkowzroczne w wieku od 18 do 79 lat będące pacjentami Kliniki Okulistyki oraz Poradni Przyklinicznej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z zasadami zawartymi w Deklaracji Helsińskiej, a na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę komisji bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (numer R-I-002/577/2012). U wszystkich badanych przeprowadzono badanie okulistyczne obejmujące: badanie ostrości wzroku na tablicy Snellena do dali, ocenę przedniego odcinka za pomocą lampy szczelinowej oraz ocenę dna oka metodą pośrednią za pomocą soczewki Volk-a 78. Pacjentów przydzielono do dwóch grup. Do grupy I włączono 32 osoby, u których nie stwierdzono żadnych zmian zwyrodnieniowych na dnie oka – 23 kobiety (K) i 9 mężczyzn (M), w wieku od 21 do 67 lat, średnia $34,5 \pm 13,2$ roku. W grupie II znalazło się 20 osób, u których rozpoznano sierpa krótkowzrocznego przy skroniowym brzegu tarczy n. II (17 K, 3 M, w wieku od 18 do 79 lat, średnia $35,7 \pm 16,3$). U wszystkich badanych krótkowzroczność rozpoznano na podstawie pomiaru długości osiowej gałki ocznej za pomocą badania ultrasonograficznego w projekcji A aparatem EZScan AB-5500 oraz oceny wady wzroku potwierdzonej autorefraktometrem Topcon KR 9800 po porażeniu akomodacji 1-procentowym tropicamidem. U wszystkich zakwalifikowanych do badania osób wykonano pomiar parametrów przepływu krwi: zmierzono prędkość maksymalną – Vmax, prędkość minimalną – Vmin, prędkość średnią – Vm, wskaźnik oporu (ang. Resistance Index – RI), wskaźnik pulsacji (ang. Pulsatility Index – PI) w TRTK położonych po stronach nosowej i skroniowej tarczy n. II metodą USG Color Doppler w projekcji B aparatem Toshiba Aplio SSA 770A z sondą liniową 14.0 MHz. Oddzielnie badano naczynia w oczach prawym i lewym. Wszystkie pomiary wykonywano trzykrotnie, a otrzymane wartości uśredniono. Do oceny statystycznej wybrano test t-Studenta. Włączone do badania osoby były ogólnie zdrowe.

Wyniki

U osób bez zmian zwyrodnieniowych na dnie oka średnia skorygowana ostrość wzroku wynosiła 0,98. U 28 osób z tej grupy (87,5%) ostrość wzroku była równa 1,0 w najlepszej korekcji okularowej. Średnia długość gałek ocznych wynosiła w tej grupie $24,7 \pm 1,09$ mm (od 23,61 mm do 25,79 mm). U osób z rozpoznaniem sierpem krótkowzrocznym ostrość wzroku w zastosowanej korekcji wynosiła około 0,9, a u 16 osób z tej grupy ostrość wzroku po korekcji była pełna (80%). Średnia długość gałek ocznych wynosiła tutaj $26,24 \pm 1,44$ mm (od 24,8 mm do 27,68 mm). Analizę porównywanych grup przedstawiono w tabeli I.

	Wiek/ Age	Płeć/ Sex	Ostrość wzroku/ Visual acuity	Długość gałki ocznej/ Ocular axial length
Grupa I/ Group I	$34,5 \pm 13,2$	23 K; 9 M	0,98	$24,7 \pm 1,09$ mm
Grupa II/ Group II	$35,7 \pm 16,3$	17 K; 3 M	0,9	$26,24 \pm 1,44$ mm

Tab. I. Analiza porównawcza grup I i II.

Tab. I. Comparative analysis of the two study groups.

U osób z prawidłowym wyglądem dna oka Vmax krwi przepływającej przez TRTK po stronie nosowej w oczach prawych wynosiła 12,25 cm/s, u osób z sierpem krótkowzrocznym natomiast była niższa i wynosiła jedynie 10,52 cm/s ($p = 0,123$). Nie stwierdzono podobnej zależności w przypadku Vmin – u osób ze zwyrodnieniem stwierdzono wyższe wartości ($p = 0,328$). Współczynniki PI i RI były wyższe u osób z prawidłowym wyglądem dna oka. Wyniki nie były istotne statystycznie. W oczach lewych w TRTK po stronie nosowej parametry przepływu krwi kształtowały się podobnie. Prędkość maksymalna przepływu była taka sama w oczach z obu grup i wynosiła 11,33 cm/s, minimalna zaś wynosiła 4,18 cm/s u osób z prawidłowym wyglądem dna oka, a u osób z sierpem krótkowzrocznym była nieco mniejsza i wynosiła 4,14 cm/s ($p = 0,07$). Prędkości średnie były podobne w oczach z obu grup. Współczynniki oporu i pulsacji malały w oczach z grupy II w porównaniu z tożsamymi parametrami w oczach u osób z prawidłowym wyglądem dna oka. Także te wyniki nie były istotne statystycznie. Dokładną analizę parametrów przepływu krwi przez TRTK po stronie nosowej przedstawiono w tabelach II i III.

U osób z grupy I Vmax krwi przepływającej przez TRTK po stronie skroniowej wynosiła w oczach prawych 13,57 cm/s, a u osób z sierpem krótkowzrocznym jedynie 12,13 cm/s ($p = 0,188$). Prędkość minimalna przepływu krwi u osób z prawidłowym wyglądem dna oka wynosiła 4,56 cm/s, a u osób z zanikiem przy tarczy n. II już tylko 4,13 cm/s ($p = 0,071$). Wartości PI i RI malały wraz z rozwojem degeneracji, chociaż nie były to zmiany mocno nasilone. Analogiczne wyniki obserwowano w TRTK po stronie lewej. Prędkość maksymalna przepływu krwi u osób z prawidłowym wyglądem dna oka wynosiła 13,85 cm/s, a u osób z sierpem krótkowzrocznym 12,07 cm/s ($p = 0,037$). Malą także Vmin – z 4,73 cm/s do 4,32 cm/s ($p = 0,004$). Podobnie jak w oczach prawych PI i RI były niższe

	Grupa/ Group	I				p
		I		II		
		mean	SD	mean	SD	
n TRTK/ SPCA	Vmax	12,25	2,76	10,52	3,26	0,123
	Vmin	3,85	1,28	3,95	1,92	0,328
	Vm	7,20	1,87	6,67	2,49	0,449
	PI	1,15	0,21	1,04	0,28	0,348
	RI	0,69	0,13	0,63	0,10	0,258

SD – odchylenie standardowe/ standard deviation

p – poziom istotności statystycznej/ statistical significance level

Vmax/min – prędkość maksymalna/minimalna; maximum/ minimum velocity

Tab. II. Przepływ krwi w TRTK po stronie nosowej w oczach prawych (cm/s).

Tab. II. Nasal SPCA blood flow in right eyes (cm/s).

		Grupa/ Group				p
		I		II		
		mean	SD	mean	SD	
n TRTK/ SPCA	Vmax	11,33	2,92	11,33	2,49	0,085
	Vmin	4,18	1,72	4,14	0,97	0,072
	Vm	6,98	2,09	6,99	1,45	0,058
	PI	1,06	0,33	1,00	0,26	0,724
	RI	0,63	0,11	0,61	0,09	0,702

SD – odchylenie standardowe/ standard deviation
p – poziom istotności statystycznej/ statistical significance level
Vmax/min – prędkość maksymalna/minimalna; maximum/ minimum velocity

Tab. III. Przepływ krwi w TRTK po stronie nosowej w oczach lewych (cm/s).

Tab. III. Nasal SPCA blood flow in left eyes (cm/s).

u osób z sierpem krótkowzrocznym, chociaż te różnice nie były istotne statystycznie. Dokładną analizę parametrów przepływu krwi przez TRTK po stronie skroniowej przedstawiono w tabelach IV i V.

		Grupa/ Group				p
		I		II		
		mean	SD	mean	SD	
t TRTK/ SPCA	Vmax	13,57	3,91	12,13	3,23	0,188
	Vmin	4,56	2,62	4,13	1,72	0,071
	Vm	8,29	3,03	7,21	2,25	0,084
	PI	1,15	0,42	1,10	0,23	0,239
	RI	0,66	0,12	0,65	0,08	0,144

SD – odchylenie standardowe/ standard deviation
p – poziom istotności statystycznej/ statistical significance level
Vmax/min – prędkość maksymalna/minimalna; maximum/ minimum velocity

Tab. IV. Przepływ krwi w TRTK po stronie skroniowej w oczach prawych (cm/s).

Tab. IV. Temporal SPCA blood flow in right eyes (cm/s).

		Grupa/ Group				p
		I		II		
		mean	SD	mean	SD	
T TRTK/ SPCA	Vmax	13,85	4,12	12,07	2,61	0,037
	Vmin	4,73	1,91	4,32	1,03	0,004
	Vm	8,51	2,55	7,32	1,50	0,006
	PI	1,09	0,37	1,07	0,23	0,137
	RI	0,65	0,11	0,63	0,07	0,115

SD – odchylenie standardowe/ standard deviation
p – poziom istotności statystycznej/ statistical significance level
Vmax/min – prędkość maksymalna/minimalna; maximum/ minimum velocity

Tab. V. Przepływ krwi w TRTK po stronie skroniowej w oczach lewych (cm/s).

Tab. V. Temporal SPCA blood flow in left eyes (cm/sec).

Omówienie

Zanik naczyńkowo-siatkówkowy przy skroniowym brzegu tarczy n. II jest powszechnie występującą degeneracją krótkowzroczną. Jest jednak rozpoznawany także u osób bez wady wzroku, to nasuwa niedokrwiennie podłoże tego zjawiska. Za unaczynienie siatkówki i naczyńówki w obrębie tego obszaru odpowiadają tętnice rzęskowe. Tętnice rzęskowe najczęściej rozpoczynają się położonymi po obu stronach n. II dwoma pniami głównymi, które dzielą się na mniejsze naczynia o bardzo różnorodnym przebiegu. Dookoła wejścia n. II przebiegają one twarłowką i dochodzą do naczyńówki jako TRTK. Tętnice rzęskowe odpowiadają za ukrwienie naczyńówki oraz zewnętrznych warstw siatkówki (4).

Wyniki naszego badania wykazały istotne statystycznie pogorszenie prędkości krwi przepływającej przez TRTK po skroniowej stronie tarczy n. II w oczach z zanikiem naczyńkowo-siatkówkowym przy skroniowym brzegu tarczy n. II w porównaniu do tych samych parametrów w oczach z prawidłowym wyglądem ich dna. Nie stwierdziliśmy natomiast żadnych istotnych różnic w przepływie krwi przez TRTK położone po stronie nosowej tarczy n. II w oczach z obu analizowanych grup. Brak istotnych statystycznie różnic w parametrach przepływu krwi przez TRTK położone po stronie nosowej tarczy n. II może tłumaczyć niewystępowanie tej degeneracji po stronie nosowej. Ponieważ wydłużenie gałki ocznej występuje symetrycznie po obu stronach tarczy n. II, można sądzić, że za wystąpienie sierpa krótkowzrocznego odpowiada gorsze ukrwienie po skroniowej stronie. Występowanie sierpa krótkowzrocznego po skroniowej stronie tarczy n. II oraz stwierdzone przez nas istotniejsze pogorszenie przepływu krwi przez naczynia rzęskowe skroniowe znajdują wytłumaczenie w wynikach badań, które opublikował Giuffrè (5). Tętnice rzęskowe są naczyniami końcowymi i na granicy zaopatrywanego przez nie obszaru tworzy się strefa słabo ukrwiona – nazywana działem wodnym. W przypadku pogorszonego przepływu krwi w naczyniach rzęskowych, zarówno nosowych, jak i skroniowych, strefa działu wodnego jest narażona na większe niedokrwienie niż inne sektory siatkówkowo-naczyniówkowe. Giuffrè podjął się klasyfikacji anatomicznej działu wodnego, w której wyróżnił 6 odrębnych obszarów, i stwierdził, że w połowie przypadków dział wodny obejmuje głównie skroniową część tarczy n. II oraz sąsiadującą z nią po tej stronie naczyńówkę. Dlatego spadek prędkości przepływu krwi w naczyniach położonych skroniowo powoduje przede wszystkim niedokrwienie tego właśnie sektora i rozwój zmian zwyrodnieniowych po tej stronie tarczy n. II.

Akyol i Dymitrowa w oddzielnych badaniach własnych, w których oceniano przepływ krwi w TRTK, zauważyli, że wraz z wydłużaniem się długości osiowej gałki ocznej i rozwojem zmian zwyrodnieniowych na dnie oczu dochodzi do obniżenia maksymalnej i minimalnej prędkości przepływu krwi oraz wzrostu RI (6, 7). W tym badaniu nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian RI oraz PI w oczach z obu analizowanych grup. To może być spowodowane nieznacznymi różnicami w długościach gałek ocznych, w konsekwencji średnicy naczyń w oczach z obu grup nie różniły się istotnie.

Także Fitzgerald i wsp. oraz Reiner i wsp. prowadząc badania doświadczalne na zwierzętach, zauważyli, że wraz z wydłużaniem się gałki ocznej dochodzi do ścieńczenia struktury naczy-

niówki oraz pogarszania się przepływu krwi (8, 9). Harb i wsp. oceniali grubość naczyńki w oczach z krótkowzrocznością, stwierdzili, że wraz ze wzrostem wady i wydłużaniem się gałki ocznej zmniejsza się jej grubość. Najcieńsza jest po stronie nosowej od dołka (skroniowy brzeg tarczy n. II) i w oczach z sierpem krótkowzrocznym (10). Podobne wyniki uzyskali także inni badacze (10–12). Flores-Moreno i wsp. odnotowali, że grubość naczyńki zmniejsza się o $25,9 \pm 2,1 \mu\text{m}$ na każdy dodatkowy mm długości gałki ocznej. W badanych przez nich oczach grubość naczyńki wynosiła: w dołku – $130 \mu\text{m}$, skroniowo od dołka – $134 \mu\text{m}$, a nosowo – jedynie $68 \mu\text{m}$ (11). Ikuno Y i wsp. badali nie tylko zmiany naczyńkowe, także zmiany grubości siatkówki. Stwierdzili, że grubość siatkówki nie jest zależna od wieku, płci, długości gałki ocznej, wady wzroku i grubości naczyńki. Grubość naczyńki natomiast istotnie korelowała ujemnie z wielkością wady wzroku (13). Hayashi i wsp. badali grubość twardówki w biegunie tylnym – odnotowali, że nie ma różnic w grubości twardówki w oczach krótkowzrocznych ze zmianami degeneracyjnymi na dnie oka i w oczach bez tych zmian. Jedynie u chorych z garbiakiem tylnym twardówka była znacznie cieńsza (14). Gupta i wsp. oceniali grubość naczyńki dookoła tarczy n. II u osób z wysoką krótkowzrocznością, którą mierzono w 8 miejscach. Stwierdzili, że średnia grubość naczyńki była mniejsza u osób z wysoką krótkowzrocznością niż u osób z emmetropią. W oczach z obu grup naczyńka była najcieńsza w kwadrancie dolnym. U osób krótkowzrocznych była najgrubsza od góry, u osób bez tej wady wzroku zaś – od skroni (15). Według teorii tych badaczy zmniejszenie grubości naczyńki prowadzi do pogorszenia przepływu krwi przez choriokapilary, wskutek tego jest odżywiana część prelaminarna tarczy n. II, to zaś powoduje, że n. II jest bardziej podatny na niedotlenienie lub podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe (ang. Intraocular Pressure – IOP) (13). Ta teza ma potwierdzać regułę, że w przebiegu jaskry pierwsze zmiany powstają w dolnym sektorze tarczy n. II (16, 17). W literaturze przedmiotu znajdujemy też prace, których autorzy w swoich badaniach nie znaleźli różnic w grubości naczyńki u chorych na jaskrę i u osób zdrowych (18, 19). Analiza tych faktów skłania do konkluzji, że pierwsze degeneracje siatkówkowo-naczyńkowe u niechorujących na jaskrę, związane ze zmniejszeniem grubości naczyńki, powinny powstać w kwadrancie dolnym, a nie w skroniowym, w którym je obserwujemy. To dodatkowo potwierdza, że to właśnie zmiany w ukrwieniu przyczyniają się do powstawania tych degeneracji.

U osób, u których rozwinął się sierp krótkowzroczny, zaobserwowaliśmy pogorszenie ostrości wzroku względem tożsamy parametrów u osób z prawidłowym wyglądem dna oka w najlepszej korekcji, chociaż w obrębie plamki, odpowiedzialnej za widzenie centralne, nie stwierdzono u nich żadnych nieprawidłowości. Może to wynikać z tego, że w okolicy podółkowej i skroniowo od dołka u osób z dłuższą gałką oczną naczyńka jest cieńsza, a pogorszenie przepływu krwi przez TRTK położone skroniowo od tarczy n. II skutkuje gorszym przepływem krwi przez choriokapilary w tej okolicy, wskutek którego dochodzi do gorszego ukrwienia siatkówki i naczyńki. W efekcie może dojść do pogorszenia ostrości wzroku wobec braku ewidentnych zmian zwyrodnieniowych. Nie udowodniono tego jednoznacznie, dlatego potrzebne są dalsze badania nad tą zależnością.

Wnioski

U osób z obecnością zmian zwyrodnieniowych przy tarczy n. II stwierdzono gorsze parametry przepływu krwi przez TRTK skroniowe oraz gorszą ostrość wzroku. Brak istotnych statystycznie różnic w parametrach przepływu krwi przez TRTK położone po stronie nosowej tarczy n. II może tłumaczyć niewystępowanie tej degeneracji po stronie nosowej. Wydłużenie gałki ocznej występuje symetrycznie po obu stronach tarczy n. II, to może sugerować, że za wystąpienie sierpa krótkowzrocznego odpowiada gorsze ukrwienie po skroniowej stronie.

Piśmiennictwo:

1. Al-Sheikh M, Phasukkijwatana N, Dolz-Marco R, Rahimi M, lafe NA, Freund KB, et al.: *Quantitative OCT Angiography of the Retinal Microvasculature and the Choriocapillaris in Myopic Eyes*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017; 58(4): 2063–2069.
2. Ishida T, Watanabe T, Yokoi T, Shinohara K, Ohno-Matsui: *Possible connection of short posterior ciliary arteries to choroidal neovascularisations in eyes with pathologic myopia*. Br J Ophthalmol. 2018 May 23, doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312015.
3. Grudzińska E, Modrzejewska M: *Modern Diagnostic Techniques for the Assessment of Ocular Blood Flow in Myopia: Current State of Knowledge*. J Ophthalmol. 2018 Jan 21; 2018: 4694789. doi: 10.1155/2018/4694789.
4. Bochenek A, Reicher M: *Human anatomy*. Vol. III, Warsaw 1993.
5. Giuffre G: *Main posterior watershed zone of the choroids*. Doc Ophthalmol. 1989; 72: 175180.
6. Akyol N, Kukner S, Ozdemir T: *Choroidal and retinal blood flow changes in degenerative myopia*. Can J Ophthalmol. 1996; 31: 113–119.
7. Dimitrova G, Tamaki Y, Kato S, Nagahara M: *Retrolbulbar circulation in myopic patients with or without myopic choroidal neovascularization*. Br J Ophthalmol. 2002; 86: 771–773.
8. Fitzgerald CF, Wildsoet A, Reiner A: *Temporal relationship of choroidal blood flow and thickness changes during recovery from deprivation myopia in chicks*. Exp Eye Res. 2002; 5: 561–570.
9. Reiner A, Shih YF, Fitzgerald ME: *The relationship of choroidal blood flow and accommodation to the control of ocular growth*. Vis Res. 1995; 9: 1227–1245.
10. Harb E, Hyman L, Gwiazda J, Marsh-Tootle W, Zhang Q, Hou W, et al.: *COMET Study Group. Choroidal thickness profiles in myopic eyes of young adults in the Correction of Myopia Evaluation Trial cohort*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25896460> Am J Ophthalmol 2015; 160: 62–71.
11. Flores-Moreno I, Lugo F, Duker JS, Ruiz-Moreno JM: *The relationship between axial length and choroidal thickness in eyes with high myopia*. Am J Ophthalmology. 2013; 155: 314–319.
12. Ikuno Y, Tano Y: *Retinal and choroidal biometry in highly myopic eyes with spectral-domain optical coherence tomography*. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2009; 50: 3876–3880.
13. Gupta P, Saw SM, Cheung CY, Girard MJ, Marin JM, Bhargava M, et al.: *Choroidal thickness and high myopia: a case-control study of young Chinese men in Singapore*. Acta Ophthalmol. 2014 Dec 21. doi: 10.1111/aos.12631.
14. Hayashi M, Ito Y, Takahashi, Kawano AK, Terasaki H: *Scleral thickness in highly myopic eyes measured by enhanced depth*

- imaging optical coherence tomography*. Eye. vol. 27, no. 3, pp. 410–417, 2013 Mar. doi: 10.1038/eye.2012.289.
15. Gupta P, Cheung CY, Saw SM, Bhargava M, Tan CS, Tan M, et al.: *Peripapillary choroidal thickness in young asians with high myopia*. Invest Ophthalmol Vis Sci. vol. 56, no. 3, pp. 1475–1481, 2015 Feb 5. doi: 10.1167/iovs.14-15742.
16. Tanabe H, Ito Y, Terasaki H: *Choroid is thinner in inferior region of optic disks of normal eyes*. Retina 2012; 32: 134–139.
17. Hirooka H, Tenkumo K, Fujiwara A, Baba T, Sato S, Shiraga F: *Evaluation of peripapillary choroidal thickness in patients with normal-tension glaucoma*. BioMed Central Ophthalmol. 2012; 12: 29.
18. Usui S, Ikuno Y, Miki A, Matsushita K, Yasuno Y, Nishida K: *Evaluation of the choroidal thickness using high-penetration optical coherence tomography with long wavelength in highly myopic normal-tension glaucoma*. Am J Ophthalmol. 2012; 153: 10–16.
19. Ehrlich JR, Peterson J, Parlitsis G, Kay KY, Kiss S, Radcliffe NM: *Peripapillary choroidal thickness in glaucoma measured with optical coherence tomography*. Exp Eye Res. 2011; 92: 189–94.

Praca wpłynęła do Redakcji 18.07.2018 r. (KO-00174-2018)
Zakwalifikowano do druku 24.10.2018 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):

dr n. med. Anna Bryl
Samodzielna Pracownia Rehabilitacji Narządu Wzroku
UM w Białymstoku
ul. Waszyngtona 17
15-274 Białystok
e-mail: anna.bryl@umb.edu.pl

Polskie Towarzystwo Okulistyczne
www.pto.com.pl