

Obecność LT C<sub>4</sub> w płynie podsiatkówkowym stwierdzono u 10 pacjentów. U 2 chorych nie wykazano badanego związku. Natomiast we wszystkich przypadkach LT C<sub>4</sub> znajdował się w osoczu. Należy przy tym podkreślić, że w płynie podsiatkówkowym ilości LT C<sub>4</sub> były niewielkie, w wielu przypadkach śladowe. W porównaniu z osoczem — 10 razy mniejsze.

Na uwagę zasługuje także i to, że największą ilość LT C<sub>4</sub> w płynie wykazano w odwarstwiach obejmujących dolne partie siatkówki, natomiast wartości bardzo niewielkie lub całkowity brak LT C<sub>4</sub> obserwowano u chorych z odwarstwieniem obejmującym górną połowę siatkówki. Ciśnienie tętnicze krwi u wszystkich badanych osób było prawidłowe. Nie odbiegały także od normy wyniki wszystkich badań dodatkowych.

### Omówienie

Leukotrien C<sub>4</sub> powstający w wyniku działania 5-lipooksygenazy na kwas arachidonowy, należy do związków silnie kurczących naczynia krwionośne oraz zwiększających przepuszczalność naczyń włosowatych<sup>6</sup>.

Badania wykonane u pacjentów leczonych operacyjnie z powodu odwarstwienia siatkówki wykazały obecność LT C<sub>4</sub> w płynie podsiatkówkowym. Wyniki te wskazują, że płyn obok wolnych kwasów tłuszczowych<sup>9</sup>, tromboksanu i prostacykliny<sup>1,10</sup> zawiera również inne metabolity kwasu arachidonowego. Liczne dane z piśmiennictwa wskazują na udział tromboksanu i prostacykliny w patologii przedniego odcinka gałki ocznej<sup>2,3,4,7,8</sup>. Natomiast istnieje niewiele danych dotyczących udziału metabolitów kwasu arachidonowego w patologii tylnego odcinka. W terapii doświadczalnego zamknięcia naczyń siatkówki u królików wykazano dużą skuteczność prostacykliny<sup>11</sup>. Żygulska-Machowa i wsp.<sup>12</sup> pierwsi w piśmiennictwie polskim opisali próbę zastosowania prostacykliny w chorobach zarostowych naczyń tętniczych siatkówki. Z naszych obserwacji wynika, że płyn podsiatkówkowy zawiera wprawdzie niewielką, ale oznaczalną ilość LT C<sub>4</sub>. Poziom ten jest niewielki przy odwarstwiach obejmujących górne obszary siatkówki i rośnie wraz z przesuwaniem się obszaru uszkodzenia w dół.

Z dostępnego piśmiennictwa trudno jest ustalić miejsce syntezy LT C<sub>4</sub> obecnego w płynie podsiatkówkowym. Może on bowiem przenikać z osocza w trakcie trwania odwarstwienia, jako że stężenie tego związku w osoczu jest ok. 10 krotnie wyższe niż w płynie. Nie można jednak wykluczyć, że oko posiada swój własny, autonomiczny zespół enzymatyczny, pozwalający na syntezę leukotrienów. Za taką sugestią przemawiałyby badania Kulkarni

i wsp.<sup>5</sup>, którzy wykazali obecność 12-HETE i 5, 12 diHETE będących pośrednim ogniwem syntezy leukotrienów z kwasu arachidonowego w naczyniówce oka człowieka. Problem ten wymaga jednak bardziej poszerzonych badań na materiale zwierzęcym.

Interesującym jest fakt, że pomimo równomiernego ukrwienia siatkówki, wyższe wartości LT C<sub>4</sub> obserwowano przy odwarstwieniu obszarów dolnych.

Szczegółowa analiza badań laboratoryjnych zwłaszcza układu hemostazy, a także ciśnienia oraz obecność innych chorób układowych, nie dają podstaw do jednoznacznej interpretacji otrzymanych danych. Niewątpliwie większa liczba przebadanych pacjentów mogłaby rzucić więcej światła na obserwowane efekty.

Niezależnie jednak od przyczyny i mechanizmu tworzenia LT C<sub>4</sub> w oku lub jego przenikania z osocza, uzyskane dane wskazują, że płyn podsiatkówkowy zawiera bardzo silne substancje aktywne, szczególnie w odniesieniu do naczyń krwionośnych, mogące stanowić ważny czynnik patogenetyczny odwarstwienia.

### Piśmiennictwo

1. Andrzejewska-Buczko J., Stankiewicz A., Kieńć E.: Zawartość tromboksanu B<sub>2</sub> i prostaglandyny 6-keto-F<sub>1</sub> 1 w płynie podsiatkówkowym. Klin. Oczna 89: 295-296 (1987). — 2. Crawford C. G., Van Aphen G. W. H. M., Cook H. W., Lands W. E. M.: The effect of precursors products and product analogues of prostaglandin cyclooxygenase upon iris sphincter muscle. Life Sci. 23: 1255-1262 (1978). — 3. Flower R. W., McLeod D. S., Wajjer S. D. et al.: Prostaglandins as mediators of vasotonia in the immature retina. Pediatrics 73: 440-444 (1984). — 4. Kass M. A., Holmberg N. J., Smith M. E.: Prostaglandin and thromboxane synthesis by microsomes of inflamed rabbit ciliary body-iris. Invest. Ophthalm. Vis. Sci. 20: 442-449 (1981). — 5. Kulkarni P. S., Rodriguez A. V., Srinivasan B. D.: Human anterior uvea synthesis lipoxigenase products from arachidonic acid. Invest. Ophthalm. Vis. Sci. 25: 221-223 (1984). — 6. Lehs L. G., Cirino M.: Vascular action of leukotrienes. Leucotrienes in Cardiovascular and Pulmonary Function. Ed. Alan R. Liss, luc. 47-58 (1985). — 7. Rochals R., Busse W. D., Hackelbusche R., Kueper P.: Prostaglandin — Konzentrationsbestimmung in Kakerwasser nach Bindehaut — Hornhaut — Verätzung: Korrelation — biochemischer, funktioneller und morphologischer Befunde. Fortschr. Ophthalm. 80: 145-147 (1983). — 8. Sieber R., Block H. V., Tost M., Forster W.: Intracamerally applied prostacyclin raises the intraocular pressure in the rabbit. Prostaglandins Leukotrienes Med. 18: 9-17 (1985). — 9. Starzycka M.: Samoistne odwarstwienie siatkówki w świetle badań klinicznych oraz oznaczeń składników mineralnych i wolnych kwasów tłuszczowych w płynie podsiatkówkowym. Klin. Oczna 84: 199-202 (1982). — 10. Williams G. A., Reeser F., O'Brien W. J., Fleischmann J. A.: Prostacyclin and thromboxane A<sub>2</sub> derivatives in rhegmatogenous subretinal fluid. Arch. Ophthalm. (Chicago) 101: 463-464 (1983).

11. Witzemann A., Maier T., Witzemann V.: Wirksamkeit, unterschiedlicher Therapieprinzipien bei experimentellen Netzhautgefäßverschlüssen. Fortschr. Ophthalm. 80: 176-178 (1983).
12. Żygulska-Machowa H., Kostka-Trąbkowa E., Nitoń A., Dembińska-Kieciowa A., Kędzior A., Basista M., Gryglewski R. J.: Wpływ prostacykliny (PGI<sub>2</sub>) na naczynia tętnicze siatkówki. Klin. Oczna 86: 149-151 (1984).

Praca wpłynęła: 30.09.1992.

Danuta Trusiewicz, Zdzisława Makszewska-Chętnik, Alicja Kordalewska i Wojciech Stanioch

## Wpływ światła wysokoprężnej lampy sodowej na widzenie barw u osób z wrodzonymi dyschromatopsjami

Influence of high — pressure sodium lamp light on colour vision in patients with congenital dyschromatopsia

**Summary.** 20 patients with deuteranomaly, protanomaly or protanopia were tested in light of fluorescent and sodium lamp at luminosity about 350 lx and 50 lx. Sodium light increased disturbances in tone vision. moreover, 8 patients mixed up the colours of traffic-signals. These symptoms are considered to be particularly unfavourable for the traffic safety.

Hasła: widzenie barw, wysokoprężna lampa sodowa, dyschromatopsje wrodzone  
Key words: colour vision, high-pressure sodium lamp, congenital dyschromatopsies

Uprzednio donosiliśmy, iż u osób z prawidłowym stanem układu wzrokowego światło wysokoprężnej lampy sodowej (WLS) utrudniało rozróżnianie tonów barw i akomodację oczu do blizy<sup>5</sup>. Ten ostatni objaw znalazł potwierdzenie w pracach innych autorów, którzy stwierdzali ponadto niekorzystny wpływ oświetlenia sodowego na sprawność wzrokowej lokalizacji ręcznej<sup>1,3,4</sup>.

Obecnie celem badań było określenie w jaki sposób chromatyczne światło WLS modyfikuje odbiór barw w przypadkach wrodzonych dyschromatopsji. Mielimy na uwadze bezpieczeństwo ruchu drogowego, szczególnie wobec powszechnego stosowania tego typu lamp do oświetlenia ulic i placów i uczestniczenia w ruchu kierowców z nieprawidłowym rozpoznawaniem barw.

### Material i metodyka

Badaniami objęto 20 mężczyzn w wieku 20-50 lat (średnio 36) z prawidłowym stanem przedmiotowym oczu, u których występowały różnego typu wrodzone zaburzenia rozpoznawania barw. Rodzaje dyschromatopsji zostały określone anomaloskopem Nagela typ I i przedstawione w tabeli I.

Tabela I

Rodzaje dyschromatopsji i zakresy współczynnika anomalii

Typ zaburzenia	Liczba osób	Współczynnik anomalii
Deuteranomalnia	16	1,7-5,0
Protanomalnia	3	0,28-0,31
Protanopia	1	
Razem	20	

Rozpoznawanie barw porównywano przy dwóch źródłach sztucznego oświetlenia tj przy świetle o barwie dziennej (lampa fluorescencyjna lub standardowa lampa Mackbetha BBX-324) oraz przy oświetleniu wysokoprężną lampą sodową. Badania przeprowadzono przy natężeniach 350-370 lx i przy 50-60 lx. Zastosowanie obniżonego natężenia oświetlenia miało na celu sprawdzenie czy w warunkach zbliżonych do panujących o zmierzchu, osoby z dyschromatopsjami mogą napotykać na trudności w rozpoznawaniu barwnej sygnalizacji świetlnej.

Badanie rozpoznawania barw w warunkach fotopowych 350-370 lx przeprowadzono za pomocą tablic Ishihary i testu Farnswortha-Munsella 100-Hue. Przy obniżonym natężeniu oświetlenia 50-60 lx stosowano anomaloskop Pickforda-Nicolsona i lampę Wilczka. We wszystkich próbach każdorazowo zrównywano natężenie oświetlenia na poziomie stosowanego testu. Wyniki poddano analizie statystycznej.

Z Zakładu Okulistyki Centrum Naukowego Medycyny Kolejowej w Warszawie

Kierownik: prof. dr hab. Danuta Trusiewicz

Reprint requests to:  
Prof. dr hab. Danuta Trusiewicz,  
ul. Teresy 2 m. 5, 00-566 Warszawa

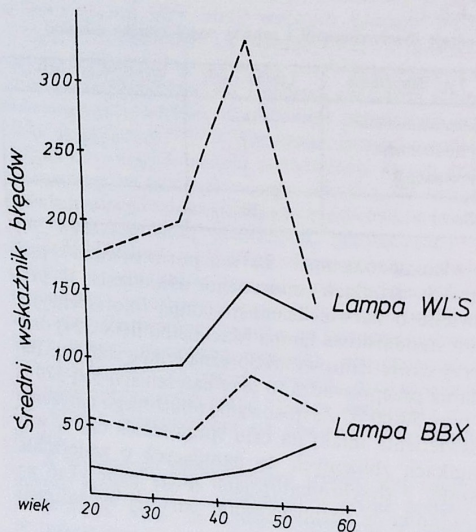
## Wyniki

## 1. Badanie w fotopowych warunkach oświetlenia

Ostrość wzroku u wszystkich badanych wynosiła 1,0-1,3 przy obu badanych źródłach oświetlenia, była nieco lepsza przy oświetleniu WLS. Obliczenia statystyczne wykazały różnice na granicy istotności.

Badanie zdolności rozpoznawania barw za pomocą tablic pseudoizochromatycznych *Ishihary* wykazało, iż osoby z dyschromatopsjami uzyskiwały lepsze wyniki przy oświetleniu WLS niż przy oświetleniu fluorescencyjnym. Znamienność różnic między tymi dwoma źródłami światła była wysoka ( $p=0,01$ ).

Badanie testem 100-Hue przeprowadzono przy standardowym oświetleniu lampą *Mackbetha* BBX-324 o dziennej barwie światła oraz przy WLS. Wyniki były następujące: spośród 20 osób — 19 wykazywało przecroczenie, niekiedy bardzo znaczne, wskaźnika błędów przy WLS, podczas gdy przy świetle lampy fluorescencyjnej taką cechę ujawniło 8 osób. Przy poziomie  $>0,05$  różnice były statystycznie istotne zarówno dla grupy deutan jak i protan. Na ryc. 1 przedstawiony został rozkład błędów z uwzględnieniem wieku badanych. Dla porównania zamieszczono również wyniki zaczerpnięte z poprzedniej pracy<sup>5</sup>. Ilustrują one iż światło sodowe znacznie pogarsza rozróżnianie tonów barw zarówno u osób z dyschromatopsjami jak i u prawidłowo rozpoznających barwy.



Ryc. 1. Porównanie wyników badania testem 100-Hue osób z prawidłową zdolnością rozpoznawania barw<sup>5</sup> (—) i z dyschromatopsjami wrodzonymi (— — —) przy oświetleniu lampą BBX i wysokoprężną lampą sodową.

## 2. Wyniki uzyskane przy obniżonym natężeniu oświetlenia ogólnego (50-60 lx)

W badaniach zastosowano anomaloskop *Pickforda-Nicolsona* i lampę *Wilczka*. Wyniki oceny prze-

prowadzonej za pomocą anomaloskopu przy filtrach czerwono-zielonym, zielono-niebieskim i niebiesko-żółtym nie wykazywały istotnego wpływu obu źródeł światła na rozpoznawanie barw. Stwierdzone przesunięcie punktu chromatyczności o 0,01 w skali współrzędnych chromatycznych x, y w porównaniu do światła białego jest praktycznie nieistotne.

Wyniki badań lampą *Wilczka* zestawiono w tabeli II.















Tabela II

Rozpoznawanie sygnałów na lampie *Wilczka* przez osoby z dyschromatopsjami przy oświetleniu lampą fluorescencyjną (LF) lub wysokoprężną lampą sodową (WLS)

Liczba osób	LF	WLS
12	+	+
3	+	-
5	-	-

rozpoznanie prawidłowe + nieprawidłowe -

W grupie 20 badanych, 8 myliło barwę demonstrowanych sygnałów przy oświetleniu sodowym, 3 z nich także przy oświetleniu fluorescencyjnym. Sposób rozpoznawania sygnałów przez te osoby przedstawiono na ryc. 2.

Nr przyp.	Rodzaj zaburzenia	Oświetlenie WLS	
		Barwa sygnału	
		rzeczywista	rozpoznawana
1	deuteranomalia		
2	deuteranomalia		
3	protanomalia		
4	protanomalia		sygnał niewidoczny
5	protanopia		sygnał niewidoczny
6	deuteranomalia		
7	deuteranomalia		
8	deuteranomalia		

Ryc. 2. Nieprawidłowa interpretacja barwy sygnałów na lampie *Wilczka* przy oświetleniu sodowym przez osoby z dyschromatopsjami wrodzonymi.

Za najpoważniejsze należałoby uznać mylenie barwy sygnału czerwonego (przypadki 1-5).

## Omówienie

Widmo światła wysokoprężnej lampy sodowej powodowało różnorodne i często istotne zmiany w ocenie barw przez osoby z dyschromatopsjami wrodzonymi. Różnice w wynikach zależne były również od rodzaju zastosowanego testu. Przy natężeniach zapewniających widzenie fotopowe, tablice *Ishihary* znacznie lepiej rozpoznawano przy oświetleniu sodowym niż przy fluorescencyjnym. Zjawisko to można wyjaśnić zwiększeniem kontrastu rozpoznawanych elementów tablicy pod wpływem zmiany widma światła. W zaburzeniach typu protan i deutan główną osią chromatyczną rozróżniania barw jest oś niebiesko-żółta. Jest więc prawdopodobne, że widmo lampy sodowej przesuwając punkt adaptacji achromatycznej, może pozornie zwiększać zdolność rozróżniania przesuwając ten punkt w kierunku barw żółtych. Podobne wyniki poprawy rozpoznawania tablic uzyskano w dyschromatopsjach stosując filtry pomarańczowe<sup>2</sup>.

Odmienne cechy wykazywały wyniki z badań testem 100-Hue. Przy zaburzeniach typu protan, ale przede wszystkim przy zaburzeniach deutan odnotowano wielokrotnie większą liczbę błędów przy oświetleniu sodowym. Ukazuje to jak dalece oświetlenie WLS zniekształca odtwarzanie tonów barw.

Na szczególną uwagę zasługują wyniki uzyskane z badań z zastosowaniem lampy *Wilczka*, która ma stanowić symulator barwnych sygnałów świetlnych zbliżonych do rzeczywistych warunków obserwacji<sup>7</sup>. Spośród 20 osób z wrodzonymi wadami rozpoznawania barw, 8 myliło te sygnały przy oświetleniu lampą sodową. W tych przypadkach zmiana adaptacji chromatycznej spowodowana lampą sodową mogła zmniejszyć pozornie rozpoznawane pole chromatyczne w obszarze barw czerwonych, zielonych i żółtych a tym samym obniżyć ilość progów barw

w tym obszarze. Te wyniki wydają się być szczególnie ważne, przemawiają bowiem za tym, iż kierowcy z dyschromatopsjami w warunkach oświetlenia sodowego mogą błędnie rozpoznawać barwne sygnały drogowe. W badaniach przeprowadzonych przy neutralnym oświetleniu ogólnym stwierdzono, że kierowcy z zaburzeniami widzenia barw, szczególnie typu protan, znamienne częściej powodowali kolizje — „najechnanie na tył pojazdu” niż kierowcy z prawidłową zdolnością rozpoznawania barw<sup>6</sup>. Nasze badania wykonane przy udziale osób z dyschromatopsjami wskazują na dodatkowe trudności jakie niesie barwne światło wysokoprężnych lamp sodowych powszechnie stosowanych do oświetlenia ulic i placów. Uświadamianie kierowców z dyschromatopsjami wrodzonymi o możliwości popełniania przez nich pomyłek przy interpretacji barw oświetlenia pojazdów i światła drogowego mogłoby w pewnym stopniu zmniejszać także zagrożenie.

## Piśmiennictwo

1. Adamek B., Remlein-Mozolewska G., Anczykowska E., Pienkowska-Machoy E., Gandecki A.: Ocena dynamiki funkcji wzrokowych w warunkach oświetlenia żarowego i sodowego. I. Ostrość wzroku, akomodacja, fuzyja, pole widzenia, heteroforia. Klin. Oczna 92: 201-203 (1990).
2. Kordelewska A.: Filtry barwne jako sposób korekcyjny wrodzonych zaburzeń widzenia barw. Klin. Oczna 90: 12-14 (1988).
3. Remlein-Mozolewska G., Pienkowska-Machoy E., Gandecki A.: Wpływ różnych źródeł światła na funkcje wzroku w aspekcie wieku. I. Czas świadomej reakcji i wzrokowa lokalizacja przestrzenna ręczna. Klin. Oczna 94: 1-3 (1992).
4. Remlein-Mozolewska G., Adamek B., Pienkowska-Machoy E., Gandecki A.: Wpływ różnych źródeł światła na funkcje wzokowe w aspekcie wieku. II. Ostrość wzroku, zakres akomodacji, zakres fuzyji, pole widzenia. Klin. Oczna 94: 4-6 (1992).
5. Trusiewicz D., Staniach W.: Wpływ światła wysokoprężnej lampy sodowej na czynności układu wzrokowego. Klin. Oczna 89: 489-491 (1987).
6. Verriest G., Neubauer O., Marre M., Uvijls A.: New investigations on the relationships between congenital colour vision defects and road traffic safety. Colour Vision Deficiencies V, 331-342 (A. Hilger, Bristol 1979).
7. Wilczek M.: Badania wzroku kierowców samochodowych. 47-50 (PZWL, Warszawa 1964).

Praca wpłynęła: 27.11.1992.