

Wyniki badań doświadczalnych nad możliwością zastosowania niskiej temperatury w leczeniu retinopatii wcześniaków

Krioterapia siatkówki jest formą terapii, która stosowana jest ostatnio coraz częściej w leczeniu fazy aktywnej retinopatii wcześniaków. Wartość tego zabiegu w leczeniu omawianego schorzenia nie została jednak ostatecznie ustalona. Większość autorów uważa, że wykonanie krioterapii w odpowiednim czasie zapobiega rozwojowi zaawansowanych postaci retinopatii wcześniaków, a tym samym umożliwia zachowanie widzenia u tych chorych^{1,4,7,11,12}. Niektórzy twierdzą jednak, że zabieg ten nie ma większego wpływu na przebieg schorzenia^{3,9} lub nawet może spowodować pogorszenie stanu chorobowego¹⁰. Dokładną ocenę wyników leczenia utrudniają bardzo częste występowanie samoistnej regresji zmian.

Celem krioterapii jest niedopuszczenie do rozwoju obwodowej proliferacji włókniasto-naczyniowej w siatkówce u dzieci z retinopatią wcześniaków. Według aktualnych poglądów proliferacja ta wywołana jest przez czynniki naczyniotwórcze uwalniane w niedokrwionej i niedotlenionej siatkówce¹⁴. Przeprowadzone badania wskazują, że w retinopatii wcześniaków czynniki naczyniotwórcze produkowane i uwalniane są w tzw. pierwotnie nieunaczynionej siatkówce, tzn. w pozbawionej naczyń, obwodowej jej części, która nie ulega jeszcze unaczynieniu w czasie ontogenezy^{12-14, 15}. Wskazuje to, że krioterapia powinna być wykonywana na tym obszarze siatkówki, w celu zniszczenia tkanek, w których produkowane i uwalniane są czynniki naczyniotwórcze.

Celem niniejszej pracy było zbadanie czy wykonanie krioterapii powoduje zmniejszenie zawartości czynników naczyniotwórczych w pierwotnie nieunaczynionej siatkówce u kotów, u których wywoływano retinopatię proliferacyjną po tlenoterapii, odpowiadającą retinopatii wcześniaków u ludzi.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono na 8 dorosłych kotach-matkach oraz ich 21 kociętach. U kociąt wywoływano retinopatię proliferacyjną poprzez umieszczenie ich w drugim dniu życia w 80% tlenie na okres 72 h. Następnie przenoszono je do powietrza, w którym przebywały do 21 dnia życia. Po tym okresie czasu u 12 kotów usuwano gałki oczne, wypraparowywano pod mikroskopem siatkówkę i wycinano skrawki wielkości 1,5×1,5 mm w obrębie nieunaczynionej, obwodowej części siatkówki od strony skroni (pierwotnie nieunaczyniona część siatkówki) wg techniki *Federmana* i współpr.³. W skrawkach tych badano występowanie czynników na-

Z Kliniki Okulistycznej AM w Lublinie, kierownik: prof. dr med. *Kazimierz Gerkowicz*

Reprint requests to: Doc. dr med. *Marek Prost*, ul. Chmielna 1; 20-079 Lublin, Poland

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES ON THE POSSIBILITY OF THE USE OF CRYOTHERAPY IN THE TREATMENT OF RETINOPATHY OF PREMATURITY

The purpose of the paper was to study whether the use of cryotherapy can cause decrease of angiogenic activity of the primary avascular retina in kittens with oxygen induced retinopathy. The studies showed that after cryotherapy comes to a considerable decrease of angiogenic activity of this part of the retina. It indicates that cryotherapy should arrest the development of more advanced stages of retinopathy of prematurity.

HASEŁA: retinopatia wcześniaków, krioterapia, czynność naczyniotwórcza siatkówki

KEY WORDS: retinopathy of prematurity, cryotherapy, angiogenic activity of retina

czyniotwórczych przy pomocy metody wszczepiania do kieszonki rogówkowej według techniki podanej przez *Gimbrone'a*⁴ oraz przy pomocy metody implantacji na błonę kosmówkowo-omoczniozą zarodków kurzych według techniki podanej przez *Lutty'ego*¹⁶. W pierwszej z tych metod skrawki siatkówki kociąt wszczepiano do uprzednio przygotowanych kieszonek w rogówkach obu oczu ich matek (4 koty). W każdym oku wykonywano po dwie kieszonki (w górnej i dolnej części rogówki), których przebieg dystalny znajdował się w odl. 1 mm od rąbka rogówki. Do oceny proliferacji naczyń zastosowano opracowaną uprzednio 4-stopniową skalę^{19, 20}. W drugiej z metod wypraparowywane kawałki siatkówki wszczepiano na błonę kosmówkowo-omoczniozą¹² zarodków kurzych. Stopień wrastania naczyń oceniano przy pomocy opracowanej uprzednio 4-stopniowej skali^{19, 20}.

Ze względu na małą ilość materiału nie można było wykonać wyciągów tkankowych i dlatego w obu metodach wszczepiano całe skrawki siatkówki.

U pozostałych 9 kotów 21 dnia życia w obu oczach wykonywano krioterapię siatkówki. Zabieg wykonywano w skroniowej połowie gałki starając się, aby kolejnymi przyłożeniami aplikatora pokryć cały obszar pierwotnie nieunaczynionej siatkówki. Kriopiękłą przerywano w momencie pojawienia się na dnie białego ogniska zamrożenia siatkówki. Temperatura końcówki aplikatora wynosiła około -70°C. Po dwunastu dniach wypraparowywano siatkówkę w miejscu krioterapii i badano w nich obecność czynników naczyniotwórczych przy pomocy metod podanych powyżej. W przypadku metody wszczepiania do kieszonki rogówkowej skrawki siatkówki kociąt wszczepiano zawsze do rogówek ich matek (4 koty).

Celem sprawdzenia czy zmiany naczyń rąbka rogówki lub naczyń błony kosmówkowo-omoczniozej nie są niespecyficznym odczynem (np. na uraz towarzyszący implantacji) wykonano kieszonki w rogówkach obu oczu u 4 kotów bez umieszczenia w nich tkanek oraz

wszczepiono skrawki błony kosmówkowo-omoczniozej na błony kosmówkowo-omocznioze 20 innych zarodków i skrawki rogówki kota na błony kosmówkowo-omocznioze następnnych 20.

Otrzymane wyniki sumowano w każdej grupie zwierząt, wyciągano średnie i poddano analizie statystycznej przy pomocy testu t *Studenta*.

WYNIKI

Wyniki oceny stopnia wrastania naczyń rąbka rogówki oraz stopnia wrastania naczyń błony kosmówkowo-omoczniozej po wszczepieniu do nich badanych tkanek przedstawiają tab. I i II.

Tabela I. Czynność naczyniotwórcza tkanek po ich wszczepieniu do kieszonki rogówkowej

Rodzaj wszczepionej tkanki	n	\bar{x}	SD	p*
Siatkówka pierwotnie nieunaczyniona u kociąt z retinopatią proliferacyjną	16	2,98	0,64	a
Siatkówka pierwotnie nieunaczyniona u kociąt z retinopatią proliferacyjną do krioterapii	16	0,43	0,51	b
Kieszonka rogówki bez wszczepionej tkanki	16	0,00		c

* — wyniki oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (p < 0,001)

Tabela II. Czynność naczyniotwórcza tkanek po ich wszczepieniu na błonę kosmówkowo-omoczniozą zarodków kurzych

Rodzaj wszczepionej tkanki	n	\bar{x}	SD	p*
Siatkówka pierwotnie nieunaczyniona u kociąt z retinopatią proliferacyjną	15	2,37	0,81	a
Siatkówka pierwotnie nieunaczyniona u kociąt z retinopatią proliferacyjną po krioterapii	14	0,18	0,40	b
Błona kosmówkowo-omoczniozą zarodka kurzego	18	0,00		c
Rogówka kociąt	17	0,00		c

Liczba wyników w poszczególnych grupach jest mniejsza niż 20, ponieważ niektóre zarodki uległy obumarciu w trakcie badań⁶ — wyniki oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (p < 0,001)

Przeprowadzone badania wykazały, że pierwotnie nieunaczyniona siatkówka posiada dość znaczną czynność naczyniotwórczą (2,98 według 4-stopniowej skali w metodzie wszczepiania do kieszonki rogówkowej i 2,37 według 4-stopniowej skali w metodzie implantacji na błonę kosmówkowo-omoczniozą). Po wykonaniu krioterapii doszło do dużego spadku czynności naczyniotwórczej tej części siatkówki (do 0,43 w pierwszej i do 0,18 w drugiej z metod).

OMÓWIENIE

Metody wszczepiania tkanek do kieszonki rogówki i implantacji na błonę kosmówkowo-omoczniozą zarodków kurzych są szeroko stosowane przez różnych autorów do badania czynności naczyniotwórczej tkanek oka^{2-6, 11, 16}. W związku z tym obie te metody zostały

użyte w niniejszej pracy do badania czynności naczyniotwórczej pierwotnie nieunaczynionej siatkówki przed i po krioterapii u kociąt z retinopatią proliferacyjną po tlenoterapii. Badania te wykazały, że po krioterapii dochodzi do znacznego zmniejszenia czynności naczyniotwórczej tej części siatkówki.

Przyczyny tego zmniejszenia czynności naczyniotwórczej nie są całkowicie jasne. Jak się wydaje, może być to skutkiem zniszczenia przez niską temperaturę niedotlenionej tkanki siatkówkowej. Podanie tlenu wcześniakowi lub zwierzęciu doświadczalnemu powoduje obliterację niedojrzałych naczyń siatkówki. Prowadzi to do zahamowania prawidłowej proliferacji tkanki mezenchymalnej mającej na celu unaczynienie obwodowych części siatkówki pozbawionych jeszcze w tym okresie naczyń. Tkanka ta gromadzi się w postaci tzw. mezenchymalnego połączenia obocznego na granicy unaczynionej i nieunaczynionej siatkówki¹³. Dojrzwienie samej siatkówki postępuje nadal, czemu nie towarzyszy jednak rozwój jej naczyń¹⁷. Po przerwaniu tlenoterapii nieunaczyniona siatkówka na obwodzie staje się więc coraz bardziej niedotleniona, co prowadzi do uwolnienia czynników naczyniotwórczych na tym obszarze^{12, 13}. Zniszczenie tych obszarów niedotlenionej siatkówki przez niską temperaturę powinno spowodować przerwanie uwalniania tych czynników. Zgodnie z niedokrwioną hipotezą neowaskularyzacji martwa tkanka nie może być bowiem źródłem czynników naczyniotwórczych¹⁸. Możliwe, że niska temperatura powoduje również zniszczenie samych czynników. Niektórzy autorzy stwierdzili bowiem termolabilność tych związków².

Inną hipotezę przedstawili *Kretzer* i współpr.¹⁴⁻¹⁶. Według tych autorów podanie tlenu wcześniakowi powoduje aktywację wrzecionowatych komórek mezenchymalnych, które wniknęły już do obwodowej, nieunaczynionej siatkówki (pierwotnie nieunaczynionej siatkówki). Aktywacja tych komórek powoduje wytwarzanie w nich czynników naczyniotwórczych¹⁴⁻¹⁶. Autorzy ci na podstawie swoich obserwacji morfologicznych uważają, że po odstawieniu tlenu nie dochodzi do niedotlenienia pierwotnie nieunaczynionej siatkówki. Działanie krioterapii, wg tych autorów, polega więc przypuszczalnie na zniszczeniu aktywowanych komórek wrzecionowatych, które są miejscem produkcji czynników naczyniotwórczych¹⁴⁻¹⁶. Niezależnie od mechanizmu działania niskiej temperatury na siatkówkę wyniki niniejszej pracy wskazują, że krioterapia siatkówki powinna być zabiegiem, którego wykonanie może zapobiec rozwojowi zaawansowanych postaci retinopatii wcześniaków.

PISMIENNICTWO

1. *Ben-Sira I., Nissenkorn I., Weinberger D., Shohat M., Kremer I., Krikler R., Reischer S. H.*: Long-term results of cryotherapy for active stages of retinopathy of prematurity. *Ophthalmology* 93: 1423—1428 (1986).
2. *Chen C. H., Chen S. C.*: Angiogenic activity of vitreous and retinal extracts. *Invest. Ophthalmol.* 19: 596—602 (1980).
3. *Federman J. L., Brown G. C., Feldberg N. T., Felton S. M.*: Experimental ocular angiogenesis. *Amer. J. Ophthalmol.* 89: 231—237 (1980).
4. *Gimbrone M. A. jr., Leapman S. B., Cotran R. S., Folkman J.*: An experimental model using the rabbit cornea. *J. Natl. Cancer Inst.* 52: 413—427 (1974).
5. *Glaser B. M., D'Amore P. A., Michels R. G., Brunson S. K., Fenselau A. H., Rice T., Patz A.*: The demonstration of angiogenic activity from ocular tissues. *Ophthalmology* 87: 440—446 (1980).
6. *Hindle N. W.*: Cryotherapy for retinopathy of prematurity: timing of intervention. *Brit. J. Ophthalmol.* 70: 269—276 (1986).
7. *Harris G. S., Mc Cormick A. Q.*: The prophylactic treatment of retrolental fibroplasia. *Mod. Prob.*

Ophthal. 18: 364-367 (1977). — 8. Kalina R. E.: Treatment of retrolental fibroplasia. Surv. Ophthal. 24: 229-236 (1980). — 9. Keith C. G.: Visual outcome and effect of treatment in stage III developing retrolental fibroplasia. Brit. J. Ophthal. 66: 446-449 (1982). — 10. Kingham J. D.: Acute retrolental fibroplasia. II. Treatment by cryosurgery. AMA Arch. Ophthal. 96: 2049-2053 (1978).

11. Kissun R. D., Hill C. R., Garner A., Phillips P., Kumar S., Weiss J. B.: A low-molecular-weight angiogenic factor in cat retina. Brit. J. Ophthal. 66: 165-169 (1982). — 12. Kretzer F. L., Mc Pherson A. R., Hittner H. M.: An interpretation of retinopathy of prematurity in terms of spindle cells: relationship to vitamin E prophylaxis and cryotherapy. Graefes Arch. Ophthal. 224: 205-214 (1986). — 13. Kretzer F. L., Mc Pherson A. R., Rudolph A. J., Hittner H. M.: Pathogenic mechanism of retinopathy of prematurity: A controversial explanation for the efficacy of oral and intramuscular vitamin E supplementation and cryotherapy. Bull. N.Y. Acad. Med. 61: 883-900 (1985). — 14. Kretzer F. L., Mehta R. S., Johnson A. T., Hunter D. G., Brown E. S.: Vitamin E protects against retinopathy of prematurity

through action on spindle cells. Nature 309: 793-795 (1984). — 15. Kushner B. J., Essner D., Cohen I. J., Flynn J. T.: Retrolental fibroplasia. II. Pathologic correlation. AMA Arch. Ophthal. 95: 29-38 (1977). — 16. Luty G. A., Thompson D. C., Gallup J. Y., Mello R. J., Patz A., Fenselau A.: Vitreous: An inhibitor of retinal extract induced neovascularization. Invest. Ophthal. 23: 52-56 (1983). — 17. Nissenkorn J., Kremer I., Ben-Sira I., Cohen S., Garner A.: A clinicopathological case of retinopathy of prematurity (ROP) treated by peripheral cryopexy. Brit. J. Ophthal. 68: 36-41 (1984). — 18. Patz A.: Clinical and experimental studies on retinal neovascularization. Amer. J. Ophthal. 94: 715-743 (1982). — 19. Prost M.: Experimental studies on the pathogenesis of retinopathy of prematurity. Brit. J. Ophthal. 72: 363-367 (1988). — 20. Prost M.: Metody badania czynności naczyńwórczej siatkówki. Klin. oczna 92: 69-71 (1990).

21. Tasman W., Brown G. C., Schaffer D. B., Quinn D., Naidoff M., Benson W., Diamond G.: Cryotherapy for active retinopathy of prematurity. Ophthalmology 93: 580-585 (1986).

Praca wpłynęła: 8.09.1987 (nr 5231).

STRESZCZENIA Z PIŚMIENNICTWA OBCEGO

4. Optyka okulistyczna, refrakcja, sposoby badań

ARMSTRONG T. A.: Ocena tonometrów ołówkowych i pulsacyjnych (*Evaluation of the Tono-Pen and the Pulsair Tonometers*). Amer. J. Ophthal. 109: 716-720 (1990).

Badano ciśnienie wewnątrzgałkowe u 229 zdrowych osób tonometrem ołówkowym (*Ocular Tono-Pen*) oraz tonometrem pulsacyjnym (*Keeler Pulsair*) i porównywano je z wynikami uzyskanymi przy użyciu tonometru aplanacyjnego *Goldmanna* Autor porównywał tonometri ołówkowe i pulsacyjne z tonometrem *Goldmanna* pod względem dokładności, łatwości użycia i możliwości klinicznych zastosowań. Tonometri ołówkowe i pulsacyjne mają szereg zalet: są przenośne, użycie ich nie zależy od pozycji pacjenta, wyniki ciśnienia wewnątrzgałkowego są obiektywne, niezależne od operatora. Dodatkową zaletą tonometru pulsacyjnego jest jego bezkontaktowość, co zapobiega przenoszeniu infekcji. Zabezpieczają przed tym również wymienne lateksowe końcówki w tonometrze ołówkowym. Na obu przyrządach uzyskuje się odczyt cyfrowy, co powoduje, że wynik jest bardzo dokładny. Średnie maksymalne odchylenie wyników pomiarów dla tonometrów ołówkowych i pulsacyjnych w porównaniu z tonometrem *Goldmanna* było znaczne i wynosiło odpowiednio 2,70 mm Hg i 2,49 mm Hg. 7% odczytów tonometrem ołówkowym i 8% tonometrem pulsacyjnym różniło się od

odczytów tonometrem *Goldmanna* o więcej niż 5 mm Hg. Obydwa instrumenty okazały się wysoko czułe i przystosowane zwłaszcza do badań ciśnienia wewnątrzgałkowego wyższego niż 21 mm Hg.

Agnieszka Smyk

5. Diagnostyka, terapia, farmakologia

ROSENWASSAR G. O. D., HOLLAND S., PFLUGFELDER S. C., LUGO M., HEIDEMANN D. G., CULTBERTSON W. W., KATTAN H.: Nadużywanie miejscowych leków znieczulających (*Topical Anesthetic Abuse*). Ophthalmology 97: 967-972 (1990).

Autorzy opisują 6 przypadków zmian rogówkowych — chronicznych, źle gojących się ubytków nabłonka i nacieków istoty właściwej. Wszyscy ci pacjenci przez długi okres używali kropli znieczulających. U 2 pacjentów konieczne było wykonanie keratoplastyki drażniącej z powodu perforacji rogówki, u 2 pacjentów przebieg choroby zakończył się enukleacją. 5 z tych przypadków początkowo rozpoznano jako *Acanthamoeba keratitis*. Autorzy podkreślają, że w każdym przypadku przewlekłego zapalenia rogówki należy brać pod uwagę nadużywanie środków znieczulających.

Hanna Lesiewska-Junk
(cd. na str. 193)

EWA AUGUSTYNIAK i IRENA ŚWIETLICZKO

Porównawcza ocena prędkości przepływu krwi i krzywej pulsacji w tętnicach rzęskowych tylnych zaopatrujących naczyńówkę i przednią część nerwu wzrokowego

W dalszym ciągu sprawą nierozstrzygniętą pozostaje, czy występujące w jaskrze zaburzenia przepływu krwi w tętnicach rzęskowych tylnych (t.r.z.t.) zaopatrujących przednią część nerwu wzrokowego (p.czn.w.) są pierwotne, czy wtórne. Wg teorii naczyniowej, podwyższone ciśnienie śródgałkowe (c.s.) uszkadza przede wszystkim naczynia przedblaszkowe znajdujące się między strukturami wewnątrzgałkowymi — wywierającymi wzmocniony ucisk na nie a sztywną blaszką sitową. Tętniczki części przedblaszkowej są najbardziej wrażliwe na ucisk i najwcześniej dochodzi w nich do obliteracji. Nieco mniej wrażliwe są tętniczki naczyńówki okołotarczowej, następnie naczyńówki obwodowej i wreszcie najmniej wrażliwe tętniczki siatkówki¹.

W oparciu o badania anatomiczne, z zastosowaniem różnych technik badawczych, wyróżnia się 2 oddzielne systemy unaczynienia pochodzące od t.r.z.t. dla naczyńówki i p.czn.w. Naczyniówka bieguna tylnego i części skroniowej zaopatrywana jest przez gałąź zewnętrzną t.r.z.t. bocznych, która w odległości ok. 11 mm od gałki ulega podziałowi na 20-25 tętniczek rzęskowych tylnych krótkich i jedną tętniczkę rzęskową tylną długą. Naczynia te wchodzi do gałki na poziomie plamki. P.czn.w. zaopatrywana jest przez 2 gałęzie wewnętrzne t.r.z.t. bocznych i przyśrodkowych, biegnące wzdłuż nerwu wzrokowego jako tzw. tętnice okolonerwowe. Dzieli się one następnie na 4-5 tętniczek rzęskowych tylnych krótkich, które w sposób bezpośredni i pośredni zaopatrują naczyniówkę okołotarczową oraz przedblaszkową, blaszkową i pozablaszkową część nerwu wzrokowego^{2,3,4}.

Prowadzone przez nas od roku badania prędkości przepływu krwi (p.p.k.) w t.r.z.t. metodą ultrasonografii dopplerowskiej pulsacyjnej zogniskowanej (u.d.p.z.) umożliwiły nabywanie doświadczenia w rozróżnianiu sygnałów pochodzących z różnych t.r.z.t.

Celem naszych badań było porównanie p.p.k. i wskaźników pulsacji (w.p.) dla t.r.z.t. zaopatrujących skroniową i centralną część naczyńówki i t.r.z.t. biegnących wzdłuż nerwu wzrokowego i zaopatrujących głownie p.czn.w. u ludzi zdrowych i u chorych z jaskrą.

MATERIAL I METODYKA

Zbadano 30 osób zdrowych (60 oczu) w wieku 20-60 lat, z c.s. 15-20 mm Hg, bez objawów schorzeń okulistycznych i naczyniowych oraz 60 osób (120 oczu) w wieku 22-76 lat z jaskrą pierwotną leczonych w naszej klinice lub w przychodni przyklinicznej.

W każdym oku badano p.p.k. w t.r.z.t. tzw. naczyńówkowych i zaopatrujących nerw wzrokowy. Sygnały

Z Kliniki Okulistycznej AM w Łodzi, kierownik: prof. dr med. Irena Świetliczko

Reprint requests to: Dr med. Ewa Augustyniak, ul. Knażewicza 4 m. 42; 91-347 Łódź, Poland

COMPARATIVE EVALUATION OF THE SPEED OF BLOOD-FLOW AND PULSATION CURVE IN POSTERIOR CILIARY ARTERIES SUPPLYING THE CHOROID AND THE ANTERIOR OPTIC NERVE SEGMENT

The speed of the blood-flow and the indexes of pulsation in posterior ciliary arteries supplying the choroid and the anterior optic nerve segment were evaluated in 30 healthy persons (60 eyes) aged 20-60 years with intraocular pressure values of 15-20 mm Hg and in 60 persons with primary glaucoma (120 eyes) aged 22-76 years. The investigations were carried out by the method of Doppler focused pulsating ultrasonography, with an 8.0 MHz probe; the instrument used was the TC-2-64 produced by EME (Germany). It was established that the main speed of the blood-flow in the choroid vessels in healthy people is higher than in the arteries supplying the anterior segment of the optic nerve. These speeds are respectively: 15.13 ± 4.3 cm/s and 12.03 ± 3.0 cm/s. The difference is statistically significant. The index of pulsation in the posterior ciliary arteries of both vascular systems does not differ in a statistically significant way and amounts respectively: 0.68 ± 0.13 and 0.71 ± 0.11 . In patients with glaucoma it comes much earlier to a decrease of the speed of the blood-flow and to an increase of the indexes of pulsation together with a raise of the IOP in the system of the choroidal posterior ciliary arteries than in the anterior segment of the visual system.

HASŁA: ultrasonografia dopplerowska pulsacyjna zogniskowana, tętnice rzęskowe tylne naczyńówkowe i przedniej części nerwu wzrokowego, prędkość przepływu krwi, wskaźnik pulsacji, jaskra

KEY WORDS: Doppler focused pulsating ultrasonography, posterior ciliary arteries supplying the choroid and the anterior optic nerve segment, speed of blood-flow, pulsation index, glaucoma

z t.r.z.t. naczyńówkowych otrzymywano, gdy gałka oczna ustawiona była w południku 0°, skierowana nieco ku górze lub dołowi w zależności od długości gałki, a sonda umieszczona była na powiece dolnej również w południku 0°. Sygnały z t.r.z.t. nerwu wzrokowego otrzymywano, gdy gałka oczna ustawiona była przyśrodkowo 5-10° oraz 10-15°, przy tym samym położeniu sondy.

P.p.k. w powyższych tętnicach badano metodą u.d.p.z., sondą o częstotliwości 8,0 MHz, z soczewką poliesterylową skupiającą wiązkę ultradźwiękową na głębokości 25 mm. Sonda połączona była z aparatem TC-2-64 firmy Eden Medizynische Elektronik (RFN). Badano prędkość skurczową, rozkurczową i średnią, wyrażone w cm/s. Obliczano także w.p. wg *Gostinga*⁵. Szczegółowe dane odnośnie wyliczania oraz interpretacji zmian powyższego wskaźnika podano w poprzednich pracach¹⁻³.

Oczy z jaskrą podzielono na 4 grupy w zależności od stopnia zaniku nerwu wzrokowego. Kryteria kwalifikujące do danej grupy podano w poprzedniej pracy⁴.

C.s. mierzono tonometrem *Schiotzta*.

Istotność różnic między obliczonymi parametrami wyryfikowano testem *Studenta* na poziomie istotności 0,01.