

(46)

# Rola dyschromatopsji we wczesnej diagnostyce retinopatii cukrzycowej

## The role of color vision disturbances in diagnostics of early diabetic retinopathy

**Małgorzata Mulak, Barbara Reniewska, Ewa Kostuś, Arnold Balcewicz, Marta Misiuk-Hojło**

Z Katedry i Kliniki Okulistyki Akademii Medycznej we Wrocławiu  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Maria Hanna Niżankowska

### Summary:

**Purpose:** The evaluations of color vision sensitivity in children with type I diabetes mellitus without retinopathy.  
**Material and method:** We examined 96 young patients. They was divided into three groups: I: 35 children from 7 to 16 years old with insulin- dependent diabetes mellitus duration of 1- 8 years, II: 30 children with type I diabetes lasting more then 8 years, III - 31 non - diabetic subjects as a control - matched for age and sex, without visual or systemic symptoms.  
The examinations of colour vision sensitivity were done with the IF -2All - color Anomaloscope. In all cases were tested the dynamic blue- green equation of Moreland and two variables were determined: setting (matching) range (SR), calculated mid point (matching mid point) (CMP).  
**Results:** In the blue - green equation setting range (SR) was significantly ( $p < 0.01$ ) enlarged in the II group (diabetes mellitus duration  $> 8$  years) and calculated mid point (CMP) was shifted but no significant. The results indicate a diminution of the colour discriminating sensitivity in the short wavelength half of the visible spectrum and diminution of the blue cone sensitivity in early diabetic retinopathy.  
**Conclusions:** Blue - green colour vision testing with the anomaloscope may serve as an additional test in the diagnosis of early diabetic retinopathy in children without vascular changes at the eye fundus.

**Słowa kluczowe:** cukrzyca insulinozależna, zaburzenia widzenia barwnego.

**Key words:** insulin dependent diabetes, colour vision disturbances.

Widzenie barwne u człowieka zależy od prawidłowego funkcjonowania 3 typów fotoreceptorów czopkowych: czerwonych, zielonych i niebieskich. Efektem pobudzenia promieniami świetlnymi jest sygnał elektryczny, którego amplituda zależy od spektrum absorpcji i wrażliwości na odpowiednią długość fali. Sygnały wychodzące z trzech typów fotoreceptorów są kodowane w komórkach zwojowych siatkówki w trzech antagonistycznych parach: dwóch chromatycznych „czerwono-zielonej” i „niebiesko-żółtej” (żółty jest efektem sumowania czerwieni i zieleni) oraz achromatycznej „jasny-ciemny” (15,17). W przeciwieństwie do wrodzonych dyschromatopsji nabyte zaburzenia percepcji barw są bardziej złożone i mniej poznane. Mogą być jednostronne i charakteryzują się zmiennością nasilenia w czasie. Występują równie często w osi czerwono-zielonej, jak i niebiesko-żółtej, a ich przyczyną mogą być zaburzenia metaboliczne, stany zapalne, schorzenia naczyniowe i nowotworowe, zmiany degeneracyjne (1). Uważa się, że w schorzeniach siatkówki występują zaburzenia różnicowania w osi niebiesko-żółtej. Natomiast osobom z uszkodzeniem nerwu wzrokowego przypisuje się zwykle zaburzenia percepcji w osi czerwono-zielonej. Zaobserwowano, że system „niebieski” wykazuje większą podatność na uszkodzenie, ponieważ czopki „niebieskie” są bardziej rozproszone i charakteryzują się względnie mniejszą czułością w porównaniu z „czerwonymi” i „zielonymi”, wykazując bardziej ograniczony zasięg odpowiedzi na bodźce o jednakowej intensywności. Dlatego też nawet nie-selektywne uszkodzenie włókien przewodzących informacje chroma-

tyczne ujawnia się w pierwszej kolejności dysfunkcją percepcji barw zakresu krótkofalowego (6).

Założeniem naszej pracy jest hipoteza, że niedotlenienie komórek siatkówki u młodocianych pacjentów chorujących na cukrzycę insulinozależną może powodować zaburzenie percepcji barw w zakresie krótkofalowej części widma.

### Materiał i metodyka

Spośród wielu metod badań widzenia barwnego najbardziej odpowiednimi, dostosowanymi do współczesnej wiedzy o neurofizjologii widzenia są obecnie anomaloskopy wykorzystujące zasadę metamerycznego zrównania barw. Do badania zdolności percepcji barw na poziomie siatkówki i dróg wzrokowych wystarczają dwa metameryczne równania barwne: badanie czopków „czerwonych” i „zielonych” oraz kanału zielono-czerwonego za pomocą równania czerwony + zielony = żółty, zaproponowanego przez Rayleigha i obejmującego spektrum: 545 nm + 670 nm = 590 nm, oraz badanie czopków „niebieskich” i kanału niebiesko-żółtego za pomocą równania Morelanda: niebieski + zielony = cyjanowy, o składzie spektralnym 436 nm + 490 nm = 480 nm.

W naszej pracy do badania poczucia barw wykorzystywaliśmy ośmiokanałowy zautomatyzowany anomaloskop AU-Colour Anomaloscope IF-2. Przebadaliśmy łącznie 65 dzieci, z których grupę I stanowiło 35 dzieci w wieku od 7 do 16 lat, leczonych na cukrzycę insulinozależną od 1 roku do 8 lat, w tym 18 chłopców i 17 dziewczyn.

czynek, a grupę II – 30 dzieci w wieku od 11 lat do 16,5 roku (14 chłopców i 16 dziewczynek) chorujących na cukrzycę dłużej niż 8 lat. Do przeprowadzenia testów widzenia barwnego zakwalifikowaliśmy tylko dzieci z pełną ostrością wzroku, bez objawów retinopatii cukrzycowej i odchyłeń od normy w zakresie układu wzrokowego. W przebadanej grupie kontrolnej było 31 zdrowych dzieci w wieku od 14 do 15 lat, bez żadnych zmian okulistycznych.

W obu grupach wykonywaliśmy dynamiczny test Morelanda, pozwalający na ocenę widzenia barwnego w osi niebiesko-zielonej. Badania wykonywane były w przyciemnionym pokoju, po dokładnej instrukcji i ewentualnej korekcji wady wzroku w zakresie od  $\pm 4$  Dsph. W celu uzyskania powtarzalności wyników każde równanie wykonywane było kilkakrotnie. Czas ustalania jednego równania w jednym oku wynosił przeciętnie 10-15 min. W badaniu określano następujące parametry: szerokość strefy zrównania barw (SR) oraz położenie punktu środkowego (CMP). SR obrazuje szerokość strefy, w której pacjent uzyskuje zrównanie barw pola testowego z polem porównawczym, natomiast CMP określa pozycję punktu środkowego tej strefy.

## Wyniki

Uzyskane wyniki, obliczone za pomocą testu t-Studenta, przedstawiono w tabelach I i II.

## Omówienie

W otrzymanych wynikach stwierdziliśmy różnice badanych parametrów w równaniu Morelanda (SR i CMP) pomiędzy grupą kontrolną a dwoma grupami chorych na cukrzycę insulinozależną. W grupie I obserwowaliśmy przesunięcie punktu środkowego zrównania barw (CMP) w stronę niebieską oraz poszerzenie strefy zrównania barw (SR), jednak różnice te nie okazały się statystycznie istotne. W grupie II, obejmującej pacjentów chorujących na cukrzycę dłużej niż 8 lat, stwierdziliśmy powiększenie SR na poziomie istotności  $p < 0,01$  z przemieszczeniem środka tej strefy, ale bez statystycznej znamienności.

Zaburzenia widzenia barwnego u chorych na cukrzycę metaboliczną były opisywane przez wielu autorów (2,3,4,5,7,8,10,11,13,16). Uważa się, że dyschromatopsja może być pierwszym przedklinicznym

objawem retinopatii cukrzycowej i może wyprzedzać zmiany na dnie oka i obniżenie ostrości wzroku. Autorzy wielu publikacji uważają, że zaburzenia widzenia barwnego występują u ok. 25% diabetyków bez cech retinopatii, a ich częstość zwiększa się wraz z nasileniem zmian cukrzycowych, czasem trwania choroby i stopniem hiperglikemii; w obręku plamki może ona przekraczać 90% (3,4,5,12,14,16). W niektórych opracowaniach podaje się, że zaburzenia widzenia barwnego występują u połowy chorych na cukrzycę bez żadnych cech retinopatii (2). Uważa się, że testy widzenia barwnego są bardziej czułą techniką aniżeli potencjały oscylacyjne w badaniu ERG (4,12,13). Najczęściej stwierdzaną anomalią są nieprawidłowości w osi niebiesko-żółtej (4,8,12,13), chociaż w ciężkim obręku plamki równie często obserwuje się przesunięcia w osi czerwono-zielonej (4). Anomalie widzenia barwnego związane są z upośledzeniem krążenia siatkówkowego, niedotlenieniem siatkówki i uszkodzeniem czopków, głównie niebieskoczułych (6,15).

Liczba komórek zwojowych związanych z czopkami odbierającymi bodźce z zakresu krótkofalowego końca widma jest mniejsza niż liczba komórek zwojowych powiązanych z czopkami końca średnio- i długofalowego. Dlatego zaburzenia percepcji w osi niebiesko-żółtej ujawniają się najwcześniej (15). W badaniach anomaloskopowych wykrywa się najczęściej poszerzenie strefy zrównania barw w równaniu Morelanda, co wskazuje na zmniejszoną zdolność rozróżniania barw w zakresie krótkofalowej części spektrum światła widzialnego, a także przesunięcie punktu środkowego zrównania barw, co wskazuje na zmniejszoną czułość czopków wrażliwych na daną długość fali (10,11,13).

W przebadanej przez nas grupie chorych z cukrzycą trwającą dłużej niż 8 lat stwierdziliśmy zmniejszoną zdolność odróżniania barw w osi niebiesko-zielonej. Jest to zgodne z pracami wielu autorów, którzy obserwowali zaburzenie percepcji w zakresie krótkofalowej części światła widzialnego i w niektórych przypadkach uzyskiwali też przemieszczenie CMP, co nie potwierdziło się w naszych badaniach.

Wydaje nam się, że otrzymane wyniki są interesujące i zachęcają do dalszych badań, ponieważ dzięki wysokiej czułości badania anomaloskopowego możliwe staje się rozpoznawanie deficytu barw w stadium, w którym inne testy doboru barw dają jeszcze wyniki prawidłowe.

Grupa/Group	Liczba osób/Childs	Liczba oczu/Eyes	Średni czas choroby (lata) Disease time (years)	Średni wiek (lata) Age (years)
kontrolna/Control	31	62		14,8 $\pm$ 0,4
I	35	70	3,86 $\pm$ 1,77	11,2 $\pm$ 2,6
II	30	60	9,4 $\pm$ 1,6	13,5 $\pm$ 1,5

Tab. I. Liczebność badanych grup z uwzględnieniem wieku i czasu trwania choroby.

Table I. Age of patients and duration of diabetes.

Grupa / Group	SR		CMP	
	Średnia/ mean	p	Średnia/ mean	p
Kontrolna / Control	4,9 $\pm$ 2,9		48,7 $\pm$ 2,7	
I	5,54 $\pm$ 3,02	> 0,05	49,47 $\pm$ 3,58	> 0,05
II	8,75 $\pm$ 3,2	< 0,01	50,01 $\pm$ 2,72	> 0,05

Tab. II. Średnie wartości dwóch zmiennych w równaniu Morelanda.

Table II. Mean values of color sensitivity parameters in the blue-green equation of Moreland.

## Wnioski

1. W grupie młodocianych pacjentów chorujących na cukrzycę insulinozależną dłużej niż 8 lat stwierdziliśmy za pomocą testu Morelanda istotne statystycznie zmniejszenie zdolności rozróżniania barw w zakresie krótkofalowej części spektrum.
2. Nie wykryliśmy znamienych statystycznie różnic badanych parametrów pomiędzy grupą kontrolną a grupą pacjentów chorujących na cukrzycę krócej niż 8 lat.
3. Badanie widzenia barwnego za pomocą anomaloskopu jest testem tanim, nieinwazyjnym i powtarzalnym, dlatego oprócz rutynowego badania okulistycznego i angiografii fluoresceinowej powinno na większą skalę być wykorzystywane w diagnostyce retinopatii cukrzycowej.
4. Ujawnienie dyschromatopsji jest szczególnie ważne ze względu na podobieństwo ewolucji w stosunku do retinopatii. Dlatego osoby, u których stwierdza się nabyte zaburzenia widzenia barw, powinny być poddane szczególnej obserwacji okulistycznej i diabetologicznej.

**PIŚMIENNICTWO:** 1. Adams A. J., Verdon W. A., Spirey B. E.: *Color vision*. W: Duane's Foundations of clinical ophthalmology, ed W. Tasman, E. A. Jager. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 1993, Vol. 2, 19, 1-43. 2. Apostol S., Carstocea B.: *Color vision in diabetics*. Oftalmologia, 1994, 38, 17-22. 3. Dean F. M., Arden D. B., Dornhorst A.: *Partial reversal of protan and tritan colour defects with inhaled oxygen in insulin dependent diabetic subjects*. Br. J. Ophthalmol., 1997, 81, 27-30. 4. Ducrey N.: *Les complications ophtalmologiques du diabete a l exclusion de la retinopathie diabetique*. J. Fr. Ophtalmol., 1999, 22, 400-407. 5. Ewing F. M., Deary I. J., Strachan M. W., Frier B. M.: *Seeing beyond retinopathy in diabetes: electrophysiological and psychological abnormalities and alterations in vision*. Endocr. Rev., 1998, 19, 462-476. 6. Gouras P.: *Retinal circuitry and its relevance to diagno-*

*stic psychophysics and electrophysiology*. Curr. Opin. Ophthalmol., 1992, 3, 803-812. 7. Greenstein V. C., Hood D. C., Ritch R., Steinberger D., Carr R. E.: *S (Blue) cone pathway vulnerability in retinitis pigmentosa, diabetes and glaucoma*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 1989, 30, 1732-1737. 8. Ismail G. M., Whitaker D.: *Early defection of changes in visual function in diabetes mellitus*. Ophthalmic. Physiol. Opt., 1998, 18, 3-12. 9. Karadeniz S., Kir N., Yilmaz M. T., Ongor E., Dincag N., Basar D., Akara Y. K., Satman J., Devrim A. S.: *Alteration of visual function in impareid glucose tolerance*. Eur. J. Ophthalmol., 1996, 6, 59-62. 10. Kurtenbach A., Neu A., Zrenner E.: *A temporal deficit in juvenile diabetics*. Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol., 1999, 237, 636-641. 11. Kurtenbach A., Schiefer U., Neu A., Zrenner E.: *Preretinoptic changes in the colour vision of juvenile diabetics*. Br. J. Ophthalmol., 1999, 83, 43-46. 12. Maar N., Tittl M., Stur M., Zajic B., Reitner A.: *A new colour vision arrangement test to detect functional changes in diabetic macular oedema*. Br. J. Ophthalmol., 2001, 85, 47-51. 13. Mantyarvi M., Tuppurainen K.: *Could colour vision tests predict on find retinopathy in diabetic schoolchildren?* Br. J. Ophthalmol., 1995, 79, 711-712. 14. North R. V., Farrel U., Banford D., Jones C., Gregory J. W., Butler G., Owens D. R.: *Visual function in young JDDM patients over 8 years of age. A 4-year longitudinal study*. Diabetes Care, 1997, 20, 1724-1730. 15. Regiec P., Niżankowska M. H.: *Ocena nabytych zaburzeń widzenia barw metodą dwóch równań metamerycznych w jaskrze pierwotnej otwartego kąta, jaskrze z normalnym ciśnieniem oraz u osób z grupy ryzyka*. Klin. Oczna, 1997, 99, 245-248. 16. Roy M. S., Gunkel R. D., Podgor M. J.: *Color vision defects in early diabetic retinopathy*. Arch. Ophthalmol., 1986, 104, 225-228. 17. Roth A., Pelizzone M., Hermes D., Sommerhalder J.: *L' examen de la vision coloree par la methode des deux equations metamériques*. Ophtalmologie, 1990, 4, 197-205.

Praca wpłynęła do Redakcji 15.02.2002 r. (64).

Adres do korespondencji (Reprint requests to):  
dr n. med. Małgorzata Mulak  
ul. Rowerowa 7/4  
51-138 Wrocław