

Od wielu lat uwaga okulistów skupia się na parametrach przezroczystości soczewek ludzkich. Ostatnio uzyskano znaczny postęp w określaniu stopnia przezroczystości soczewek prawidłowych i z zaćmą, szczególnie w badaniach *in vitro*<sup>1,2,4,5,6</sup>. Zasadniczym zamiarem tych badań było wypracowanie metod badania przezroczystości soczewek ludzkich *in vivo*, a następnie stworzenie możliwości rozpoznania zaćmy w sposób obiektywny. Dotychczas zaproponowano kilka metod oceniających ilościowo przezroczystość soczewki *in vivo*. Najwcześniejsze z nich polegały na subiektywnej ocenie odbłasku z dna oka<sup>7</sup> lub na ocenie obrazów Purkinje-Sansona<sup>8</sup>, metody te nie są praktycznie stosowane. Metody fotograficzna Scheimpfluga<sup>6</sup> lub wykorzystująca światło laserowe<sup>9</sup> w przypadku rozpoznawalnej klinicznie zaćmy umożliwiają ilościowy pomiar ubytku przezroczystości soczewki. Istnieją metody pomiaru przezroczystości soczewki nie tylko gdy rozpoznawalna jest zaćma kliniczna, ale również gdy rozwija się stan przedzaćmowy (zaćma subkliniczna). Obiektywna, ilościowa, szybka diagnostyka stanów przedzaćmowych i zaćmowych stała się obecnie możliwa dzięki udostępnieniu okuliście zmętniomierza (Opacity Lensmeter), aparatu przeznaczonego do badania stopnia przezroczystości soczewki *in vivo*. Podobne możliwości stwarza również fluorofotometr (Fluorotron Master), który mierząc natężenie autofluorescencji soczewki dostarcza pośrednio danych o jej przezroczystości<sup>7</sup>. Celem pracy było zbadanie transmisji i autofluorescencji soczewkowej u osób pracujących w strefie występowania zaćmy hutniczej, za pomocą fluorofotometru i zmętniomierza.

#### MATERIAŁ I METODYKA

Badaniem objęto 40 hutników, mężczyzn, w wieku 25-60 lat, wytypowanych losowo przez inspektora BHP. Osoby te pracowały co najmniej 5 lat na stanowisku hutnika-wytapiacza w warunkach określanych jako ciężkie. Hutnicy w materiale badawczym utworzyli grupę ryzyka. Grupa kontrolna objęła 40 pracowników biurowych, mężczyzn, w wieku 26-66 lat. U osób z obu grup podstawowe badania okulistyczne nie wykazały zmian w polu widzenia, nie ujawniły zmętnień w obrębie soczewki, u wszystkich odnotowano ostrość wzroku na poziomie normy; w obu grupach nie rozpoznano schorzeń ogólnych. Stopień zmętnienia soczewek badano za pomocą dwóch urządzeń.

Zasadę działania fluorofotometru przedstawia ryc. 1. Światło wytworzone przez wolframową żarówkę halogenową filtrowane jest przez dwa wzbudzące niebieskie filtry tak, aby długość fali (440-480 nm, kolor niebieski) przypadła na pasmo wzbudzenia autofluorescencji. Wiązka wzbudzająca skupiana jest przez optykę fluorofotometru na fragmencie soczewki, który emituje autofluorescencję. Układ odczytujący dzięki obecności dwóch filtrów zielonych przed fotodetekтором mierzy natężenie tylko promieniowania z pasma emisji fluorescencji (531-634 nm, kolor zielony). Obszar wzbudzenia autofluorescencji fluorotron przesuwają w głąb oka, a układ fotodetektor zlicza emitowane fotony z kolej-

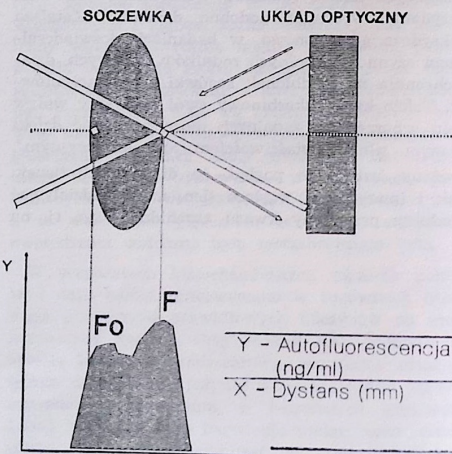
ANDRZEJ SZYMAŃSKI, MARIUSZ KOZIAK,  
STANISŁAWA GIEREK-KALICKA i HALINA  
WYKROTA

## Pomiar przezroczystości soczewek u osób narażonych na wystąpienie zaćmy hutniczej

MEASUREMENT OF TRANSPARENCY OF LENSES IN PERSONS WHO RUN RISKS OF GETTING A GLASSBLOWER CATARACT

The authors evaluated the transparency of lenses in persons on a stand predisposing to the formation of a glassblower cataract as well as in office clerks. They used for their measurements a fluorophotometer (Fluorotron Master) and an opacity lensmeter. In a group of 40 ironmasters they found a considerable fall in light transparency through the lens and a significant increase of the lens autofluorescence in comparison with a group of office clerks. The quantitative measurement of lens transparency by means of a fluorotron and a opacity lensmeter creates the possibility of an earlier detection of a precataractous condition.

HASŁA: soczewka, zaćma, pomiar przezroczystości, fluorofotometria  
KEY WORDS: lens, cataract, measurement of transparency, fluorophotometry

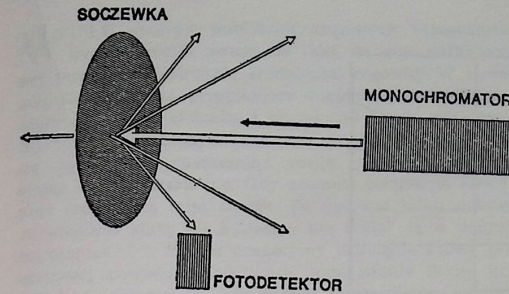


Ryc. 1. Część górna: schemat pomiaru autofluorescencji wzdłuż osi optycznej soczewki, część dolna: wykres poziomu autofluorescencji soczewki uzyskany za pomocą fluorofotometru.

nych wzbudzanych ognisk. W naszych badaniach oznaczano maksymalną autofluorescencję soczewki F oraz tzw. współczynnik transmisji światła niebiesko-zielonego przez soczewkę<sup>7</sup>. Otrzymujemy go dzieląc pik tylnobiegunowy autofluorescencji soczewki Fo przez pik przedniobiegunowy F. Iloraz Fo/F jest wykładnikiem transmisji soczewkowej dla światła niebiesko-zielonego.

Drugim aparatem użytym do badania jest zmętniomierz (ryc. 2). Układ optyczny tego urządzenia emituje

Nr 4



Ryc. 2. Schemat pomiaru zmętnienia soczewki za pomocą zmętniomierza.

promień czerwonego światła (700 nm) równoległe do kierunku obserwacji lekarza, docierający do soczewki. Zależnie od stopnia zmętnienia soczewki, część światła ulegnie w jej obrębie rozproszeniu we wszystkich kierunkach, pozostała część przejdzie przez soczewkę w głąb oka. Detektor zamontowany pod kątem do kierun-

ku padania, dokona pomiaru natężenia światła rozproszonego wstecznie. Im soczewka bardziej mętna, tym więcej światła ulegnie w jej obrębie rozproszeniu i tym więcej dotrze go do detektora. Wyniki wyświetlane są w formie punktacji od 0 do 99.

W opracowaniu statystycznym obu grup (kontrolnej i ryzyka) posłużono się testami statystycznymi BMDP Uniwersytetu Kalifornijskiego.

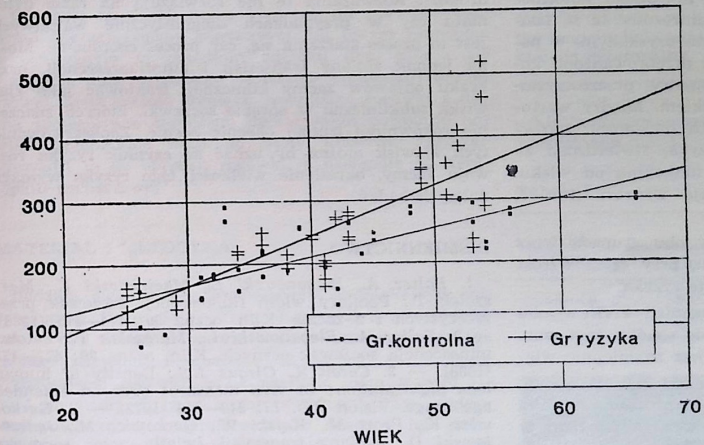
#### WYNIKI

Średnie wartości trzech badanych parametrów przezroczystości soczewki (maksymalna autofluorescencja, współczynnik transmisji Fo/F, wartość odczytana ze zmętniomierza) przedstawia tab. I.

Tabela I

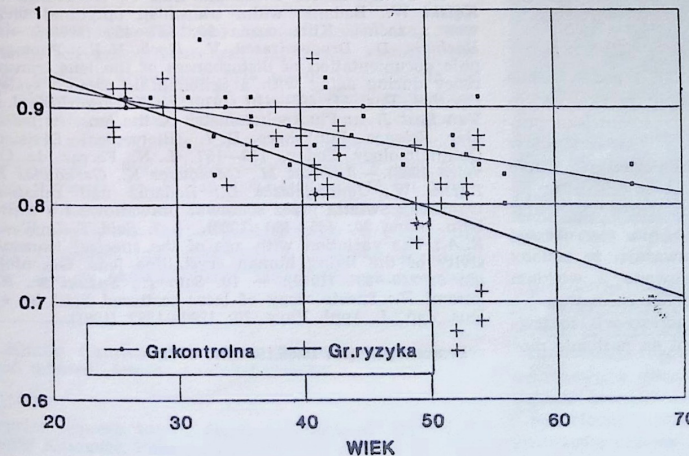
Cecha badana	Grupa kontrolna	Grupa ryzyka	p
Autofluorescencja	219,4 ± 9,9	254,6 ± 15,0	< 0,05
Współczynnik Fo/F	0,87 ± 0,01	0,83 ± 0,01	< 0,05
Zmętnienie	13,6 ± 0,48	14,3 ± 0,54	> 0,05

#### AUTOFLUORESCENCJA ng/ml



Ryc. 3. Zależność autofluorescencji soczewki od wieku (linie regresji; badanie fluorofotometrem).

#### WSPÓŁCZYNNIK TRANSMISJI Fo/F

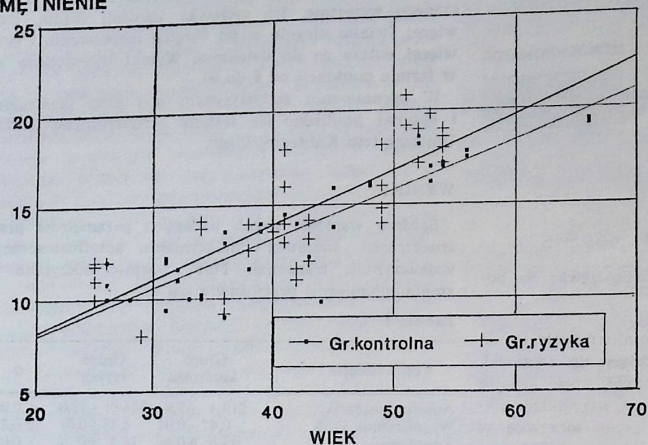


Ryc. 4. Zależność współczynnika Fo/F od wieku (linie regresji; badanie fluorofotometrem).

Z I Kliniki Okulistycznej AM w Katowicach, kierownik: prof. dr med. Ariadna Gierek-Łapińska

Reprint requests to: Doc. dr med. Andrzej Szymański, ul. Sikorskiego 24 m. 31; 40-282 Katowice, Poland

## ZMĘTNIENIE



Ryc. 5. Zależność stopnia zmętnienia soczewki od wieku (linie regresji); badanie zmętnieniomierzem).

Autofluorescencja, współczynnik transmisji Fo/F oraz wartości ze zmętnieniomierza są różne w grupie ryzyka i grupie kontrolnej, przy czym w przypadku autofluorescencji i współczynnika transmisji różnice te są istotne statystycznie. Między wartościami uzyskanymi w poszczególnych badaniach a wiekiem przeprowadzono korelację. Wszystkie oznaczone parametry przezroczyłości soczewki są skorelowane z wiekiem. Między wartościami uzyskanymi w poszczególnych badaniach, zarówno w grupie kontrolnej jak i ryzyka, stwierdzono za pomocą analizy regresji zależność funkcjonalną od wieku. Stwierdzone zależności przedstawiają wykresy (ryc. 3, 4, 5).

W przypadku autofluorescencji w obu grupach wraz z wiekiem dochodzi do jej wzrostu, przy czym wzrost ten jest znamienne większy w grupie ryzyka.

W przypadku współczynnika transmisji Fo/F w obu grupach wraz z wiekiem dochodzi do spadku jego wartości, w grupie ryzyka spadek ten jest znamienne większy.

W przypadku zmętnieniomierza, rozproszenie światła czerwonego przez soczewkę rośnie wraz z wiekiem w obu grupach. W grupie ryzyka wzrost ten jest większy, jednak nie różni się znamienne od grupy kontrolnej.

## OMÓWIENIE

Można sądzić, że obniżenie transmisji i podwyższenie autofluorescencji soczewkowej w grupie ryzyka wywołały czynniki szkodliwe występujące w środowisku pracy hutnika. Na pytanie, czy zaobserwowane zmiany w obrębie soczewek (bez cech zaćmy klinicznej) w grupie ryzyka są wykładnikiem procesu chorobowego, czy jedynie świadczą o bardziej zaawansowanym procesie starzenia się soczewki, przypuszczalnie nie ma obecnie odpowiedzi. Podobnie inni autorzy uważają, że zmiany transmisji i autofluorescencji skorelowane z wiekiem nie muszą świadczyć o istnieniu procesu zaćmowego<sup>4,5,7,8</sup>. Zmiany transmisji lub autofluorescencji soczewkowej próbuje się tłumaczyć zmianami na poziomie mo-

lekularnym białkowej struktury soczewki<sup>9</sup> lub rodzajami systemów elektronowych poziomów energetycznych drobin<sup>7</sup>. Rozważania te nie rozwiązują na razie dylematu czy w przypadkach diagnostycznie wątpliwych jest to proces starzenia się, czy proces chorobowy. Można jednak zmiany transmisji i autofluorescencji, przy braku objawów zaćmy klinicznej, traktować jako zjawiska subkliniczne w obrębie soczewki, których znaczenie rokownicze trudno obecnie ocenić. Zaobserwowanie tych zjawisk można by uznać za czynnik ryzyka rozwoju zaćmy, określenie wielkości tego ryzyka wymaga dalszych badań.

## PIŚMIENNICTWO

1. Balter A., Bieganowski L., Maciejewski K., Marszałek T.: Pomiary widm fluorescencji soczewek przezroczystych i z zaćmą. Klin. oczna 90: 474-475 (1988).
2. Balter A., Bieganowski L., Marszałek T.: Fotoluminescencja soczewek ocznych. Klin. oczna 90: 471-473 (1988).
3. Coren S., Girgus J.S.: Density of human lens pigmentation; In vivo measures over an extended age range. Vision Res. 12: 343-346 (1972).
4. Gerkowicz K., Prost M., Kątski W., Gerkowicz M., Jędrzejewski D.: Zmiany transmisji światła przez soczewkę w zależności od wieku. Klin. oczna 90: 463-464 (1988).
5. Gerkowicz K., Prost M., Żuk J., Gerkowicz M., Kątski W.: Badania widm transmisji optycznej soczewek z zaćmą. Klin. oczna 90: 457-458 (1988).
6. Hockwin D., Dragomirescu V., Koch H.R.: Photographic documentation of disturbances of the lens transparency during aging with a Scheimpflug camera system. Ophthalm. Res. 11: 405-410 (1979).
7. Dosterhuis J.A., Van Best J.A.: Fluorophotometry of the lens. (w:) Elsevier Science Publishers B.V. (Biomedical Division): Ophthalmology Today, 153-157 (L. N. Ferraz de Oliveira 1988).
8. Prost M., Gerkowicz K., Gerkowicz M., Kątski W., Jędrzejewski D.: Badania nad zmianami transmisji światła przez soczewki prawidłowe i z zaćmą. Klin. oczna 90: 465-466 (1988).
9. Said F.S., Weake R.A.: The variation with age of the spectral transmissivity of the living human crystalline lens. Gerontologia 3: 219-231 (1959).
10. Sato H., Suzuki N., Nakatani H.: Spectroscopy of laser scattered light by eye lens. Jap. J. Appl. Phys. 20: 1289-1293 (1981).

Praca wpłynęła: 10.06.1991 (nr 5743).

WIELU autorów publikacji krajowych i zagranicznych zwróciło uwagę na fakt, że uraz gałki ocznej powoduje destrukcję śródbłonka rogówki. W szczególności zranienia przenikające rogówki powodują częściową utratę śródbłonka i obrzęk jej istoty właściwej. Na miejsce utraconych komórek śródbłonka nasuwają się sąsiadujące zwiększając swoją powierzchnię oraz stając się różnokształtne. Gdy zostanie osiągnięta szczelność śródbłonka mija obrzęk. Po upływie kilku miesięcy komórki stają się kształtne ale nadal są o dużych rozmiarach<sup>7,8,10</sup>. Zabieg operacyjny usunięcia zaćmy porażowej powoduje dodatkowe zmniejszenie liczby komórek śródbłonka, a jednocześnie wszczęcie soczewki sztucznej wewnątrzgałkowej potęguje ich utratę<sup>4-6,9</sup>. W zdrowym oku komórki śródbłonka rogówki mają kształt przeważnie sześcioboków i są ściśle ze sobą zespolone.

Wymiary komórek rosną z wiekiem, maleje ich liczba/mm<sup>2</sup> oraz zwiększa się ich różnokształtność. Na obrzeżach śródbłonka ilość komórek/mm<sup>2</sup> w różnym wieku jest mniej więcej stała. Natomiast jest bardziej zróżnicowana w centrum<sup>1,5,6,8</sup>. W stanach fizjologicznych ilość komórek/mm<sup>2</sup> wynosi: 18-50 lat 3000-5000, 50-75 lat 2200-3000.

Obecność mniejszej liczby komórek niż 950-1200/mm<sup>2</sup> przed operacją zaćmy porażowej lub innym zabiegiem wykonywanym w przednim odcinku oka, rokuje źle i stwarza duże zagrożenie powstania keratopatii pęcherzowej. Mała gęstość komórek śródbłonka rogówki z bliźną spotęgowana zabiegiem operacyjnym powoduje bowiem przenikanie wody do istoty właściwej rogówki. Prowadzi to do obrzęku rogówki, a następnie do keratopatii pęcherzowej<sup>5,7,8,10</sup>.

## MATERIAŁ I METODYKA

Badania wykonywano rogówkowym endotelialnym mikroskopem firmy MLC Technologies. Badano śródbłonek w oku z bliźną rogówki oraz w oku zdrowym tego samego pacjenta. Przebadano 32 pacjentów po ranie przenikającej rogówki, gdzie wielkość bliźny wahała się od 1 do 6 mm. Były to bliźny w miarę liniijne, o gładkiej powierzchni, znajdujące się w centrum lub paracentralnie. Wiek pacjentów wynosił od 18 do 75 lat. Czas jaki upłynął od zranienia wahał się od 3 do 6 miesięcy. Stwierdzono, że w rogówce z bliźną dochodziło do zmniejszenia liczby komórek śródbłonka, zwiększenia ich powierzchni oraz deformacji kształtu. Gęstość komórek śródbłonka była nierównomierna na całej powierzchni rogówki. W okolicy bliźny gęstość komórek była mniejsza. Im dalej od bliźny tym gęstość komórek zwiększała się. Oznaczono liczbę komórek na powierzchni 1 mm<sup>2</sup>. Liczba komórek/mm<sup>2</sup> w oku zdrowym wynosiła: 18-50 lat 3900-4400, 50-75 lat 3350-4150. Liczba komórek/mm<sup>2</sup> w oku z bliźną rogówki wynosiła w wieku 18-50 lat: 1150-1800 (w okolicy bliźny), 1500-3000 (na obwodzie); a w wieku 50-75 lat 980-1200 (w okolicy bliźny) 1350-2600 (na obwodzie).

Z Kliniki Okulistycznej AM w Katowicach, kierownik: prof. dr med. Ariadna Gierek-Lapińska

Reprint requests to: Dr Sławomir Bolek, ul. Paproci 15; 40-693 Katowice, Poland

SŁAWOMIR BOLEK i RENATA WOJCIECHOWSKA

## Stan śródbłonka rogówki po zranieniach przenikających

CONDITION OF THE CORNEAL ENDOTHELIUM AFTER PERFORATING INJURIES

The examination of the corneal endothelium with a posttraumatic scar was performed by means of a corneal microscope with an endothelial cell counter in patients with traumatic cataract before its removal with simultaneous implantation of an artificial intraocular lens. It was established that the density of the endothelial cells in these eyes before surgery amounted 950-3000/mm<sup>2</sup>. The density of the cells below this value creates a danger of formation of bullous keratopathy after the surgical intervention.

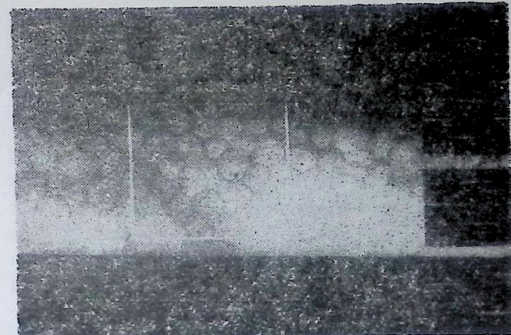
HASŁA: rogówkowy mikroskop endotelialny, gęstość komórek śródbłonka rogówki, bliźna rogówki, zaćma urazowa, keratopatia pęcherzowa

KEY WORDS: corneal endothelial microscop, density of the endothelial cells, corneal scar, traumatic cataract, bullous keratopathy

Liczbę komórek/mm<sup>2</sup> w zależności od wielkości bliźny przedstawia tab. I.

Tabela I

Wiek (lata)	Wielkość bliźny		
	1 mm	3 mm	6 mm
18-50	3000	1880	1150
50-75	2600	1050	950



Ryc. 1. Opis w tekście.

Śródbłonek rogówki pacjenta lat 28 ze zdrową rogówką przedstawia ryc. 1. Gęstość komórek śródbłonka wynosi tu około 4500/mm<sup>2</sup>.

Śródbłonek rogówki pacjenta lat 36 z liniijną bliźną porażową o długości około 2 mm przedstawia ryc. 2. Gęstość komórek śródbłonka wynosi tu około 3400/mm<sup>2</sup>.

Śródbłonek rogówki pacjenta lat 42 z liniijną bliźną porażową rogówki o długości około 6 mm przedstawia