

(48)

# Rozwój oka u dzieci.

## Część I. Wymiary gałki ocznej

### *Eye development in children. Part I. Eyeball dimensions*

**Ewelina Lachowicz, Damian Czepita**

Z Katedry i Kliniki Okulistyki Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Danuta Karczewicz

#### Summary:

**Purpose:** The aim of an article is to introduce and elaborate on the available literature concerning eyeball development.

**Material and methods:** The information content in the article comes from studies performed on groups of children of different ages. In some analysis study groups were chosen depending on sex. Axial length of the eye, depth of anterior chamber, lens's thickness and vitreous's dimension was defined.

**Results:** Intensive changes of eyeball dimensions progress with age. A period of fast and slow growth of the eye can be discerned. Axial length of the eye, depth of anterior chamber, lens's thickness and vitreous's dimension increase over time. Growth of the axial length is mainly caused by increasing axial length of vitreous cavity. The increase in depth of the anterior chamber plays a lesser role. Girls tend to have shorter eyes compared with boys. Both age and male gender are associated with deeper anterior chambers and larger vitreous cavity. Lens thickness decreases with the growth of the eyeball. However gender does not play a role.

**Conclusions:** Based on current literature, it is difficult exactly indicate what are the standards of eyeball growth in children and youths. To establish these parameters, further studies on the another examination in representative group of children and teenagers are necessary.

#### Słowa kluczowe:

gałka oczna, wymiary, rozwój.

#### Key words:

eyeball, dimensions, development.

#### Wstęp

Gałka oczna podlega intensywnemu wzrostowi w okresie płodowym (1) oraz po urodzeniu dziecka. Od momentu narodzin można wyróżnić 3 fazy wzrostu: bardzo szybką – do 1. roku życia, szybką – między 1. a 3. rokiem życia, wolną – po 3. roku życia (2). Larsen (3) dzieli wzrost gałki również na 3 etapy: pierwszy, bardzo szybki, trwa do 18. miesiąca życia, drugi – od 18. miesiąca życia do 5. roku życia i jest znacznie wolniejszy, trzeci, młodzieńczy, trwa do 13. roku życia. Dochodzi wtedy do zwiększenia wymiarów gałki ocznej i przemian poszczególnych jej struktur, głównie powiększają się głębokość komory przedniej oraz długość osiowa ciała szklistego, spłaszczeniu ulegają rogówka oraz soczewka, rozwijają się siatkówka i błona naczyniowa. Towarzyszy temu zmiana refrakcji układu optycznego oka, to jest zmniejszenie siły łamiącej rogówki i soczewki, aby osiągnąć stan emmetropii. Wydłużanie gałki ocznej jest równoważone przez wymienione proporcjonalne zmiany mocy optycznej. Proces ten odbywa się na zasadzie sprzężenia zwrotnego (4). Wzrost gałki ocznej przebiega podobnie u chłopców i dziewczynek, jednak poszczególne parametry różnią się w zależności od płci dziecka w danym przedziale wiekowym.

Pomimo znajomości głównych trendów do dzisiaj nie opracowano ostatecznych norm rozwoju gałki ocznej u dzieci. Prace poświęcone temu zagadnieniu są stosunkowo nieliczne, a na

podstawie dostępnego piśmiennictwa trudno jest określić, czy oko dziecka rozwija się prawidłowo.

#### Cel

Celem pracy jest przedstawienie współczesnego piśmiennictwa na temat rozwoju wymiarów gałki ocznej oraz jego omówienie.

#### Długość gałki ocznej

Mimo że gałka oczna w momencie narodzin wydaje się dobrze ukształtowana, podlega ogromnym zmianom anatomicznym i fizjologicznym, aby osiągnąć budowę oka dorosłego człowieka.

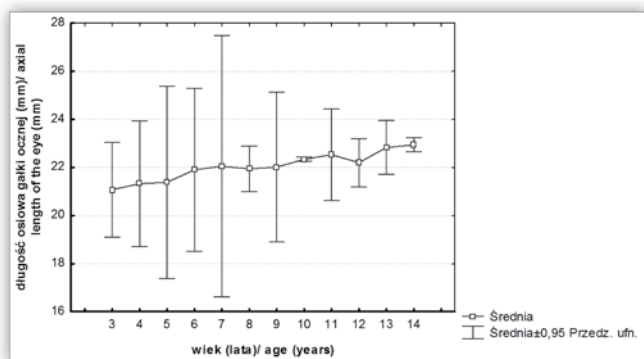
Duża liczba pomiarów długości osiowej gałki ocznej została przeprowadzona na enukleowanych oczach pochodzących od noworodków. Większość autorów podaje wartość zewnętrznego pomiaru. Wyniki cechuje pewna rozbieżność wynikająca prawdopodobnie z powodu małej liczebności materiału, niejednorodnych metod preparowania i pomiarów (5).

Przyżyciowy pomiar gałki ocznej umożliwiła biometria ultradźwiękowa. Ultrasonograficznych badań u osób żyjących dokonali między innymi Gringolo i Rivara (5) oraz Larsen (3,6-8), którym zawdzięczamy znaczący wkład w poznanie zmian parametrów gałki ocznej w czasie rozwoju osobniczego.

Autorzy różnie określają długość osiową gałki ocznej u noworodka. Borowiec (9) wskazuje normę 16,0 mm, Larsen (3) – 16,7 mm, Gordon i Donzis (10) – 16,8 mm, Gringolo i Rivara (5) – 17,02 mm. Według Prosta i wsp. (2) wymiary zwiększają się znacznie w 1. roku życia – z 16,84 mm u wcześniaków i 17,07 mm u dzieci urodzonych o czasie do 20,11 mm w 3. roku życia. Średnie długości osiowe gałek ocznych u dzieci w wieku 3 lat badanych przez Borowiec (9) wynosiły 20,9-21,10 mm. Podobne wartości otrzymały Koraszewska-Matuszewska i Pieczara (11) (21,23 mm), nieznacznie większe – 21,40 mm – uzyskali Grałek i wsp. (4). Gordon i Donzis (10) natomiast podali długość o 2,0 mm większą. Długość gałek ocznych u dzieci siedmioletnich wynosi 22,1 mm (12). Koraszewska-Matuszewska i Pieczara (11) wskazały średnią długość większą, wynosiła ona 22,48 mm. U dzieci w grupie wiekowej 8-12 lat długość osiowa gałki ocznej osiąga 21,67 mm, u dzieci do 16. roku życia wzrasta do 22,50 mm (4). Kałużny i Koszewska-Kołodziejczak (12) donoszą o zwiększeniu wymiaru osiowego do 23,315 mm u osób w 16.-17. roku życia. Wielkość ta jest zbliżona do długości spotykanej u osób dorosłych, co pozwala wnioskować, że wzrost gałki ocznej u osób w tym wieku jest zakończony.

Długość osiowa gałki ocznej jest zróżnicowana u osób w odpowiednich przedziałach wiekowych, zależy od płci. Przez pierwsze 18 miesięcy po urodzeniu wielkość wzrasta z 16,78 mm do 20,61 mm u chłopców i z 16,40 mm do 20,15 mm u dziewczynek. W ciągu następnych 2 lat wymiar zwiększa się o 0,7-0,8 mm u obojga płci. W przedziale wiekowym 3-8 lat długość gałki powiększa się o około 1 mm, a następnie o 0,8 mm u chłopców i o 0,6 mm u dziewczynek, aż do ukończenia 13. roku życia, osiągając dalej – wolno i stopniowo – wymiary spotykane u dorosłego człowieka (3). W przedziale wiekowym 9-17 lat dziewczęta mają wyższe wartości długości osi gałki ocznej niż chłopcy, co może być uwarunkowane faktem, że wcześniej występuje u nich pokwitanie i wcześniej osiągają ostateczną wysokość ciała (11).

W oczach normowzrocznych wzrost średniej długości gałki ocznej zmienia się z 21,84 mm w 4. roku życia na 23,15 mm w 19. roku życia (12) (ryc. 1).

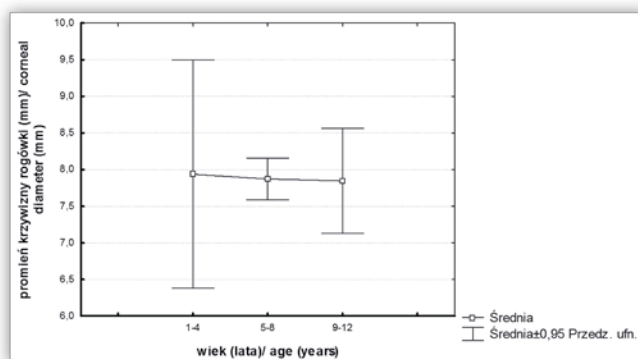


Ryc. 1. Długość osiowa gałki ocznej u dzieci (2,11).  
Fig. 1. Axial length of the eye in children (2,11).

### Rogówka, twardówka

Przedni odcinek oka u noworodka jest znacznie lepiej rozwinięty i stanowi 75-80% oka osoby dorosłej, tylny odcinek zaś stanowi niecałe 50% (9). Rogówka jest duża w stosunku do całej gałki ocznej. Średnica pozioma rogówki noworodka jest równa 9,8 mm, pionowa – 10,4 mm (9). Według Prosta i wsp. (2)

promień krzywizny rogówki wynosi 6,42 mm u wcześniaków i 6,76 mm u dzieci urodzonych o czasie. Podawane są różne wartości grubości – od 0,57 mm w centrum i 0,65 mm na obwodzie (13) do 0,96 mm w centrum i 1,2 mm na obwodzie (9). W przypadku dzieci urodzonych przedwcześnie promień krzywizny jest znacznie mniejszy, grubość natomiast – większa. Wraz ze wzrostem oka rogówka ulega powiększeniu, spłaszczeniu, staje się cieńsza (14). Zmiany wielkości promienia w zależności od wieku przedstawili Grałek i wsp. (4). W grupie wiekowej 1-4 lata wynosi on 8,06 mm, między 4. rokiem życia a 8. rokiem życia maleje do 7,85 mm, u 8-12-latków osiąga 7,79 mm, a w 12.-16. roku życia spada do 7,63 mm (4). Wielkość ta jest zbliżona do wymiaru podawanego u osób dorosłych. Zmianom anatomicznym towarzyszy zmniejszenie siły łamiącej rogówki (3) (ryc. 2).

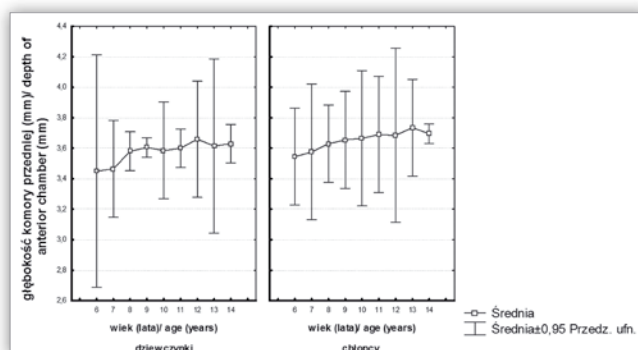


Ryc. 2. Zmiany promienia krzywizny rogówki u dzieci (2,4).  
Fig. 2. Changes of corneal diameter in children (2,4).

Twardówka noworodków jest cienka, jej grubość w okolicy równikowej wynosi 0,45 mm (9). W ciągu kolejnych lat życia rośnie, zwiększając wymiar.

### Komora przednia, tęczęwka

Głębokość komory przedniej oka zwiększa się wraz ze wzrostem gałki ocznej w kolejnych latach życia. Wielkość komory po urodzeniu stanowi około 14% długości gałki ocznej, wzrasta do 16% u dzieci półtorarocznych, ta zależność utrzymuje się w kolejnych okresach rozwoju gałki ocznej (8) (ryc. 3).



Ryc. 3. Głębokość komory przedniej u dzieci (7,16). Zadnik i wsp.: *Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender*. Optom Vis Sci 2003, 80, 226-236.  
Fig. 3. Depth of anterior chamber in children (7,16).

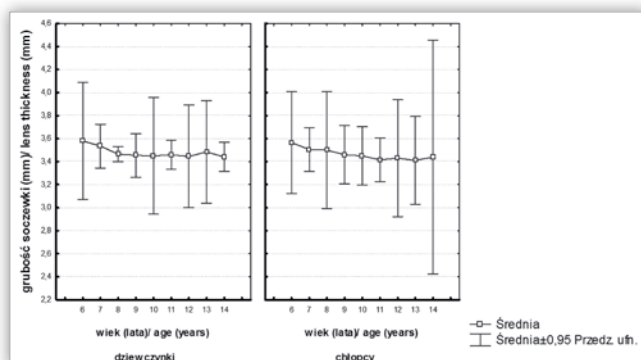
Komora przednia noworodka jest płytka, jej głębokość wynosi 2,6 mm (9). Pomiarów wielkości komory przedniej w zależności

od wieku i płci dokonał Larsen (6). W pierwszych 2 latach życia głębokość komory przedniej oka wzrasta szybko o 1,0 mm u chłopców i 0,9 mm u dziewczynek. Między 1. rokiem życia a 7. rokiem życia dziecka jej wymiar zwiększa się o 0,3-0,4 mm, u 8-13-latków przyrasta o 0,1 mm u obojga płci. Larsen (6) odnotował wzrost średniej głębokości komory przedniej z 3,53 mm u chłopców i 3,37 mm u dziewczynek (dzieci w wieku 4-5 lat) do 3,70 mm u chłopców i 3,62 mm u dziewczynek, gdy dzieci osiągnęły wiek 13-14 lat. Według Kałużnego (12) średnia głębokość osiowa komory przedniej u osób między 4. rokiem życia a 19. rokiem życia wzrasta z 3,43 mm do 3,63 mm, przy czym szybki przyrost następuje do 12. roku życia. Dziewczynki mają płytszą komorę przednią niż chłopcy w odpowiednich przedziałach wiekowych. U osób dorosłych zależność ta zostaje zachowana.

Tęczówki noworodka mają barwę ciemnoniebieską, rzadziej szaropiąwą, ostatecznie kolor ustala się około 6. roku życia. Jednakże u 10-15% populacji kolor oczu zmienia się w okresie dorastania, co może być związane ze zmianami zawartości melaniny w tęczówce lub jej dystrybucji. Zmiany barwy lub predyspozycja do zmian mogą być uwarunkowane genetycznie, wskazuje się również na wpływ układu neurohumoralnego. Dzieci z brązową barwą tęczówek w wieku 6 lat są predysponowane do zmniejszenia pigmentacji, natomiast wzrost wysycenia wraz z wiekiem stwierdzono w oczach o barwie szarzielonej (15). Tęczówka noworodka na obwodzie jest cienka i płaska, zwiększa grubość po zakończeniu wzrostu oka. Żrenica po urodzeniu jest mała, średni wymiar wynosi 3,6 mm ( $\pm 0,9$  mm). W związku z niezakończonym rozwojem mięśni szerokość żrenicy zmienia się podczas ekspozycji na światło, nieznacznie reaguje ona natomiast na podanie mydriatyków (9).

### Soczewka

Soczewka noworodka jest kulista, później spłaszcza się wskutek wzrostu wymiaru równikowego, podczas gdy wymiar strzałkowy pozostaje niezmienny, przyjmując kształt sferyczny (9). Udowodniono również, że u starszych dzieci oraz osób dorosłych wzrasta wymiar strzałkowy soczewki w związku z akomodacją, jednocześnie zmniejsza się głębokości komory przedniej. Larsen (7) stwierdził, że grubość soczewki u dziewczynek jest nieznacznie większa niż u chłopców. Różnica wynosi około 0,09 mm we wszystkich odpowiadających sobie przedziałach wiekowych. U noworodków wymiar strzałkowy soczewki wy-



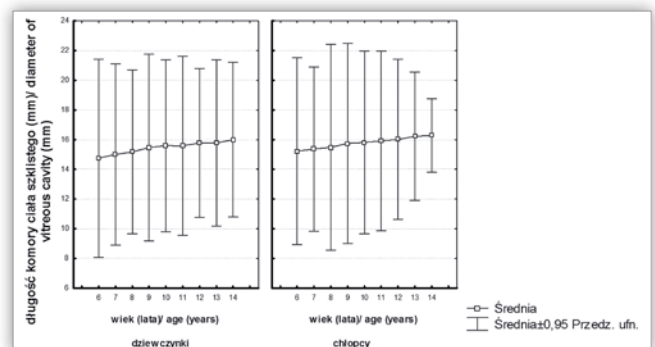
Ryc. 4. Wymiar osiowy soczewki u dzieci między 1. a 14. rokiem życia (7,16).

Fig. 4. Axial diameter of the lens in children between 1 and 14 years old (7,16).

si 3,93 mm u chłopców i 3,99 mm u dziewczynek. W pierwszych 2 latach życia grubość soczewki zmniejsza się o około 0,3-0,4 mm u obojga płci, następnie obserwuje się tendencję spadkową, o około 0,2-0,3 mm, aż do okresu młodzieńczego (11-13 lat). Zmniejsza się średnia osiowa grubość soczewki – z 3,61 mm u chłopców i 3,58 mm u dziewczynek w 4-5. roku życia do 3,36 mm i 3,45 mm odpowiednio w 13-14. roku życia. Według Kałużnego (12) wymiar soczewki po cycloplegii zmniejsza się z 3,55 mm w 4. roku życia do 3,42 mm w 19. roku życia, w oczach miarowych – z 3,54 mm do 3,42 mm. Przemianom soczewki związanym z wiekiem towarzyszy spadek mocy łamiącej (2) (ryc. 4).

### Ciało szkliste, siatkówka

Wzrost długości osiowej gałki ocznej jest związany głównie z powiększeniem rozmiarów komory ciała szklanego. U noworodków średnia długość tylnego odcinka oka wynosi 10-11 mm, w 1. roku życia wzrasta do 14 mm, w 3. roku życia osiąga 15 mm (8). Według Kałużnego (12) średnia długość osiowa komory szklistej zwiększa się między 4. rokiem życia a 19. rokiem życia – z 14,58 mm do 16,26 mm. Larsen (8) wykazał zmiany wymiarów w zależności od płci. W pierwszych 2 latach życia średnia długość komory ciała szklanego zwiększa się o 3,2 mm u chłopców i 3,0 mm u dziewczynek. Od 2. roku życia do 13. roku życia wymiar tylnego odcinka oka zwiększa się odpowiednio o 2,5 mm i 2,3 mm. Zaobserwowano wzrost średniej długości komory ciała szklanego z 14,55 mm u chłopców i 14,18 mm u dziewczynek w wieku 4-5 lat do 16,09 mm i 15,59 mm odpowiednio w wieku 13-14 lat. U dziewczynek w poszczególnych grupach wiekowych wielkość komory ciała szklanego była mniejsza niż u chłopców, wg porównania. W ciągu całego okresu wzrostu różnica w wartościach jej wielkości między płciami wynosiła 0,2-0,4 mm w każdym przedziale wiekowym. U dzieci powyżej 15. roku życia długość osiową tylnego odcinka oceniono na około 15,64-16,8 mm (ryc. 5).



Ryc. 5. Zmiany długości osiowej ciała szklanego u dzieci w zależności od wieku i płci (8,16).

Fig. 5. Changes of axial length of the vitreous chamber in children with relation to the age, gender and total length of the eye (8,16).

Siatkówka noworodka jest dobrze rozwinięta na obwodzie, okolica plamki jest niedojrzała. Jej dynamiczny rozwój trwa do 4. roku życia dziecka (9).

Podsumowując wszystkie dane z piśmiennictwa, w tabeli I zamieszczono średnie wartości poszczególnych struktur gałki ocznej w zależności od płci i wieku.

Wiek (lata)/ Age (years)	Parametry/ Parameters							
	długość gałki ocznej (mm)/ axial length of the eye (mm)	promień krzywizny ro- gówki (mm)/ corneal diameter (mm)	głębokość komory przedniej (mm)/ depth of anterior chamber (mm)		grubość soczewki (mm)/ lens thicknes (mm)		wielkość ciała szkliste- go (mm)/ diameter of vitreous cavity (mm)	
	DZ/CH	DZ/CH	DZ	CH	DZ	CH	DZ	CH
2	20,09942	8,05	3,24	3,35	3,67	3,64	13,24	13,62
3	20,91954	7,77	3,35	3,38	3,65	3,62	13,72	13,79
4	21,11905	7,88	3,35	3,50	3,64	3,62	13,97	14,15
5	21,07143	7,83	3,37	3,52	3,58	3,61	14,18	14,55
6	21,63636	7,92	3,39	3,52	3,62	3,60	14,23	14,73
7	21,62376	7,90	3,44	3,54	3,55	3,49	14,52	14,94
8	22,01961	7,93	3,59	3,61	3,46	3,54	14,74	14,94
9	21,76923	7,95	3,60	3,63	3,47	3,48	14,98	15,22
10	22,34375	7,88	3,56	3,63	3,49	3,47	15,14	15,33
11	22,38095	7,91	3,59	3,66	3,47	3,40	15,11	15,44
12	22,12245	7,87	3,63	3,64	3,48	3,47	15,39	15,59
13	22,91667	7,92	3,57	3,71	3,52	3,38	15,34	15,88
14	22,96667	7,89	3,62	3,70	3,45	3,36	15,59	16,09

Tab. I. Zmiany parametrów struktur gałki ocznej podczas wzrostu gałki ocznej u dzieci w zależności od płci i wieku. Na podstawie ww. piśmiennictwa.

Tab. I. Changes of ocular components in children with relation to the age and gender. Based on: literature.

## Wnioski

Na podstawie współczesnego piśmiennictwa trudno jest jednoznacznie określić, jakie są normy rozwoju gałki ocznej u dzieci i młodzieży. Dlatego też istnieje potrzeba przeprowadzenia dalszych badań na reprezentatywnej grupie osób.

## Piśmiennictwo:

1. Tomasik E, Czepita D, Żejmo M, Czerwiński F: *Development of the human eyeball and orbit during the fetal life*. Ann Acad Med Stetin 2005, 51, 37-40.
2. Prost ME, Kocyła-Karczmarewicz B, Chipczyńska B, Kanigowska K, Klimczak-Ślączak D, Juszczo J, Hautz W, Szreter M, Sarti G: *Rozwój gałki ocznej u dziecka*. Warszawa: Instytut Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka, 2000, 3-38.
3. Larsen JS: *The sagittal growth of the eye. IV. Ultrasonic measurements of the axial length of the eye from birth to puberty*. Acta Ophthalmol 1971, 49, 873-886.
4. Grałek M, Bogorodzki B, Czajkowski J, Stefańczyk L, Budzińska-Mikurenda M: *Dynamika refrakcji w wieku rozwojowym*. Nowa Med 1996, 3, 14-16.
5. Grignolo A, Rivara A: *Biometry of the human eye from the sixth month of pregnancy to tenth year of life (measurements of the axial length, retinoscopy refraction, total refraction, corneal and lens refraction)*. [w:] red. Vanysek J: *Diagnostica ultrasonica in ophthalmologica. II Symposium Internationale de Diagnostica Ultrasonica in Ophthalmologica*, 1968. Universita JE Purkyne, Brno, Czechoslovakia (Opuscula Ophthalmologica, Acta Facultatis Medicae Brunensis, 35, 251-257).
6. Larsen JS: *The sagittal growth of the eye. I. Ultrasonic measurement of the depth of the anterior chamber from birth to puberty*. Acta Ophthalmol 1971, 49, 239-262.
7. Larsen JS: *The sagittal growth of the eye. II. Ultrasonic measurement of the axial diameter of the lens and anterior segment from birth to puberty*. Acta Ophthalmol 1971, 49, 427-440.
8. Larsen JS: *The sagittal growth of the eye. III. Ultrasonic measurement of the posterior segment (axial length of the vitreous) from birth to puberty*. Acta Ophthalmol 1971, 49, 441-453.
9. Borowiec A: *Analiza rozwoju gałki ocznej u dzieci w okresie od czwartego miesiąca do siódmego roku życia w aspekcie długości gałki, wielkości refrakcji i oceny dna oka*. Ann Acad Med Stetin 2000, 46, 201-216.
10. Gordon RA, Donzis PB: *Refractive development of the human eye*. Arch Ophthalmol 1985, 103, 785-789.
11. Koraszewska-Matuszewska B, Pieczara E, Samochowiec-Donocik E: *Zmienność osi gałki ocznej w krótkowzroczności u dzieci*. Klin Oczna 1995, 97, 187-191.
12. Kałużny B, Koszewska-Kołodziejczak A: *Zmiany osiowych wymiarów gałki ocznej w trakcie rozwoju osobniczego w miarowości, krótkowzroczności i nadwzroczności*. Klin Oczna 2005, 107, 292-296.
13. Portellinha W, Belfort R: *Central and peripheral corneal thickness in newborns*. Acta Ophthalmol 1991, 69, 247-250.
14. Fledelius HC: *Ophthalmic changes from the age of 10 to 18 years: a longitudinal study of sequels to low birth weight. IV. Ultrasound ophthalmometry of vitreous and axial length*. Acta Ophthalmol 1982, 60, 403-411.

15. Bito LZ, Matheny A, Cruickshanks KJ, Nondahl DM, Carino OB: *Eye color changes past early childhood*. Arch Ophthalmol 1997, 115, 659-663.
16. Zadnik i wsp.: *Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender*. Optom Vis Sci 2003, 80, 226-236.

Praca wpłynęła do Redakcji 20.04.2009 r. (1146)  
Zakwalifikowano do druku 10.07.2010 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):

lek. Ewelina Lachowicz  
ul. Sierpowa 6E/11  
70-016 Szczecin  
e-mail: ewelinalachowicz@wp.pl



**WOJSKOWY INSTYTUT MEDYCZNY**  
**CENTRALNY SZPITAL KLINICZNY**  
**MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ**

00-909 Warszawa, ul. Szaserów 128 tel./fax 66-16-575  
prof. dr hab. n. med. Andrzej STANKIEWICZ  
KIEROWNIK KLINIKI



Klinika Okulistyki WIM oraz Stowarzyszenie AMD  
zapraszają na

## VI Sympozjum AMD

Termin

**16 października 2010 r. godz. 10.00-15.30**

Miejsce

**Hotel Marriott w Warszawie**

Temat główny

### Postępy w terapii ANTY-VEGF

***Nowoczesna diagnostyka i szersze wskazania do leczenia***

***Strategia terapii anti-VEGF w wysiękowej postaci AMD***

***Nowości w leczeniu obrzęku płamki***

***Co nowego w diagnostyce i profilaktyce AMD***

Szczegółowe informacje i rejestracja uczestników na stronie internetowej [www.amd.org.pl](http://www.amd.org.pl)  
telefonicznie (22) 515 80 01

Liczba miejsc ograniczona, decyduje kolejność zgłoszeń.

Prof. dr hab. n. med. Andrzej Stankiewicz

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego i Naukowego