

(42)

# Przeptyw krwi w naczyniach zaopatrujących gałkę oczną u osób z krótkowzrocznością degeneracyjną. Cz. I. Przeptyw krwi w tętnicy ocznej

## *Blood flow in vessels supplying the eye in persons with degenerative myopia. Part I. Blood flow in the ophthalmic artery*

Anna Bryl<sup>1</sup>, Małgorzata Mrugacz<sup>1,2</sup>, Zofia Mariak<sup>3</sup>, Marzena Krajewska<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Samodzielna Pracownia Rehabilitacji Narządu Wzroku Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik: dr hab. n. med. Małgorzata Mrugacz

<sup>2</sup> Klinika Okulistyki Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Alina Bakunowicz-Łazarczyk

<sup>3</sup> Klinika Okulistyki Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Zofia Mariak

<sup>4</sup> Oddział Okulistyczny Szpitala Wojewódzkiego we Włocławku  
Ordynator: lek. Jacek Janusz

### Streszczenie:

**Wstęp:** Wystąpienie zaburzeń hemodynamiki krążenia w naczyniach doprowadzających krew do siatkówki i błony naczyniowej oczu, postrzeganych jako jedna z głównych przyczyn rozwoju zwyrodnień siatkówki w przebiegu krótkowzroczności, jest niezwykle prawdopodobne, ale nie do końca udowodnione.

**Cel:** ocena parametrów przepływu krwi w tętnicy ocznej u osób krótkowzrocznych w zależności od rozległości i stopnia zaawansowania zmian zwyrodnieniowych na dnie oczu.

**Metody:** badaniem prospektywnym objęto 70 osób dotkniętych krótkowzrocznością (w wieku od 18 do 79 lat –  $44,9 \pm 18,3$ ), u których długość gałek ocznych wynosiła od 22,61 mm do 33,36 mm ( $27,9 \pm 5,37$ ). W zależności od rodzaju zmian zwyrodnieniowych siatkówki i stopnia ich zaawansowania pacjentów podzielono na 4 grupy: I – pacjenci bez zmian zwyrodnieniowych dna oka (n = 32; K – 23, M – 9), II – pacjenci z zanikiem naczyniówkowo-siatkówkowym przy tarczy nerwu wzrokowego (n = 20; K – 14, M – 6), III – pacjenci z rozrzedzoną strukturą siatkówki, towarzyszącą sierpowi krótkowzrocznemu (n = 8; K – 6, M – 2), IV – pacjenci z rozległymi zanikami naczyniówkowo-siatkówkowymi w biegunie tylnym (n = 10; K – 7, M – 3). Metodą kolorowej ultrasonografii dopplerowskiej (Toshiba Aplio SSA, częstotliwość głowicy 12 MHz) oceniano następujące parametry przepływu krwi w tętnicy ocznej: prędkości maksymalną (Vmax), minimalną (Vmin), średnią (Vm), wskaźnik oporu (RI) i pulsacji (PI). Różnice weryfikowano statystycznie (analiza wariancji i współczynnik korelacji Spearmana;  $p < 0,05$ ).

**Wyniki:** u pacjentów z grup I i II wskaźniki przepływu plasowały się na zbliżonym do siebie poziomie. U pacjentów z grupy III obserwowano niższe parametry Vmax, Vmin i Vm w stosunku do tych samych parametrów u pacjentów z grup I i II. U pacjentów z grupy IV wykazano podwyższone wartości tych parametrów w stosunku do parametrów odnotowanych u pacjentów z grup III, a także I i II. Współczynnik pulsacji u pacjentów ze wszystkich grup utrzymywał się na niezmiennym poziomie, a współczynnik oporu był coraz wyższy, począwszy od pacjentów z grupy I i kończąc na pacjentach z grupy IV. Zaobserwowane różnice nie były znamienne.

**Wnioski:** stopień zaawansowania retinopatii krótkowzrocznej jest względnie powiązany z efektywnością przepływu krwi w tętnicy ocznej. Wydaje się, że zróżnicowanie przepływu w tętnicach prawych i lewych, wynikające z asymetrii anatomicznych, nie ma znaczenia dla rozwoju zmian zwyrodnieniowych.

### Słowa kluczowe:

tętnica oczna, zmiany zwyrodnieniowe dna oka, krótkowzroczność, CD – ultrasonografia.

### Abstract:

**Background:** Mechanism of hemodynamic disturbances of blood circulation within the afferent vessels supplying the retina and the choroid, considered as one of main underlying causes of degenerative changes in myopic patients, is exceptionally likely, although not entirely proven.

**Purpose:** To estimate the blood flow parameters in the ophthalmic artery of myopic subjects, depending on the extent and severity of progression of degenerative lesions observed in ocular fundi.

**Methods:** A prospective study included 70 myopic persons, aged from 18 to 79 years ( $44.9 \pm 18.3$ ) with the mean axial ocular length of  $27.9 \pm 5.37$  mm. According to the extent and severity of degenerative lesion progression, patients were divided into 4 groups: I – no degenerative changes on the fundus (n = 32; K – 23, M – 9), II – myopic crescent (n = 20; K – 14, M – 6), III – retinal thinning accompanying the myopic crescent (n = 8; K – 6, M – 2), IV – extensive chorioretinal atrophy in the fundus (n = 10; K – 7, M – 3). Using colour Doppler ultrasonography (Aplio SSA Toshiba, frequency of the head of 12 MHz) the following parameters of the blood flow in the ophthalmic artery were determined: the maximum (Vmax), minimal (Vmin)

and mean (Vm) velocity, resistive index (RI) as well as pulsation index (PI). Differences were analysed statistically (the variance analysis and the Spearman's rank correlation coefficient).  $P < 0.05$  was assumed as statistically significant.

**Results:** In groups I and II blood flow parameters were comparable. In group III Vmax, Vmin and Vm were lower than in groups I and II. However, an increase in these parameters was shown in group IV. The PI remained on the comparable level, and the RI across all the study groups. The observed differences were not statistically significant.

**Conclusions:** The severity of degenerative retinal change progression at different stages of myopia is related to the blood flow in the ophthalmic artery, although these associations are not statistically significant. Blood flow discrepancies between the right and left artery, resulting from anatomical asymmetries, does not seem to be significant for the development of degenerative changes.

**Key words:** ophthalmic artery, degenerative fundus lesions, myopia, colour Doppler ultrasound.

## Wstęp

Krótkowzroczność jest najczęściej stwierdzaną wadą refrakcji u osób dorosłych. Wprawdzie najczęściej dotyka ona mieszkańców Azji i Bliskiego Wschodu (1), ale i w Polsce około 12–15% dzieci oraz prawie 31% dorosłych jest uznawanych za słabowidzących bądź niewidomych z powodu wysokiej krótkowzroczności (2).

W rozwoju tej wady ważną rolę odgrywają czynniki środowiskowe i uwarunkowania genetyczne. Niska krótkowzroczność dziedziczona jest wielogenowo i w znacznym stopniu podlega modyfikacji środowiskowej. W przypadku wysokiej krótkowzroczności mamy do czynienia z dziedziczeniem jednogennym autosomalnym dominującym, ze słabą penetracją genu (3). Dochodzi do postępującego wydłużania się gałki ocznej i rozwoju zmian zwyrodnieniowych siatkówki i naczyniówki oka na skutek rozciągania tkanek. Jednak z danych z piśmiennictwa nie wynika jednoznacznie, które czynniki bezpośrednio wywołają poszczególne procesy patologiczne w procesie progresji krótkowzroczności (4–6).

Zmiany zwyrodnieniowe siatkówki u osób krótkowzrocznych występują często. Zazwyczaj współistnieją z wysoką wadą wzroku, ale nierzadko spotyka się je, kiedy wady są małe. Świadczy to o tym, że sam proces wydłużania się i rozciągania gałki ocznej, charakterystyczny dla wad zaawansowanych, nie determinuje powstawania procesów zwyrodnieniowych oraz o tym, że długość osiowa gałki i współistnienie zwyrodnień to nie są parametry, które w prosty sposób liniowy od siebie zależą.

Istnieją poważne podstawy naukowe, aby można było przypuszczać, że istotną rolę może tu odgrywać mechanizm naczyniowy (7–13). Rozwój kolorowej ultrasonografii dopplerowskiej i jej zastosowanie w okulistyce stworzyły nowe możliwości diagnostyczne (14, 15). W niniejszej pracy omawiamy projekt badawczy, u podstaw którego leży wykorzystanie tej nowoczesnej metody. Badania te pozwolą lepiej poznać rolę mechanizmu naczyniowego w generowaniu różnych typów zmian zwyrodnieniowych na dnie oczu krótkowzrocznych. Postanowiono poddać szczegółowej analizie wskaźniki, które służą ocenie jakości przepływu krwi w naczyniach uchodzących za kluczowe w procesie zaopatrywania błony naczyniowej oraz siatkówki w krew i składniki odżywcze. Do badań zakwalifikowano główne naczynie doprowadzające – tętnicę oczną, oraz jej odgałęzienie – tętnicę środkową siatkówki. Z uwagi na dużą liczbę analizowanych danych materiał podzielono na dwie części. Część pierwsza dotyczy obserwacji przepływu krwi w tętnicy ocznej.

## Materiał i metody

Badania zaplanowano jako prospektywne. Za zgodą uczelnianej Komisji Bioetycznej zakwalifikowano do nich 70 osób dotkniętych krótkowzrocznością (53 kobiety – 75,7%, 17 mężczyzn – 24,3%), w wieku od 18 do 79 lat ( $44,9 \pm 18,3$ ). Byli to ogólnie zdrowi pacjenci leczeni w Klinice Okulistyki oraz w Poradni Przyklinicznej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku.

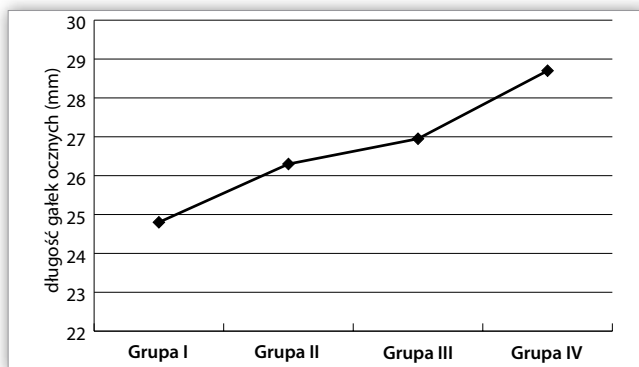
Wadę wzroku u pacjentów uczestniczących w badaniu potwierdzano badaniem autorefraktometrem Topcon KR 9800, po porażeniu akomodacji 1% Tropicamidem. Długość gałek ocznych mierzono za pomocą ultrasonografu EZScan AB-5500 w projekcji A. Dno oczu oceniano metodami pośrednią i bezpośrednią z użyciem soczewek Volka. W zależności od zmian zwyrodnieniowych i charakteru ich rozległości wyodrębniono cztery grupy pacjentów: grupę I ( $n = 32$ ; K – 23, M – 9) (wiek od 21 do 67 lat, śr.  $34,5 \pm 15,2$ ) – pacjenci bez zmian zwyrodnieniowych na dnie oczu, grupę II ( $n = 20$ ; K – 14, M – 6) (wiek od 18 do 79 lat, śr.  $35,7 \pm 16,3$ ) – pacjenci z zanikiem naczyniówkowo-siatkówkowym przy tarczy nerwu wzrokowego, zwanym sierpem krótkowzrocznym, grupę III ( $n = 8$ ; K – 6, M – 2) (wiek od 29 do 65 lat (śr.  $49 \pm 12,35$ ) – pacjenci, u których sierpowi krótkowzrocznemu towarzyszyła rozrzedzona struktura siatkówki, grupę IV ( $n = 10$ ; K – 7, M – 3) (wiek od 18 do 73 lat, śr.  $52,9 \pm 16,43$ ) – pacjenci, u których w biegunie tylnym dodatkowo występowały zaniki naczyniówkowo-siatkówkowe.

Zasadniczym badaniem była kolorowa ultrasonografia dopplerowska w projekcji B, którą wykonywano aparatem Toshiba Aplio SSA 770A sondą liniową o częstotliwości 12 MHz. Pacjenta badano w pozycji leżącej. Po nałożeniu żelu na zamknięte powieki przykładano głowicę i uwidaczniano tętnicę oczną, zazwyczaj po stronie nosowej nerwu wzrokowego, pamiętając, aby kąt między naczyniem a wiązką dopplerowską nie przekroczył  $20^\circ$ . Aby uzyskać bardziej obiektywne wyniki, wszystkie pomiary wykonywano trzykrotnie, a otrzymane wartości uśredniano. Uwzględniając różnice anatomiczne w odejściu tętnic i ich przebiegu po obu stronach, oddzielnie badano prawe i lewe gałki oczne, uśredniając uzyskane wyniki. Mierzono następujące parametry przepływu: prędkość maksymalną – Vmax, prędkość minimalną – Vmin, prędkość średnią – Vm, współczynnik oporu – RI, współczynnik pulsacji – PI. Do oceny statystycznej wykorzystano analizę wariancji oraz współczynnik korelacji Spearmana – wartości powyżej 0,5 uznano za korelację wysoką. Hipotezy statystyczne weryfikowano na poziomie istotności  $p < 0,05$ . Do obliczeń użyto pakietu Statistica 6.0 firmy StatSoft.

## Wyniki

W grupach badanych osób dotkniętych krótkowzrocznością dominowały kobiety (3: 1), ale nie odnotowano istotnych różnic w przepływie krwi, które zależałyby od płci. Średni wiek pacjentów w grupach I i II był zbliżony. W grupach III i IV średnia wieku była wyższa, chociaż zalaży się w nich także osoby młode. Średnia długość osiowa gałek ocznych wynosiła od 22,61 do 33,36 mm ( $27,9 \pm 5,37$ ). Gałki krótsze niż 26 mm (wada mała) stwierdzono u 38 pacjentów (31 K, 7 M), czyli u 54,3% pacjentów; dłuższe niż 28 mm (wada duża) – u 11 pacjentów (7 K, 4 M), czyli u 15,7% pacjentów; gałki w granicach od 26 do 28 mm (wada średnia) – u 21 pacjentów (15 K, 6 M), czyli u 30% pacjentów. Średnie długości gałki ocznej u pacjentów z poszczególnych grup zestawiono w tabeli I oraz zobrazowano na rycinie 1. Zdarzało się, że do grup II i III zaliczani byli pacjenci, u których długości gałek ocznych były podobne, ale retinopatia różnie zaawansowana.

Wyniki pomiarów wskaźników przepływu krwi w tętnicy ocznej u pacjentów z badanych grup przedstawiono szczegółowo w tabeli II, zaznaczając poziom istotności statystycznej zaobserwowanych różnic.



**Ryc. 1.** Średnia długość gałek ocznych w analizowanych grupach.  
**Fig. 1.** Mean ocular axial length across the study groups.

Grupa/ Group	I	II	III	IV
Długość gałki ocznej/ Ocular axial length (mm)	$24,7 \pm 1,09$	$26,24 \pm 1,44$	$26,97 \pm 2,14$	$28,75 \pm 1,12$

**Tab. I.** Długość osiowa gałki ocznej u pacjentów z analizowanych grup.

**Tab. I.** Ocular axial length across the study groups.

	Grupa I/ Group I		Grupa II/ Group II		Grupa III/ Group III		Grupa IV/ Group IV		p
	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	
Vmax	36,91	10,72	36,86	9,06	32,50	10,01	39,54	11,4	0,4
Vmin	8,23	2,65	8,84	3,44	7,53	2,96	7,76	3,15	0,6
Vm	16,18	5,07	16,42	5,30	14,73	4,71	17,0	4,7	0,6
PI	1,79	0,47	1,78	0,45	1,72	0,19	1,86	0,29	0,8
RI	0,76	0,08	0,76	0,05	0,77	0,03	0,79	0,05	0,6

**Tab. II.** Przepływ krwi w TO u pacjentów z poszczególnych grup badawczych (cm/sec).

SD – odchylenie standardowe, p – poziom istotności statystycznej.

**Tab. II.** Blood flow in OAs in individual study groups (cm/sec).

SD – standard deviation, p – statistical significance level.

U pacjentów z grup I i II wskaźniki przepływu plasowały się na zbliżonym do siebie poziomie, który był podobny do standardów, które zostały przyjęte jako prawidłowe dla osób zdrowych (14). U pacjentów z grupy III odnotowano niższe wartości Vmax, Vmin i Vm w porównaniu z tymi, które uzyskano u pacjentów z grup I i II. Dowiedziono natomiast, że wskaźniki przepływu były wyższe u pacjentów z grupy IV niż u pacjentów z grupy III, a prędkości Vmax i Vm przekroczyły nawet poziomy zarejestrowane u pacjentów z grup I i II. Zaobserwowane różnice nie były jednak znamienne statystycznie. Średnie wartości współczynnika pulsacji utrzymywały się na podobnym i niezmiennym poziomie u pacjentów ze wszystkich analizowanych grup. Współczynnik oporu stopniowo wzrastał, począwszy od grupy I, skończywszy na grupie IV, ale różnice nie były znaczące.

Porównując ze sobą wyniki badań obu tętnic ocznych – prawej i lewej, zaobserwowano, że wartości Vmax, Vmin i Vm były wyższe w tętnicach po lewej stronie u pacjentów z grup I i II. U pacjentów z grup III i IV zmiany prędkości krwi plasowały się na zbliżonym do siebie poziomie (tab. III i IV).

W tętnicach po stronie prawej za wzrostem wskaźników Vmax, Vmin i Vm, który oznaczał poprawę jakości przepływu, podążał – paradoksalnie – proces nasilania się zmian zwyrodnieniowych na dnie oczu. W tętnicach po stronie lewej obserwowano sytuację odwrotną, która jest bardziej zrozumiała: pogorszenie przepływu (obniżenie Vmax, Vmin i Vm) owocowało bardziej zaawansowanymi zmianami zwyrodnieniowymi. Współczynniki korelacji Spearmana dla tych parametrów, oznaczane dla oczu prawych i lewych, potwierdziły te zależności, ale nie osiągnęły poziomu znamienności (tab. V).

Porównując gałki oczne prawe i lewe, nie odnotowano istotnych różnic odnośnie zmian wartości PI. Odnośnie wartości RI natomiast: wraz z postępem retinopatii obserwowano nieznaczne różnice – takie jak jego obniżenie u pacjentów z grupy III i wzrost u pacjentów z grupy IV w oczach prawych, w oczach lewych zaś – wzrost w miarę nasilania się zmian zwyrodnienio-

	Grupa I/ Group I		Grupa II/ Group II		Grupa III/ Group III		Grupa IV/ Group IV		p
	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	
Vmax	34,92	9,42	35,94	7,27	32,73	12,35	40,09	14,53	0,474
Vmin	7,67	2,36	8,36	2,84	7,86	3,42	7,92	3,78	0,892
Vm	15,21	4,37	15,92	4,88	15,33	5,63	17,18	6,00	0,734
PI	1,80	0,44	1,80	0,43	1,65	0,17	1,86	0,30	0,791
RI	0,77	0,07	0,77	0,05	0,76	0,02	0,78	0,06	0,890

**Tab. III.** Przepływ krwi w TO prawej u pacjentów z poszczególnych grup badawczych (cm/sek).

SD – odchylenie standardowe, p – poziom istotności statystycznej.

**Tab. III.** Blood flow in the right OA in individual study groups (cm/sec).

SD – standard deviation, p – statistical significance level.

	Grupa I/ Group I		Grupa II/ Group II		Grupa III/ Group III		Grupa IV/ Group IV		p
	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	Średnia/ Mean	SD	
Vmax	38,91	12,02	37,78	10,86	32,30	7,67	39,00	8,44	0,422
Vmin	8,80	2,94	9,00	3,70	7,21	2,50	7,60	2,53	0,346
Vm	17,16	5,77	16,93	5,73	14,13	3,79	16,87	3,40	0,486
PI	1,78	0,50	1,76	0,47	1,80	0,22	1,87	0,29	0,934
RI	0,76	0,09	0,75	0,06	0,78	0,04	0,80	0,05	0,306

**Tab. IV.** Przepływ krwi w TO lewej u pacjentów z poszczególnych grup badawczych (cm/sek).

SD – odchylenie standardowe, p – poziom istotności statystycznej.

**Tab. IV.** Blood flow in the left OA in individual study groups (cm/sec).

SD – standard deviation, p – statistical significance level.

	WS		P	
	OP	OL	OP	OL
Vmax	0,08	-0,11	0,535	0,388
Vmin	0,04	-0,22	0,742	0,080
Vm	0,07	-0,11	0,592	0,400
PI	-0,01	0,05	0,958	0,721
RI	-0,05	0,08	0,724	0,503

**Tab. V.** Wyniki analizy statystycznej powiązań między jakością przepływu krwi a zaawansowaniem zmian zwyrodnieniowych.

WS – współczynnik korelacji Spearmana, P – istotność korelacji, OP – oko prawe, OL – oko lewe.

**Tab. V.** Statistical analysis results for the observed associations between the blood flow quality and degenerative change progression.

WS – Spearman's rank correlation coefficient, P – correlation significance, OP – right eye, OL – left eye.

wych. Czyli zmiany RI w oczach lewych pokrywały się z tendencjami ogólnymi, które zaobserwowano po uśrednieniu wyników w całej badanej grupie.

### Omówienie

Tętnica oczna jest głównym naczyniem oczodołu. Zaopatrza w krew nie tylko gałkę oczną, mięśnie wewnątrzgałkowe i tłuszcz oczodołowy, ale także zatoki klinową i czołową, komórki sitowe, błonę śluzową przegrody nosa i małżowiny nosowej górnej. Co najważniejsze, daje początek tętnicy środkowej siatkówki i tętnicom rzęskowym tylnym krótkim (6). Można się

spodziewać, że przepływ krwi w tym źródłowym naczyniu jest kluczowy dla patomechanizmu powstawania zmian zwyrodnieniowych w siatkówkach oczu krótkowzrocznych. Okazuje się jednak, że nie istnieje prosta zależność między tymi procesami. Pomimo starannych badań nie udało się zaobserwować istotnych powiązań między jakością przepływu krwi przez tętnicę oczną a tendencją do rozwoju zmian zwyrodnieniowych na dnie oczu osób krótkowzrocznych.

Intrygując natomiast może zaobserwowanie wyraźnej, znamiennej różnicy w jakości przepływu krwi w tętnicach ocznych (TO) po stronach prawej i lewej, wobec analogicznie zaawansowanych zmian zwyrodnieniowych siatkówek obojga oczu. W naszych badaniach zaobserwowaliśmy, że u osób, u których nie występowały zmiany zwyrodnieniowe lub występowały, ale były nieznacznie nasilone, prędkości krwi w TO są wyższe po lewej stronie. Zróznicowanie to może wynikać z asymetrii anatomii układu naczyniowego, z którego pochodzi ukrwienie narządu wzroku. Lewa tętnica szyjna odchodzi bezpośrednio od łuku aorty. Jest znacznie dłuższa niż odpowiadające naczynie po stronie prawej, a obecność pnia ramienno-głowego i zagięcia w miejscu jego odejścia może skutecznie hamować przepływ krwi (16). Dodatkowo można spotkać w piśmiennictwie dane dotyczące różnic położenia TO w stosunku do nerwu wzrokowego. W oczach prawych TO krzyżuje nerw wzrokowy, przebiegając nad nim w 73,7% przypadków, pod nim zaś w 26,3% przypadków. W oczach lewych proporcje te wynoszą odpowiednio 84,2% i 15,8%. W oczach lewych zatem TO częściej niż w prawych przebiega nad nerwem wzrokowym, a nie

pod nim, skutkuje to mniejszym uciskiem na to naczynie i może także tłumaczyć uzyskanie wyższych parametrów przepływowch po tej stronie (17).

Ze względu na utrzymywanie się na porównywalnym poziomie średnich wartości przepływu krwi u pacjentów z grup I i II można podejrzewać, że powstanie sierpu krótkowzrocznego nie jest ściśle skorelowane ze zmianą parametrów przepływu krwi w TO. Gwałtowne obniżenie przepływu odnotowane zostało dopiero u pacjentów z grupy III (pacjentów z rozrzedzoną strukturą siatkówki i długością gałek ocznych  $26,97 \pm 2,14$ ). Można więc domniemywać, że występowanie tych zmian zwyrodnieniowych powiązane jest z gorszym ukrwieniem gałki ocznej. U pacjentów z grupy IV najprawdopodobniej mamy do czynienia z uruchomieniem potencjalnych mechanizmów wyrównawczych, którymi można tłumaczyć poprawę przepływu krwi, nie wpływa to jednak na cofnięcie się już rozwiniętej retinopatii.

Dyskusja porównawcza na temat roli tętnicy ocznej w generowaniu krótkowzrocznych zmian zwyrodnieniowych w siatkówce nie jest łatwa. Dane z piśmiennictwa dotyczą raczej zaburzeń ze strony tętnicy środkowej siatkówki czy tętnic rzęskowych tylnych krótkich (7–10), znaczenie tętnicy ocznej zostaje pominięte.

### Wnioski

Stopień zaawansowania zmian zwyrodnieniowych siatkówki w różnych stadiach krótkowzroczności wykazuje względne i nieistotne statystycznie powiązanie z efektywnością przepływu krwi w tętnicy ocznej.

Wydaje się, że zróżnicowana jakość przepływu krwi w tętnicach prawych i lewych, wynikająca z asymetrii anatomicznej po obu stronach, nie ma znaczenia dla rozwoju zmian zwyrodnieniowych w siatkówkach oczu krótkowzrocznych.

### Piśmiennictwo:

1. Saw S.M., Shankar A., Tan S.B., Taylor H., Tan D.T., Stone R.A. i wsp.: *A cohort study of incident myopia in Singaporean children*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2006; 47(5): 1839–1844.
2. Czepita D., Gostłowski W., Mojsa A.: *Występowanie krótkowzroczności wśród uczniów w wieku od 6 do 18 lat*. Klin. Oczna 2003; 105(1-2): 52–56.
3. Adamiec J., Nizankowska M.H.: *Wysoka rodzinna krótkowzroczność – wyzwanie dla współczesnej genetyki*. Klin. Oczna 2003; 105(1-2): 106–108.
4. Rydzanicz M., Nowak D.M., Karolak J.A., Frajdenberg A., Podfigurna-Musiela M., Mrugacz M. i wsp.: *IGF-1 gene polymorphisms in Polish families with high-grade myopia*. Mol. Vis. 2011; 17: 2428–2439.
5. Rydzanicz M., Nath S.K., Sun C., Podfigurna-Musiela M., Frajdenberg A., Mrugacz M. i wsp.: *Identification of novel suggestive loci for high-grade myopia in Polish families*. Mol. Vis. 2011; 17: 2028–2039.
6. Bochenek A., Reicher M.: *Anatomia człowieka. Tom III*. Warszawa 1993.
7. Akyol N., Kukner S., Ozdemir T., Esmerligil S.: *Choroidal and retinal blood flow changes in degenerative myopia*. Can. J. Ophthalmol. 1996; 31: 113–119.
8. Dimitrova G., Tamaki Y., Kato S., Nagahara M.: *Retrolubar circulation in myopic patients with or without myopic choroidal neovascularization*. Br. J. Ophthalmol. 2002; 86: 771–773.
9. Fitzgerald M.E., Wildsoet C.F., Reiner A.: *Temporal relationship of choroidal blood flow and thickness changes during recovery from deprivation myopia in chicks*. Exp. Eye Res. 2002; 74(5): 561–570.
10. Urban B., Ustymowicz A., Bakunowicz-Lazarczyk A., Kretowska M.: *Wpływ pentoksyfiliny na dopplerowskie parametry przepływu krwi w tętnicy środkowej siatkówki i w tętnicach rzęskowych tylnych krótkich u młodzieży z krótkowzrocznością postępującą*. Klin. Oczna 2004; 106(3): 318–320.
11. Bryl-Przybylska A., Obuchowska I., Godlewska E., Cyliw U., Mariak Zo.: *Jakość przepływu krwi w naczyniach zaopatrujących gałkę oczną u osób z różnie zaawansowaną krótkowzrocznością. 1. Przepływ krwi w tętnicy ocznej w powiązaniu z długością gałki ocznej*. Magazyn Lekarza Okulisty 2008; 1: 18–23.
12. Bryl-Przybylska A., Obuchowska I., Godlewska E., Cyliw U., Mariak Zo.: *Jakość przepływu krwi w naczyniach zaopatrujących gałkę oczną u osób z różnie zaawansowaną krótkowzrocznością. 2. Przepływ krwi w tętnicy środkowej siatkówki w powiązaniu z długością gałki ocznej*. Magazyn Lekarza Okulisty 2008; 1: 24–29.
13. Bryl-Przybylska A., Obuchowska I., Godlewska E., Cyliw U., Mariak Zo.: *Jakość przepływu krwi w naczyniach zaopatrujących gałkę oczną u osób z różnie zaawansowaną krótkowzrocznością. 3. Przepływ krwi w tętnicach rzęskowych tylnych krótkich w powiązaniu z długością gałki ocznej*. Magazyn Lekarza Okulisty 2008; 1: 30–35.
14. Ustymowicz A., Tarasów E., Krejza J., Zalewska R., Proniewska-Skrętek E.: *Parametry przepływu krwi w naczyniach oczodołu u osób zdrowych; ocena z zastosowaniem ultrasonografii dopplerowskiej*. Okulistyka 1999; 6: 20–23.
15. Tołwiński R., Tarasów E., Szulc S., Proniewska-Skrętek E., Stanekiewicz A.: *Zastosowanie kolorowej ultrasonografii dopplerowskiej do oceny przepływu w naczyniach oczodołu*. Klin. Oczna 1997; 99(6): 359–362.
16. Lang J., Kageyama I.: *The ophthalmic artery and its branches, measurements and clinical importance*. Surg. Radiol. Anat. 1990; 12(2): 83–90.
17. Erdogmus S., Govsa F.: *Topography of the posterior arteries supplying the eye and the relations to the optic nerve*. Acta Ophthalmol. Scand. 2006; 84: 642–649.

Praca wpłynęła do Redakcji 02.01.2013 r. (1432)  
Zakwalifikowano do druku 11.06.2013 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