

dzenie to u osób >40. r.ż. występowało przy niższych wartościach c.w. niż u osób młodszych.

4. Została potwierdzona dodatnia zależność pomiędzy wszystkimi wybranymi parametrami krążeniowo-hematologicznymi a poziomem c.w.

5. Wykazano dodatnią zależność podwyższonego poziomu RR – średnich wartości skurczowych i rozkurczowych – oraz poziomu cholesterolu w surowicy krwi z występowaniem morfologicznych cech n.j.

6. Została wykazana zależność morfologicznego obrazu t.n.w. od poziomu wskaźnika RRs/c.w. oraz RRR/c.w.

7. Uzyskane wyniki potwierdzają rolę, jaką odgrywają krążeniowo-hematologiczne czynniki ryzyka w jaskrowym uszkodzeniu n.w., szczególnie u osób starszych.

#### Piśmiennictwo

1. Armally M.F., Krueger D.E., Maunder L., Becker B., Hetherington J., Kolker A.E., Levene R.Z., Maumenee A.E., Pollack I.P., Shaffer R.N.: *Biostatistical analysis of the Collaborative Glaucoma Study. (Summary report of the risk factors for glaucomatous visual field defects)*. Arch. Ophthalmol., 1980, 98, 2163-2171.
2. Begg I.S., Cottle R.W.: *Epidemiologic approach to open-angle glaucoma: 1. Control of intraocular pressure. Report of the Canadian Ocular Adverse Drug Reaction Registry Programme*. Can. J. Ophthalmol., 1988, 23, 273-278.
3. Bengtsson B.: *Aspects of the epidemiology of chronic glaucoma*. Acta Ophthalmol., 1981, 1446, 1-48.
4. Bulpitt C.J., Hodes Ch., Everitt M.G.: *Intraocular pressure and systemic blood pressure in the elderly*. Br. J. Ophthalmol., 1975, 59, 717-720.
5. Guilford J.P.: *Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice*. PWN, Warszawa, 1969.
6. Harding J.J., Egerton M., Heyningen R., Harding R.S.: *Diabetes, glaucoma, sex and cataract: Analysis of Combined Data from Two Case Control Studies*. Br. J. Ophthalmol., 1993, 77, 2-6.
7. Hayreh S.S.: *Progress in the understanding of the vascular etiology of glaucoma*. Curr. Opin. Ophthalmol., 1994, 5, 26-35.

8. Iorio P.: *Glaucoma Epidemiology: Analysis of risk factors in a selected population*. Ann. Ophthalmol. Ocul., 1989, 115, 371-379.
9. Klein B.E.K., Klein R., Linton K.L.P.: *Intraocular pressure in an American Community the Beaver Dam Eye Study*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 1992, 33, 2224-2228.
10. Leske M.C., Podgor M.: *Intraocular pressure, cardiovascular risk variables, and visual field defects*. Am. J. Epidemiol., 1983, 118, 280-287.
11. McLeod S.D., West S.K., Quigley H.A., Fozard J.L.: *A longitudinal study of the relationship between intraocular and blood pressures*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 1990, 31, 2361-2366.
12. Niżankowska M.H.: *Rola warunków hemodynamicznych w obrębie tylnego odcinka oka w powstawaniu i rozwoju neuropatii jaskrowej*. Klin. Oczna, 1996, 98, 241-247.
13. Niżankowska M.H., Turno-Kręcicka A.: *Jaskra pierwotna otwartego kąta a wiek i związane z nim czynniki ryzyka krążeniowego*. Klin. Oczna, w druku.
14. Quigley H.A., Enger C., Katz J., Sommer A., Scott R., Gilbert D.: *Risk factors for the development of glaucomatous visual field loss in ocular hypertension*. Arch. Ophthalmol., 1994, 112, 644-649.
15. Rouhiainen H., Teräsvirta M.: *Correlation of some ocular and hematologic factors and intraocular pressure in an aged population*. Acta Ophthalmol., 1991, 69, 76-78.
16. Shiose Y., Kawase Y., Sato T., Nakanishi N.: *Multivariate Analysis on Ocular Tensions with Respect to Systemic Factors*. Jap. J. Clin. Ophthalmol., 1981, 32, 197-206.
17. Turno-Kręcicka A., Niżankowska M.H., Pacholska D.: *Wyniki badań przesiewowych w kierunku jaskry pierwotnej w materiale Dolnośląskiego Centrum Diagnostyki Medycznej DOLMED we Wrocławiu*. Klin. Oczna, 1997, 99, 179-183.
18. Wilson M.R., Hertzmark E., Walker A.M., Childs-Shaw K., Epstein D.L.: *A case-control study of risk factors in open angle glaucoma*. Arch. Ophthalmol., 1987, 105, 1066-1071.

Praca wpłynęła do Redakcji 23 stycznia 1997 r. (523)

## Prace oryginalne

Klinika Oczna 1997, 99 (3): 189-193  
ISSN 0023-2157 Indeks 362 646

### Komputer pomocnikiem lekarza

#### Computer assists the physician

Ewa Pieczara, Bronisława Koraszewska-Matuszewska, Elżbieta Samochowiec-Donocik

**Background:** The possibilities of using computer in physician's research work are presented as an example of statistical analysis of axial eyeball length in relation to the age in myopic children with low birthweight.

**Material and methods:** The study group consisted of 100 children aged from 3 to 15 years, with birthweight from 580 to 2450 g, where in 180 eyes myopia ranging from -1,5 to -22,0 Dsph and axial length of the eye from 20,0 to 30,9 mm were present. The dynamics of eyeball's axial length increase was compared between two groups: one – in which no symptoms of retinopathy of prematurity were present (no-RROP), and the second – in which signs of regressed retinopathy of prematurity were observed (RROP).

**Results:** The results of the analysis are shown in analytical and graphical modes. Statistically significant differences were shown between axial lengths of eyeball's in the analysed groups of mean 9-year-old premature children (no-RROP: 25.19 mm and RROP: 24.33 mm). It was shown that the use of a computer reduces the time of performing statistical analysis of large amount of data.

**Słowa kluczowe:** komputer, analiza statystyczna, długość osi gałki ocznej, krótkowzroczność, wcześniaki

**Key words:** computer, statistical analysis, axial eye length, myopia, premature infants

W ostatnich latach nastąpił dynamiczny rozwój techniki komputerowej i środków informatyki w różnych dziedzinach, w tym także w medycynie. Komputery zaczęły wykorzystywać w swojej pracy lekarze, stosując je w badaniach klinicznych, w organizacji baz danych o chorych, w ewidencji, ocenie wyników laboratoryjnych czy też w opracowaniu historii chorób i statystycznej analizie wyników. Osiągnięcia statystyki matematycznej, jednej z najszerzej stosowanych obecnie gałęzi matematyki, wykorzystywane są również w naukach biologiczno-medycznych. Poprawne i efektywne analizy można praktycznie przeprowadzić jedynie przy wykorzystaniu komputera. Wpływają na to duże wielkości analizowanych da-

nych oraz złożoność współczesnych metod statystycznych. Sprzęt komputerowy jest tutaj warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym. Ograniczeniem jest posiadanie odpowiedniego oprogramowania (1, 3, 6). W ciągu ostatnich kilku lat opracowano wiele pakietów statystycznej analizy danych dla komputerów PC. Można tu wymienić takie programy, jak: Statistica, Statgraphics, Systat, SPSS, Simstat. Są to wysokiej jakości zintegrowane systemy do statystycznej analizy, graficznej prezentacji i zarządzania danymi. Oferują one pełny zakres funkcji i procedur statystycznych. Programy te umożliwiają przygotowanie wysokiej jakości wykresów i rysunków do wykorzystania w profesjonalnych opracowaniach (3, 6). W czasie zbierania i opracowywania wyników danych pomiarowych pomocne mogą okazać się arkusze kalkulacyjne, takie jak Excel czy Quatro Pro. Programy te zawierają zestaw funkcji i procedur statystycznych w pełni wystarczających do przygotowania statystycznej analizy danych. Jedną z najczęstszych potrzeb obliczeniowych lekarzy jest systematyczne opracowywanie wyników badań i obserwacji. Czynniki zniekształcające pojedyncze obserwacje i pomiary pojawiają

Z Kliniki Okulistyki Dziecięcej i Katedry Okulistyki Śląskiej AM w Katowicach  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Bronisława Koraszewska-Matuszewska

Praca wygłoszona w czasie I Sympozjum Sekcji Informatyki Medycznej,  
czerwiec 1994 r., Pułtusk.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):

Dr med. Ewa Pieczara  
ul. Sowińskiego 3/41  
40-022 Katowice

się w medycynie znacznie częściej niż w innych naukach przyrodniczych, gdyż uwzględnić należy osobnicze cechy poszczególnych chorych. Wnioskowanie w medycynie należy prowadzić opierając się na powtarzalnych i wielokrotnie sprawdzonych obserwacjach, gdyż jednorazowe stwierdzenie jakiegoś faktu może stanowić jedynie zbieg okoliczności, przez co staje się mylące. Efekt zniekształceń może być tym bardziej widoczny, im mniej obserwacji złożyło się na dany wynik. Im więcej obserwacji, tym wiarygodniejsze będą wyciągane wnioski (1).

Celem pracy było przedstawienie możliwości zastosowania komputera w pracy badawczej lekarza na przykładzie statystycznej analizy zależności długości osi gałki ocznej od wieku i od stanu dna oka w krótkowzroczności u wcześniaków.

**Materiał i metodyka**

Badaniem objęto 100 dzieci (57 dziewczynek i 43 chłopców) w wieku od 3 do 15 lat (śr. 8,9 roku) z masą urodzeniową od 580 do 2450 g (śr. 1686 g), u których stwierdzono w 180 oczach krótkowzroczność od -1,5 do -22,0 D (śr. -9,82 D) i długość osi gałki od 20,0 do 30,9 mm (śr. 24,9 mm).

Uwzględniając obraz dna oczu, badany materiał podzielono zgodnie z międzynarodową klasyfikacją (2) na dwie grupy: bez obecnych w dnice oczu zmian po przebytej retinopatii wcześniaków (*no Regressed Retinopathy of Prematurity – no-RROP*) oraz ze zmianami po regresji retinopatii wcześniaków (*Regressed Retinopathy of Prematurity – RROP*). Średnia wartość krótkowzroczności dla grupy no-RROP (124 gałki oczne) wynosiła -10,12 D, a dla grupy RROP (56 gałek ocznych) -9,69 D. W obu grupach

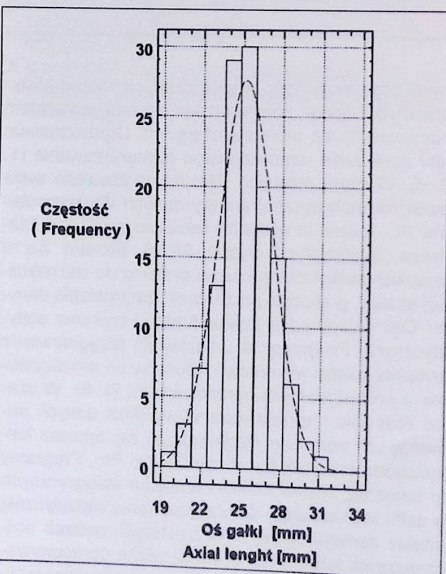
porównywano średnie długości osi gałek ocznych oraz dynamikę ich wydłużania. W pracy przedstawiono kolejne etapy przeprowadzonej analizy statystycznej wraz z graficzną prezentacją wyników otrzymanych za pomocą komputera IBM PC, przy wykorzystaniu programów statystycznych Statgraphics (3, 6) i Simstat.

Opracowano bazę danych za pomocą programu Fox Pro. Wyjściową bazę stworzono w formacie \*.dbf. Poszczególne pola bazy danych zawierały m.in.: imię i nazwisko dziecka, wiek ciążowy, masę urodzeniową, długość osi gałki ocznej i inne. Zastosowanie formatu \*.dbf było uwarunkowane tym, iż jest on czytany przez ogólnie dostępne programy statystyczne i arkusze kalkulacyjne. Przygotowaną bazę danych eksportowano do arkusza kalkulacyjnego Quatro Pro, gdzie wstępnie obliczono statystyki empiryczne oraz modyfikowano bazę wyjściową (stosowano sortowanie, kodowanie danych, dodawanie dodatkowych pól itd.).

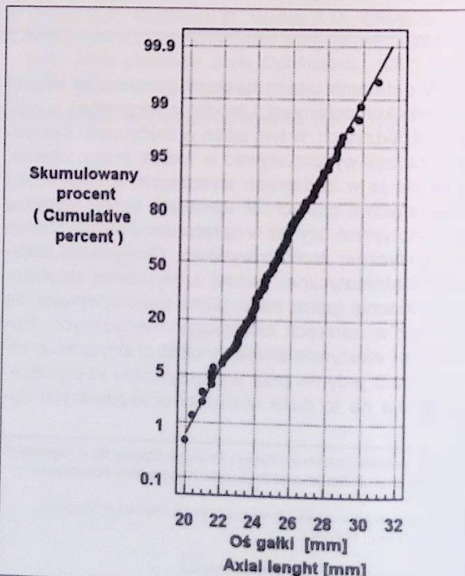
Kolejnym etapem pracy było stwierdzenie, czy rozpatrywane przez nas dane podlegają normalnemu rozkładowi, co jest warunkiem koniecznym do przeprowadzenia dalszych analiz statystycznych, np. testu parametrycznego t-Studenta porównania wartości dwóch średnich.

**Wyniki**

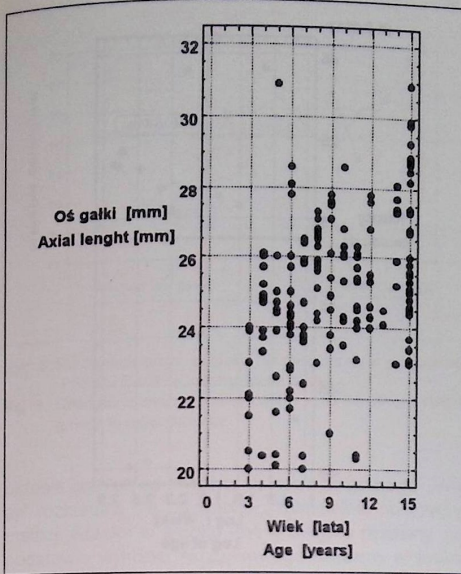
Na rycinie 1 przedstawiono histogram rozkładu częstości długości osi gałki. Linia przerywaną oznaczono przebieg normalnego rozkładu dla zadanych parametrów wartości średniej i odchylenia standardowego. Na rycinie 2 zaprezentowano wykres normalności rozkładu. Rozkład jest w przybliżeniu normalny, jeżeli punkty pomiarowe układają się możliwie jak



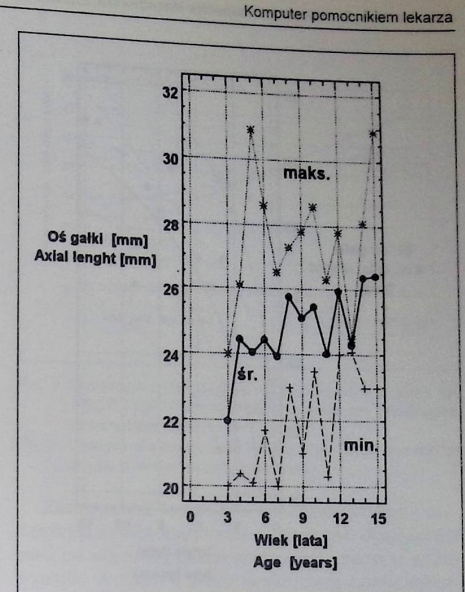
Ryc. 1. Histogram rozkładu długości osi gałek ocznych  
Fig. 1. Frequency histogram of eyeball's axial lengths



Ryc. 2. Wykres normalności rozkładu długości osi gałek ocznych  
Fig. 2. Normal probability plot of eyeball's axial lengths vs age



Ryc. 3. Wykres wartości rzeczywistych długości osi gałki ocznej w zależności od wieku  
Fig. 3. Plot of values of eyeball's axial lengths vs age



Ryc. 4. Wykres wartości średnich, minimalnych i maksymalnych długości osi gałki ocznej  
Fig. 4. Multiple X-Y plot of mean, minimal and maximal values of eyeball's axial length

Tabela I: Wyniki analizy regresji pojedynczej dla różnych modeli funkcyjnych  
Table I: Simple regression results for different function models

| Równanie regresji<br>Regression equation | a       | b       | F      | $\alpha$ | R        | R <sup>2</sup> | Błąd standardowy<br>Std Error |
|--|---------|---------|--------|----------|----------|----------------|-------------------------------|
| $y=a+b \cdot x$                          | 22,7126 | 0,23013 | 12,16  | 0,005    | 0,72463  | 0,5251         | 0,8903                        |
| $y=a \cdot x^b$                          | 3,04831 | 0,07679 | 15,115 | 0,002    | 0,76078  | 0,5788         | 0,0344                        |
| $y=e^{(a+b \cdot x)}$                    | 3,12451 | 0,00938 | 11,864 | 0,005    | 0,72035  | 0,5189         | 0,0367                        |
| $y=1/(a+b \cdot x)$                      | 0,04390 | -0,0004 | 11,532 | 0,006    | -0,71540 | 0,5118         | 0,00153                       |

Objaśnienia do tabeli I:  
a – współczynnik regresji (wyraz wolny) / regression coefficient (intercept)  
b – współczynnik regresji (nachylenie) / regression coefficient (slope)  
F – wartość statystyki testowej Fishera-Snedecora / ratio of Fisher-Snedecor test statistics  
 $\alpha$  – wartość poziomu istotności odpowiadająca wartości F / significance level corresponding to F value

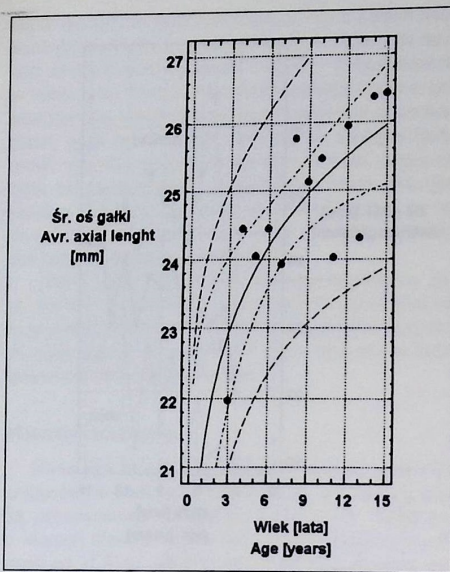
najbliżej prostej. Inną metodą badania normalności rozkładu jest test nieparametryczny Chi<sup>2</sup>. W wyniku przeprowadzenia testu otrzymano wartość statystyki Chi<sup>2</sup>=7,910 oraz odpowiadający tej wartości poziom istotności p=0,161. Przy założonym poziomie istotności  $\alpha=0,01$  możemy stwierdzić, że obliczona wartość poziomu istotności dla badanego rozkładu przekracza założony poziom istotności  $\alpha$ , a więc możemy wnioskować, że nie mamy podstaw do odrzucenia hipotezy, że badany rozkład nie jest normalny.

Na rycinie 3 przedstawiono rozkład rzeczywistych wartości osi gałki ocznej w funkcji wieku. Jak widzimy, dane te są rozproszone i trudno stwierdzić występowanie jakiegokolwiek prawidłowości. Na rycinie 4 zamieszczono wykres przebiegów wartości średniej, minimalnej i maksymalnej długości osi gałki ocznej w zależności od wieku. Występowanie dużych odchyżeń może świadczyć np. o małej liczbie próby w danym wieku lub o błędnych danych pomiarowych.

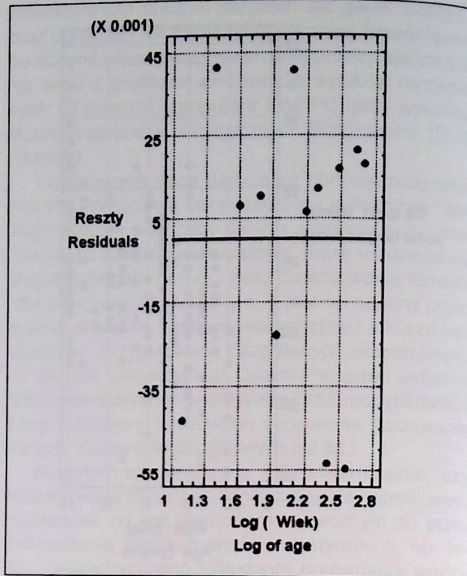
W celu wyeliminowania skrajnych wartości można zastosować wygładzanie pomiarów metodą np. średniej ruchomej bądź aproksymować wykres wielomianem określonego stopnia.

Aby stwierdzić zależność badanych zmiennych (długości osi gałki od wieku), wykorzystano analizę regresji pojedynczej, stosując różne modele funkcyjne: liniowy, potęgowy, wykładniczy i odwrotny. Wyniki analizy regresji pojedynczej dla rozpatrywanych modeli zestawiono w tabeli I. We wszystkich przypadkach otrzymano istotne wartości współczynników regresji, wysokie współczynniki determinacji R<sup>2</sup> oraz małe błędy estymacji parametrów. W celu uściślenia przypuszczeń przeprowadzono analizę reszt.

Wartość parametrów regresji i losowy rozkład reszt w naszym przypadku przemawiają za modelem potęgowym. Wykres linii regresji przedstawiono na rycinie 5. Dwa zbiory linii przerywanych określają 95% przedziały ufności – wewnętrzny dla wartości średniej, zewnętrzny



Ryc. 5. Wykresy linii regresji dla modelu potęgowego  $y=ax^b$   
Fig. 5. Regression analysis – multiplicative model  $y=ax^b$



Ryc. 6. Wykres reszt dla modelu potęgowego  $y=ax^b$   
Fig. 6. Residuals plot – multiplicative model  $y=ax^b$

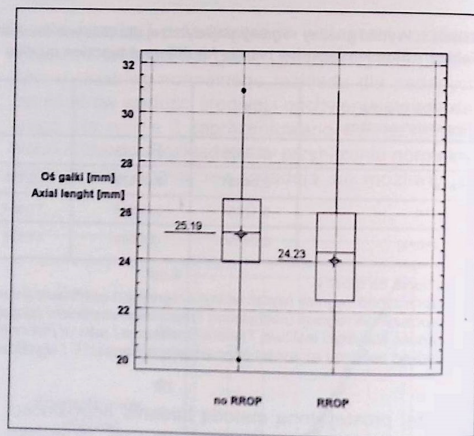
Tabela II: Zestawienie wyników testu t-Studenta porównania średnich długości osi gałki ocznej dla grup no-RROP i RROP

Table II: Comparison of t-Student's test results for group no-RROP and RROP

| Zmienna Variable   | no-RROP | RROP                     |
|--|---------|--------------------------|
| Liczba oczu Number of eyes                                   | 124     | 56                       |
| Średnia Average  | 25,195  | 24,236                   |
| Wariancja Variance   | 4,277   | 6,461                    |
| Odchylenie standardowe Std. deviation                        | 2,068   | 2,542                    |
| Różnica średnich Difference between means                    |         | 0,95909                  |
| Ilość stopni swobody Degrees of freedom                      |         | 178                      |
| Założony poziom istotności Conf. interval for diff. in means |         | 95%                      |
| Oblicz. statystyka t Computed t statistics                   |         | 2,67692                  |
| Obliczony poziom istotności Computed sig. level              |         | 0,004062                 |
| Hipoteza $H_0=0$<br>Hypothesis $H_0=0$                       |         | odrzucona rejected $H_0$ |
| Wynik testu t-Studenta t-Student's test result               |         | istotny significant      |

dla wartości danych prognozowanych za pomocą tego modelu. Wykres resztowy zamieszczono na rycinie 6.

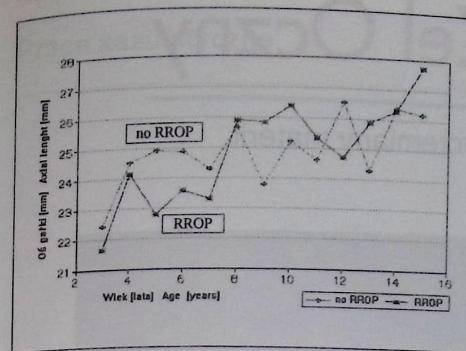
W tabeli II przedstawiono wyniki testu t-Studenta porównania dwóch średnich długości osi gałki, stanowiących realizację normalnego rozkładu dla grup no-RROP i RROP. Wartości średnie długości osi gałki



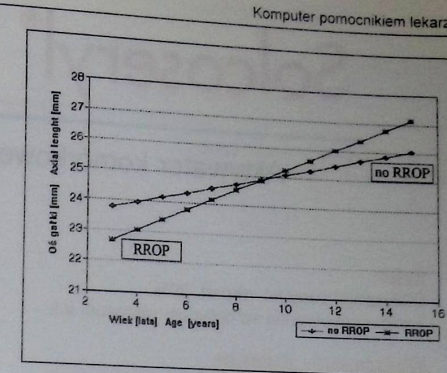
Ryc. 7. Wykresy skrzynkowe dla grup no-RROP i RROP  
Fig. 7. Multiple box-and-whiskers plot for no-RROP and RROP groups

ocznej wynosiły dla grupy no-RROP 25,19 mm, a dla RROP – 24,33 mm. Postawiono dwie hipotezy, zerową  $H_0$  – średnie rozkładów są równe, i alternatywną  $H_1$  – średnia pierwszego rozkładu jest większa od średniej drugiego rozkładu. Dolny fragment tabeli II podaje treść hipotez zerowej i alternatywnej, wartości statystyki t-Studenta i odpowiadający jej poziom istotności. W naszym przypadku wartości średnie długości osi gałki ocznej różnią się istotnie między sobą dla zadanego poziomu istotności  $\alpha=0,05$ .

Graficzną prezentację wyniku testu t-Studenta wykonano w postaci wykresu skrzynkowego („skrzynki z wąsami”). Skrzynki prezentują sobą statystyki empiryczne rozpatrywanych zmiennych. Każda ze skrzynek



Ryc. 8. Porównanie zmian długości osi gałki ocznej w grupach no-RROP i RROP w zależności od wieku  
Fig. 8. Changes of eyeball's axial lengths in no-RROP and RROP groups in relation to age



Ryc. 9. Porównanie zmian długości osi gałki ocznej w grupach no-RROP i RROP w zależności od wieku dla przebiegów zlinearyzowanych  
Fig. 9. Changes of eyeball's axial lengths in no-RROP and RROP groups in relation to age (linear plot)

określa granice od kwartyla dolnego do górnego. „Wąsy” rozkładają się od wartości minimalnej do maksymalnej. Kreska w środku jest w miejscu mediany. Na podstawie wykresu skrzynkowego możemy wnioskować o charakterze rozkładu badanej zmiennej, jego asymetryczności, rozproszeniu wyników wokół wartości średniej. Wielkość przesunięcia poszczególnych skrzynek między sobą daje informacje o występowaniu lub braku różnic pomiędzy wartościami średnimi.

Na rycinie 8 przedstawiono porównanie wartości średnich długości osi gałki ocznej w zależności od wieku. W celu stwierdzenia, która zmienna charakteryzuje się większą dynamiką wzrostu, przeprowadzono linearyzację ww. przebiegów (ryc. 9).

### Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić wydłużanie się osi anatomicznej gałek ocznych wraz z przyrostem wieku w obu badanych grupach. W grupie oczu z krótkowzrocznością wykazujących zmiany po regresji retinopatii wcześniaków (RROP) gałki oczne są krótsze niż w grupie bez cech przebytej retinopatii (no-RROP), co wykazałyśmy również w poprzedniej pracy (5). Obserwowane przez nas szybsze wydłużanie się osi gałek w oczach z przebyłą retinopatią przeczy twierdzeniu Fiedeliusa (4), że „krótkowzroczność wcześniaków” u niektórych dzieci ma charakter stacjonarny.

### Piśmiennictwo

- Cieciura M.: *Statystyka i komputery w medycynie*. Komputer, 1990, 44, 30.
- Committee for the Classification of Retinopathy of Prematurity. *An International Classification of Retinopathy of Prematurity*. Arch. Ophthalmol., 1987, 105, 905-912.
- Dąbkowski J.: *Statgraphics*. Komputerowa Oficyna Wydawnicza „Help” Warszawa, 1992, 121-171.
- Fiedelius H.C.: *Ocular features other than retinopathy of prematurity in the pre-term infant*. Acta Ophthalmol., 1990, 66, 214-217.
- Koraszewska-Matuszewska B., Samochowiec-Donocik E., Pieczara E., Papież M.: *Krótkowzroczność jako powikłanie retinopatii wcześniaków*. Klin. Oczna, 1993, 95, 339-342.
- Krzykowski G.: *Statgraphics. Statystyczna analiza pomiarów*. PLJ, Warszawa, 1991, 27-72.

Praca wpłynęła do Redakcji 21 kwietnia 1997 r. (553)