

Dorota Korzycka, Roman Goś i Stefan Szram

Następstwa przecięcia mięśni prostych oka u królików — badania in vivo i patomorfologiczne

Consequences of extraocular rectus muscles myotomy in rabbits — in vivo and histopathological studies

Summary. The aim of investigations was to evaluate the changes in the eyeball, after extraocular rectus muscles myotomy. In 16 rabbits two muscles and in 17 four muscles were cut in one eye; the opposite eye was control. In early postoperative period intraocular pressure was statistically significantly lower, as compared with the control eyes and it depended on the number of cut muscles. In histopathological examination, the most constant changes were dilatation of conjunctival vessels and pigment migration in the anterior uvea. Decreased intraocular pressure and pigment migration in iris and ciliary body were considered to be the symptoms of anterior segment ischemia.

Hasła: operacje mięśni zewnątrzgałkowych, ciśnienie wewnątrzgałkowe, zmiany patomorfologiczne, okres pooperacyjny, królik

Key words: extraocular muscle surgery, intraocular pressure, pathomorphologic changes, postoperative course, rabbit

Zaburzenia krążenia w przedniej części błony naczyniowej oka są dotychczas mało poznane, a ich objawy dość rzadko rozpoznawane⁴. Kontrowersje budzi możliwość występowania niedokrwienia przedniego odcinka oka po przecięciu mięśni zewnątrzgałkowych podczas operacji zeza. Nie wyjaśniono dotąd problemu wpływu takich zabiegów na czynność i budowę struktur przedniego odcinka oka.

Oko królika, a szczególnie jego przedni odcinek, aparat ruchowy i unaczynienie, wykazują znaczne podobieństwo do oka człowieka^{10,13,16,19}. Ciśnienie wewnątrzgałkowe i współczynnik łatwości odpływu cieczy wodnistej w warunkach prawidłowych u ludzi i u królików mają zbliżone wartości^{11,18}. Z tych

względów oko królika jest częstym obiektem doświadczeń badań hemo- i hydrodynamicznych^{6,10,11,12,21}.

Cel pracy

Celem badań doświadczalnych była ocena wpływu przecięcia mięśni prostych oka na ciśnienie wewnątrzgałkowe u królika. Jednocześnie starano się określić charakterystyczne zmiany morfologiczne, występujące w gałce ocznej po takim zabiegu.

Materiał i metodyka

Badania przeprowadzono na 33 dorosłych królikach obu płci, 11 albinotycznych i 22 ubarwionych, o masie ciała 2,1-3,2 kg.

U każdego królika wykonywano zabieg na jednym, prawym oku, drugie było okiem kontrolnym. Zwierzęta znieczulano ogólnie podając do żyły brzusznej ucha preparat Thalamonal firmy Janssen w dawce 0,1 ml/kg masy ciała oraz po 5 minutach — preparat Ketanest firmy Parke-Davis w dawce 10 mg/kg masy ciała. Następnie nacinano spojówkę gałkową w odległości ok. 2 mm od rąbka. Wypreparowywano

Z Kliniki Okulistycznej SK WAM w Łodzi
Kierownik: *prof. dr hab. Roman Goś*

Z Zakładu Patologii Ultrastrukturalnej Instytutu Diagnostyki WAM w Łodzi

Kierownik: *prof. dr hab. Stefan Szram*

Reprint requests to:
Lek. med. Dorota Korzycka
Klinika Okulistyczna SK WAM
ul. Żeromskiego 113, 90-105 Łódź



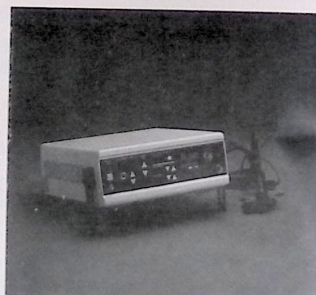
te lasery nie mają sobie równych !

- absolutnie bezpieczne – ze stałym filtrem
- dające światło zielone, żółte, czerwone
- jedyny na świecie laser Yagowy bez Q switcha (plamka <4 mikrony, prowadzenie promienia poprzez mikroskop Leica)
- waga od 17 kg
- moc do 8 W pure green, 100 000 W/cm²
- wszystkie w technologii EDO
- ceny już od 23 000 \$



FAKOEMULSYFIKATORY
USG

APARATY DO TOPOGRAFII ROGÓWKI
SOCZEWKI WEWNĄTRZGAŁKOWE
IMPLANTY



C.C.C. CONSULTRONIX
LASERS

Reprezentantem na terenie Polski jest:

ul. Królowej Jadwigi 37b/7, 30-209 Kraków
tel.: (0 12) 21 58 10, 21 63 91, 22 86 51; fax: (0 12) 21 71 46

mięsień prosty blisko jego przyczepu, przecinano poprzecznie i zszywano szwami jedwabnymi 6/0 firmy Ethicon. U 16 królików zabieg wykonywano na dwóch mięśniach poziomych, a u 17 na wszystkich czterech mięśniach prostych oka. Na ranę spojówki gałkowej zakładano pojedyncze szwy jedwabne. Bezpośrednio po zabiegu zakrapiano do worka spojówkowego 0,5% roztwór chloromycetyny.

Przed zabiegiem, a następnie w 2, 7, 11, 15, 22 i 32 dobie po zabiegu badano króliki: w świetle zogniskowanym bocznym oceniano stan kliniczny przedniego odcinka oka, ciśnienie wewnątrzgałkowe mierzono tonometrem Schiötza w znieczuleniu miejscowym. 14 gałek ocznych usuniętych bezpośrednio „post mortem” poddano ocenie histologicznej. Pobrano gałki od 3 królików w 11 dobie pooperacyjnej oraz od 2 królików w 22 i 32 dobie po zabiegu. Po utrwaleniu w 10% zobojetnionej formalinie, wycinki pobierano równoległe do długiej osi tak aby w otrzymanej próbce obecne były wszystkie elementy anatomiczne oka. Preparaty przygotowano metodą parafinową, krojono na urządzeniu Histo-range-Microtome firmy LKB do grubości 2µm. Skrawki barwiono hematoksyliną oraz eozyną a ponadto wykonywano odczyn PAS wg McManus. Wycinki oceniono w mikroskopie świetlnym Olympus BH-2. Grupę kontrolną stanowiły nieoperowane lewe oczy tych samych zwierząt.

Dla porównania wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego w oku operowanym z wartościami w oku kontrolnym zastosowano test różnic oparty o rozkład t-Studenta. W celu oceny istotności różnic w oczach operowanych przed zabiegiem oraz w poszczególnych okresach po operacji stosowano następujące testy statystyczne:

1. Test t-Studenta dla porównania średnich z małych prób, gdy wariancje nie różniły się istotnie.
2. Test mediany oparty o rozkład chi-kwadrat oraz test Cochran-Coxa, gdy wariancje różniły się istotnie.

Istotność różnic pomiędzy wariancjami oceniano testem F-Snedecora. Za istotne statystycznie uznano te różnice pomiędzy średnimi, dla których prawdopodobieństwo błędu nie przekraczało $p=0,05$.

Wyniki

W przebiegu pooperacyjnym u 6 królików obserwowano obrzęk i przekrwienie spojówki gałkowej między 2 a 11 dobą po zabiegu.

U jednego królika, u którego przecięto 4 mięśnie proste, w 7 dobie po operacji stwierdzono linijny ubytek nabłonka rogówki wzdłuż skroniowej części rąbka operowanego oka. Nadżerka w ciągu następnych 4 dni przekształcała się w brzeżne owrzodzenie rogówki otoczone naciekiem i obrzękiem przylegającej spojówki. Po upływie dalszych 4 dni owrzodzenie wygoiło się z pozostawieniem małej, nieco unaczynionej blizny.

Średnie wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego w oku przeznaczonym do zabiegu i kontrolnym nie różniły się statystycznie (tab. I, II).

Średnie arytmetyczne ciśnienie wewnątrzgałkowe oczu operowanych na 2 i 4 mięśniach były istotnie statystycznie niższe niż oczu kontrolnych w 2, 7 i 11 dobie po zabiegu. W późniejszym okresie obserwacji różnic tych nie stwierdziliśmy (tab. II). Zwraca uwagę większa zmienność ciśnienia wewnątrzgałkowego w oczach operowanych w stosunku do oczu kontrolnych (tab. I).

W oczach, w których przecięto 2 mięśnie proste, średnie wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego były znacznie niższe w porównaniu z ciśnieniem przed operacją w 2, 7 i 11 dobie po zabiegu (tab. III). U królików, u których przecięto 4 mięśnie proste jednego oka, średnia arytmetyczna ciśnienia wewnątrzgałkowego tych oczu przed operacją była istotnie wyższa niż w 2, 7, 11 i 32 dobie pooperacyjnej (tab. III).

Średnia wartość ciśnienia wewnątrzgałkowego w oczach, w których przecięto 4 mięśnie była istotnie niższa od ciśnienia wewnątrzgałkowego w oczach po przecięciu 2 mięśni prostych tylko w 32 dobie po zabiegu. We wcześniejszym okresie różnice te nie były znamienne (tab. IV).

Spośród 7 nieoperowanych gałek ocznych w 6 nie stwierdzono żadnych zmian w ich obrazie mikroskopowym. W jednym oku w kącie tęczówkowo-rogowkowym zaobserwowano niewielkie skupisko jednojądrowych komórek typu limfocyta. Obok zwiększenia ilości barwnika w błonie naczyniowej spostrzeżono „migrację barwnika” do głębszych warstw ciała rzęskowego.

W gałkach ocznych wyluszczonej 11 dnia po zabiegu, w strefie operacyjnej mięśni stwierdzono rozległe wylewy krwi. Były one otoczone naciekami z leukocytów, a w wymienionej strefie spostrzeżano odczyn naprawczy z rzekomą regeneracją mięśni i rozplemieniem tkanki łącznej omięsnej. Naczynia spojówki gałkowej przy rąbku rogówki i w pobliżu mięśni były poszerzone i otoczone naciekiem zapalnym zbudowanym z limfocytów. W podścielisku tęczówki i ciała rzęskowego w dwóch gałkach stwierdzono złogi barwnika nie związane ze strukturami komórkowymi, zaś nabłonek barwnikowy był zachowany (ryc. 1). Natomiast w jednej gałce błona naczyniowa pozbawiona była barwnika (albinos). Dwie gałki ocne pobrane 22 dnia po operacji znacznie różniły się od siebie. W jednej zaobserwowano ropień uformowany w miejscu przecięcia mięśnia. Naczynia krwionośne spojówki tej gałki były poszerzone. W komorze przedniej i ciele szklonym stwierdzono wysięk surowiczy. W tęczówce spostrzeżano przemieszczenie grud barwnika w podścielisko. W drugim oku stwierdzono obok rzekomej regeneracji mięśnia i niewielkiego rozplemienia elementów tkanki łącznej, również obecność barwnika w obrębie podścieliska tęczówki. Jedna gałka oczna wyluszczonej w 32 dobie po operacji cechowała się tylko śladowym włóknieniem w strefie przeciętych mięśni. Natomiast druga gałka zawierała w miejscu przecięcia mięśnia ziarniniak dookoła ciała obcego (szwu),

Przecięcie mięśni prostych oka królika

Tabela I

Średnie arytmetyczne (\bar{x}), odchylenia standardowe (S), mediany (Me) i współczynniki zmienności ciśnienia wewnątrzgałkowego u królików (v)

Dzień badania	oko	przed zabiegiem		2 doba po zabiegu		7 doba po zabiegu		11 doba po zabiegu		15 doba po zabiegu		22 doba po zabiegu		32 doba po zabiegu	
		o.	k.	o.	k.	o.	k.	o.	k.	o.	k.	o.	k.	o.	k.
Ciśnienie wewnątrzgałkowe królików, u których przecięto 2 mięśnie proste oka	\bar{x} (mmHg)	21,88	21,32	18,79	21,09	16,46	21,78	18,73	22,55	20,88	21,77	22,15	22,56	22,39	22,3
	s	1,57	1,69	2,06	2,73	2,10	2,75	3,12	2,46	2,33	2,17	2,26	2,55	3,27	2,61
	Me	22,4	20,6	18,9	20,6	15,9	22,4	18,1	23,4	20,6	21,5	22,4	24,4	20,6	20,6
	v (%)	7,17	7,93	10,96	12,94	12,76	12,63	16,66	10,91	11,16	9,97	10,20	11,30	14,60	11,70
	n	16	16	16	16	16	16	16	16	10	10	10	10	7	7
Ciśnienie wewnątrzgałkowe królików, u których przecięto 4 mięśnie proste oka	\bar{x} (mmHg)	22,18	21,74	17,49	20,04	16,30	21,07	16,68	21,56	20,80	22,38	20,95	22,55	16,93	20,6
	s	2,11	2,06	3,13	2,73	4,12	2,75	2,37	1,80	2,99	2,38	3,01	2,42	1,77	0,0
	Me	22,4	22,4	17,3	18,9	17,3	20,6	16,6	20,6	20,6	22,4	20,4	22,4	17,3	20,6
	v (%)	9,51	9,47	17,90	13,62	25,28	13,05	14,21	8,35	14,37	10,63	14,37	10,73	10,45	0,0
	n	17	17	17	17	17	17	16	16	12	12	11	11	3	3

Tabela II

Porównanie średnich arytmetycznych wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego oka operowanego i kontrolnego w poszczególnych dniach badania

Dzień badania	Króliki, którym przecięto 2 mięśnie proste oka			Króliki, którym przecięto 4 mięśnie proste oka		
	F	Wartość testu t	Poziom istotności p	F	Wartość testu t	Poziom istotności p
przed zabiegiem	1,15	t=0,942	p>0,05	1,05	t=0,596	p>0,05
2 doba po zabiegu	1,76	t=2,605	p<0,05	1,32	t=2,453	p<0,05
7 doba po zabiegu	1,71	t=3,412	p<0,01	2,24	t=3,850	p<0,001
11 doba po zabiegu	1,61	t=3,726	p<0,001	2,36	t=6,694	p<0,001
15 doba po zabiegu	1,15	t=0,840	p>0,05	1,58	t=1,372	p>0,05
22 doba po zabiegu	1,28	t=0,361	p>0,05	1,54	t=1,312	p>0,05
32 doba po zabiegu	1,58	t=0,053	p>0,05	x	x	x

Tabela III

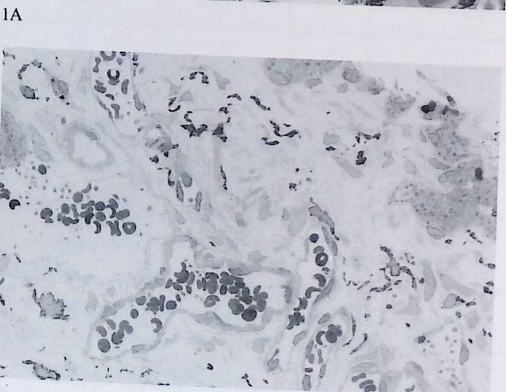
Porównanie średnich arytmetycznych wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego w operowanym oku w poszczególnych dniach badania

Dni badania	Króliki, którym przecięto 2 mięśnie proste oka			Króliki, którym przecięto 4 mięśnie proste oka		
	F	Wartość testu t lub chi ²	Poziom istotności p	F	Wartość testu t lub chi ²	Poziom istotności p
przed i 2 doba po zabiegu	1,72	t=4,626	p<0,001	2,20	t=4,962	p<0,001
przed i 7 doba po zabiegu	1,80	t=8,002	p<0,001	3,80	chi ² =6,941	p<0,01
przed i 11 doba po zabiegu	3,96	chi ² =4,800	p<0,05	1,26	t=6,940	p<0,001
przed i 15 doba po zabiegu	2,20	t=1,257	p>0,05	2,00	t=1,406	p>0,05
przed i 22 doba po zabiegu	2,08	t=0,345	p>0,05	2,02	t=1,225	p>0,05
przed i 32 doba po zabiegu	4,36	chi ² =0,484	p>0,05	1,42	t=3,849	p<0,01

Tabela IV

Porównanie średnich arytmetycznych wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego badanego oka u królików, którym przecięto 2 i 4 mięśnie proste

Dzień badania	F	Wartość testu t (lub C)	Poziom istotności P
przed zabiegiem	1,81	t=0,447	p>0,05
2 doba po zabiegu	2,32	t=1,356	p>0,05
7 doba po zabiegu	3,84	C 0 0,123	p>0,05
11 doba po zabiegu	1,74	t=2,028	p>0,05
15 doba po zabiegu	1,65	t=0,066	p>0,05
22 doba po zabiegu	1,77	t=0,976	p>0,05
32 doba po zabiegu	3,40	t=2,435	p<0,05



Ryc. 1 — Gałka oczna królika usunięta w 11 dobie po przecięciu mięśni prostych oka. Widoczna „migracja barwnika” (A) i cechy obrzęku ciała rzęskowego (B). Barwienie HE. Pow. 150x.

otoczony przez uformowaną tkankę łączną włóknistą. Naczynia krwionośne spojówki gałkowej były tu poszerzone a dookoła nich spostrzegano naciek zapalny zbudowany z limfocytów. Podobny naciek stwierdzono w obrębie tęczówki.

Omówienie

Z przeprowadzonych badań wynika, że po przecięciu mięśni prostych u królików dochodziło do istotnego statystycznie obniżenia ciśnienia wewnątrzgałkowego we wczesnym okresie pooperacyjnym. Obniżenie to było statystycznie znamienne zarówno w stosunku do kontrolnego oka, jak i do wartości sprzed zabiegu (tab. II). Obserwowany przez nas średni spadek ciśnienia wewnątrzgałkowego nie osiągał jednak tak znacznej wartości jak w przypadkach opisanych przez Bagolliniego i wsp.² oraz Kornblutha i wsp.¹⁰, którzy stwierdzali ciśnienie wynoszące przeciętnie 47% jego wartości wyjściowej, w oczach poddanych operacji zeza.

Liczba przeciętych mięśni prostych wpłynęła w niewielkim stopniu na średnią wielkość pooperacyjnego spadku ciśnienia wewnątrzgałkowego (tab. IV). Wcześniejsze badania nie wykazały istotnego związku między rozległością operacji na mięśniach zewnątrzgałkowych a wartością ciśnienia wewnątrzgałkowego. Autorzy nie stwierdzili również wpływu operacji zeza na zmianę sztywności twardówki i współczynnika łatwości odpływu cieczy wodnistej¹⁰.

Rozważając przyczyny obniżenia ciśnienia wewnątrzgałkowego po przecięciu mięśni prostych oka, należy rozpatrywać możliwość wpływu zmian unerwienia przedniej części błony naczyniowej. Mishima⁶ wykazał, że wewnątrzczaszkowe przecięcie nerwu trójdzielnego u królika wywołuje neuroporazenne zapalenie rogówki, lecz nie uszkadza tęczówki i ciała rzęskowego. Zbadano również wpływ elektrostymulacji wewnątrzczaszkowej części nerwu okoruchowego na przływ krwi przez oko królika. Stwierdzono, że stymulacja nerwu okoruchowego znacznie obniża przływ krwi w tęczówce i ciele rzęskowym na skutek skurczu naczyń²¹.

Wykonane przez nas zabiegi polegały na czasowym przecięciu 2 lub 4 mięśni prostych oka, a następnie ich zszyciu. Można więc przypuszczać, że tylko podczas samego zabiegu mogłoby dojść do drażnienia nerwów unerwiających mięśnie. W okresie pooperacyjnym należałoby raczej spodziewać się zmniejszonej stymulacji w przeciętych nerwach i co za tym idzie większego przepływu krwi w przedniej części błony naczyniowej. Tymczasem znamienne statystycznie obniżenie ciśnienia wewnątrzgałkowego stwierdziliśmy jeszcze w 32 dobie po zabiegu. Przecięto raczej istotnemu wpływowi uszkodzenia nerwów.

Większość autorów uważa, że spadek ciśnienia wewnątrzgałkowego po operacji zeza jest spowodowany zmniejszeniem ukrwienia przedniej części błony naczyniowej w wyniku przecięcia lub uszkodzenia tętnic rzęskowych przednich przebiegających w mięśniach prostych oka^{4,10,22}. Przy użyciu angiografii fluorescencyjnej wykazano zaburzenia ukrwienia tęczówki po przecięciu mięśni zewnątrzgałkowych, w tym również u królików^{3,8,12}. Ze względu na wspólne dla całej przedniej części błony naczyniowej źródła ukrwienia, autorzy sugerowali, że przecięcie mięśni prostych oka

Przecięcie mięśni prostych oka królika

może zaburzać dopływ krwi zarówno do tęczówki jak i do ciała rzęskowego^{8,10}. Wykazano doświadczalnie wprost proporcjonalną zależność między ilością wytwarzanej cieczy wodnistej a ciśnieniem krwi w naczyniach włosowatych wyrostków rzęskowych^{15,23}. Przypuszczamy zatem, że obniżenie ciśnienia wewnątrzgałkowego po przecięciu mięśni prostych oka wynika głównie ze zmniejszonego wytwarzania cieczy wodnistej na skutek zubożenia ukrwienia ciała rzęskowego.

Ropień i wylew krwi, umiejscowione w obrębie przeciętego mięśnia oraz towarzyszący wysięk surowicy w komorze przedniej i ciele szklistym, stwierdzone na podstawie badań patomorfologicznych wyłuszczonej gałki ocznych, można przypuszczalnie uznać za wynik nieprawidłowej techniki operacyjnej. Najbardziej natomiast interesującą zmianą występującą w znacznej większości operowanych oczu niealbinotycznych była „migracja barwnika” w obrębie podścieliska tęczówki i ciała rzęskowego. Spostrzeżenie to jest zgodne z morfologicznymi opisami ludzkich gałek ocznych, usuniętych na skutek ciężkich niedokrwienych powikłań pooperacyjnych^{5,24}. Podobne obserwacje poczyniono w gałkach ocznych zwierząt poddanych doświadczalnemu niedokrwieniu przedniego odcinka oka^{1,9}. Badań takich nie prowadzono dotąd w przypadkach niepowikłanego pooperacyjnego przebiegu po przecięciu mięśni prostych. U żadnego królika nie zaobserwowaliśmy po zabiegu, przy użyciu badań przyżyciowych, migracji barwnika w przednim odcinku oka. Kliniczne obserwacje przypadków zespołu niedokrwienia przedniego odcinka ukazują zaburzenia pod postacią sektorowych odbarwień tęczówki, rozproszenia barwnika na powierzchni tęczówki i śródłonki rogówki oraz gromadzenia się barwnika w kącie tęczówkowo-rogowkowym^{4,20,22}.

W przypadkach wystąpienia takich zmian sugerowano wpływ uszkodzenia unerwienia tęczówki^{14,17}. Jednak w czasie operacji zeza zostają przecięte tylko włókna proprioceptywne dla samych mięśni zewnątrzgałkowych, a zabieg ten nie narusza włókien wegetatywnych tęczówki, które biegają od bieżąca tylnego gałki ocznej ku przodowi w przestrzeni przynacyniówkowej²². W zespole rozproszonego barwnika w przednim odcinku oka stwierdzono skąpe unaczynienie tęczówki, prawdopodobnie o charakterze wrodzonym⁷. Można więc podejrzewać, że migracja i rozproszenie barwnika przedniej części błony naczyniowej mają pewien związek ze zmniejszonym ukrwieniem tęczówki. Już wcześniej sugerowano, iż niedokrwienie powoduje zwyrodnienie komórek barwnikowych. W jego wyniku chromatofory tracą wypustki, zaokrąglają się i uwalniają barwnik, który osadza się w formie małych ziarenek na powierzchni tęczówki i w kącie tęczówkowo-rogowkowym. Jednocześnie uważano melaninę zębca tęczówki zawartą w komórkach barwnikowych za wyraz specyficznej aktywności metabolicznej²².

Uzyskane wyniki badań skłaniają nas do przypuszczenia, że przecięcie mięśni prostych oka u królika

powoduje w okresie pooperacyjnym niedokrwienie przedniego odcinka oka charakteryzujące się spadkiem ciśnienia wewnątrzgałkowego i „migracją barwnika” w przedniej części błony naczyniowej.

Problem trwałych i odległych skutków operacji zeza dla czynności i budowy struktur oka pozostaje nadal otwarty.

Piśmiennictwo

- Anderson D.M., Morin J.D.: Experimental anterior segment necrosis and rubeosis iridis. *Canad. J. Ophthalmol.* 6: 196-201 (1971).
- Bagolini B., Tavolara L.: Comportamento del tono oculare dopo interventi sul retti orizzontali. *Boll. D'Oculistica* 36: 769-776 (1957).
- Beran V., Vydrova J.: Fluorescenci angiografie duhovky po operaci silhani a po operaci odchlipene sitnice. *Os. Oftal.* 39: 255-259 (1983).
- Bernardczykowska A., Szczypiński J.: Badania nad wpływem zabiegu operacyjnego w odwarstwieniu siatkówki na przedni odcinek błony naczyniowej. *Klin. Oczna* 42: 1221-1228 (1972).
- Boniuk M., Zimmerman L.E.: Necrosis of the iris, ciliary body, lens and retina following scleral buckling operations with circling polyethylene tubes. *Ophthalmology* 65: 671-691 (1961).
- Freeman H.M., Hawkins W.R., Schepens C.L.: Anterior segment necrosis: an experimental study. *Arch. Ophthalmol.* 75: 644-650 (1966).
- Gillies W.E., Tangas C.: Fluorescein angiography of the iris in anterior segment pigment dispersal syndrome. *Brit. J. Ophthalmol.* 70: 284-289 (1986).
- Hayreh S.S., Scott W.E.: Fluorescein iris angiography. II Disturbances in iris circulation following strabismus operation on the various recti. *Arch. Ophthalmol.* 96: 1390-1400 (1978).
- Hiatt R.L.: Production of anterior segment ischemia. *Pediatr. Ophthalmol. Strabismus* 15: 197-204 (1978).
- Kornbluth W., Nawratki J., Gabbay A.: The effect of extraocular muscle surgery on aqueous humor dynamics. A clinical and experimental study. *Amer. J. Ophthalmol.* 48: 321-326 (1959).
- Kornbluth W., Limer E.: Experimental tonography in rabbits. *Arch. Ophthalmol.* 54: 714-724 (1955).
- Kottow M., Wassilewa P., Hendrickson P.: Provoked iris ischemia in the rabbit: a fluorescein angiographic study. *Canad. J. Ophthalmol.* 10: 255-262 (1975).
- Krysiak K., Świeżyński K.: Anatomia zwierząt. II 539-540, PWN Warszawa (1983).
- Leinfelder P.J., Black N.M. Jr.: Experimental transposition of the extraocular muscles in monkey. Preliminary report. *Amer. J. Ophthalmol.* 24: 1115-1120 (1941).
- Maeri F.J., Cevario S.J.: The formation and inhibition of aqueous humor production, a proposed mechanism of action. *Arch. Ophthalmol.* 96: 1664-1667 (1978).
- Makaszow A.: Okulistyka weterynaryjna. 17-23, PWRiL Warszawa (1955).
- Nowak T.: Dyskusja. *Klin. Oczna* 42: 1279 (1972).
- Ponomarchuk V.S.: Pokazatelii urovnia oftalmotonusa i hidrodinamiki u zdorovykh krolikow. *Oftalmol. Zhurn.* 1: 56-58 (1987).
- Prince J.H.: The rabbit in eye research. 70-71, Charles C Thomas, Springfield, Illinois (1966).
- Smogulecka E., Wojnerowicz-Pawlakowa E.: Częściowy zanik tęczówki po operacjach w zezie porażonym. *Klin. Oczna* 47: 151-152 (1977).
- Stjernschantz J., Bill A.: Effect of intracranial stimulation of the oculomotor nerve on ocular blood flow in the monkey, cat, and rabbit. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 18: 99-103 (1979).
- Stucchi C., Bianchi G.: Depigmentation en secteur de l'iris consecutive a des transplantations musculaires. *Ophthalmologica* 133: 231-236 (1957).
- Tsukahara S., Sasaki T., Yamabayashi S., Furuta M., Kshiyama M., Yamamoto T.: Effect of alpha-human atrial natriuretic peptides on intraocular pressure in normal albino rabbits. *Ophthalmologica* 197: 104-109 (1988).
- Wilson W.A., Irvine S.K.: Pathologic changes following disruption of blood supply to iris and ciliary body. *Ophthalmology* 59: 501-502 (1955).