

WIĘKSZOŚĆ stosowanych obecnie w klinice metod oceny stopnia zaawansowania zmętnienia soczewki to metody subiektywne, nie pozwalające na ilościową ocenę. W ostatnich latach opracowano jednak parę metod, które pozwalają na obiektywną ocenę zmian zamętnionych w soczewce. Są to metody oparte na analizie densytometrycznej zdjęć fotograficznych uzyskanych metodą Scheimfluga (SL-45 Scheimflug Camera firmy Topcon) lub techniką retroiluminacji (Neitz-Kawara Retroillumination Camera firmy Kowa) oraz obrazów magnetowidłu (Video Image Analysis System firmy Zeiss)^{1,2}. W innej z metod badana jest bezpośrednio ilość światła rozpraszanego ku tyłowi przez soczewkę (Lens Opacity Meter 702 firmy Interzeag)⁴. Zupełnie nową metodą jest spektroskopopia rozproszeniowa światła laserowego (Early Cataract Detector 200 firmy Kowa)³. Pozwala ona na ocenę wielkości i rozmieszczenia cząstek białka w soczewce i przypuszczalnie znajdzie zastosowanie w badaniu stanów przedzaćmowych. W metodach tych potrzebna jest skomplikowana i droga aparatura. W naszej klinice opracowano ostatnio prostą metodę badania przezroczystości ośrodków optycznych oka, którą nazwano przyżyciową spektrofotometrią gałki ocznej^{5,6}. Przy zachowaniu określonych warunków (brak zmian w rogówce i na dnie oka) metoda ta pozwala na ocenę przezroczystości soczewki. Przeprowadzone badania doświadczalne wykazały, że metoda ta umożliwia wykrycie zmian w soczewce przed pojawieniem się klinicznie widocznych zmętnień⁷. Otrzymane w tej metodzie wyniki zależą jednak nie tylko od przezroczystości soczewki ale także od transmisji światła przez rogówkę i ciało szkliste, absorpcji światła przez barwniki oka oraz odbicia na granicach ośrodków⁸. W związku z tym w niniejszej pracy postanowiono porównać wyniki przyżyciowej spektrofotometrii gałki ocznej u osób z prawidłową soczewką z tymi jakie uzyskano u chorych z bezsoczewkowością oraz u chorych po operacji usunięcia zaćmy i wszczepieniu sztucznej soczewki. Miało to na celu stwierdzenie jaki jest udział soczewki w otrzymanych wynikach oraz zbadanie właściwości optycznych soczewek wewnątrzgałkowych po ich wszczepieniu do gałki ocznej.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono na 14 pacjentach po operacji wewnątrzrobowkowego usunięcia zaćmy oraz na 16 chorych po operacji zewnątrzrobowkowego usunięcia zaćmy połączonego z wszczepieniem sztucznej soczewki do tylnej komory oka. Wszczepione soczewki nie posiadały filtru promieniowania nadfioletowego. Badania wykonywano przynajmniej po 3 miesiącach od momentu operacji, kiedy minęło całkowicie pooperacyjne podrażnienie gałki ocznej. Wiek chorych w obu grupach wahał się od 40 do 70 lat. Badaniem okulistycznym nie stwierdzono u nich żadnych zmian w rogówce, ciele szklistym i siatkówce. Grupę kontrolną stanowiło 48 osób

Pracę wykonano w ramach resortowego programu badawczego RR I.10/7

Z Kliniki Okulistycznej AM w Lublinie, kierownik: prof. dr med. Kazimierz Gerkowicz

Reprint requests to: Prof. dr med. Marek Prost, ul. Chmielna 1; 20-079 Lublin, Poland

MAREK PROST, KAZIMIERZ GERKOWICZ, WOJCIECH KATSKI, MAREK GERKOWICZ i DARIUSZ JĘDRZEJEWSKI

Wpływ usunięcia soczewki na wyniki przyżyciowej spektrofotometrii gałki ocznej

INFLUENCE OF CATARACT EXTRACTION ON THE RESULT OF IN VIVO SPECTROFOTOMETRY OF THE EYE

The authors compared the results of in vivo spectrophotometry of the eye in persons with a normal lens, in patients with aphakia and after an operation of intraocular lens implantation. The results received show that in the range of 400-500 μm half of the light registered by the spectrophotometer is connected with the lens in the eye. This speaks for the assumption that in vivo spectrophotometry in this range of the wave length may be one more method enabling an objective evaluation of the transparency of the lens. In the case of patients after operation of implantation of an intraocular lens the quantity of the light reaching the retina is only slightly larger than in persons with a normal lens.

HASŁA: spektrofotometria gałki ocznej, gałka zdrowa, bezsoczewkowość, pseudofakia

KEY WORDS: spectrophotometry of the eye, healthy eye, aphakia, pseudophakia

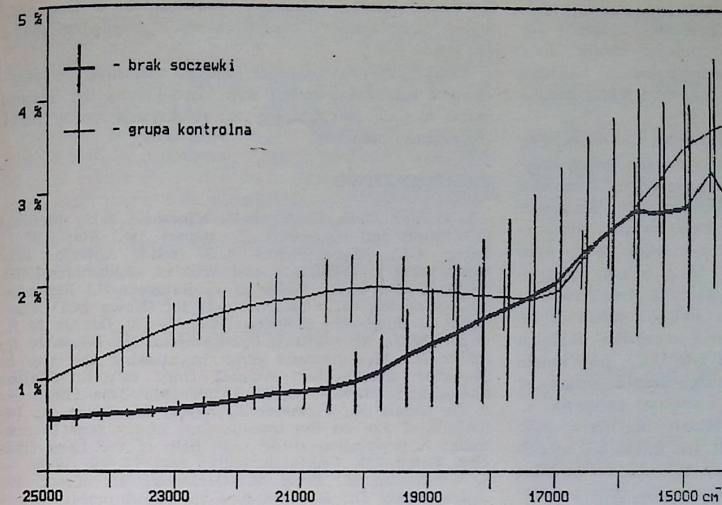
bez żadnych zmian w soczewce oraz innych częściach gałki ocznej w wieku od 40 do 70 lat. Proporcje wiekowe we wszystkich trzech badanych grupach były podobne. Ocenę przezroczystości soczewki przeprowadzono przy pomocy przyżyciowej spektrofotometrii gałki ocznej dla długości fali 25000-14200 $1/\text{cm}$ (400-700 μm) za pomocą metody opisanej uprzednio^{5,6}. Z otrzymanych krzywych określano wartość wskaźników ilości światła odbieranego dla 28 długości fali. Zakres wartości wskaźników wynosił 0-5% i był odczytywany co 0.05%. Analiza otrzymanych wyników polegała na wyznaczeniu częstości wystąpienia oraz średniej i odchylenia standardowego.

WYNIKI

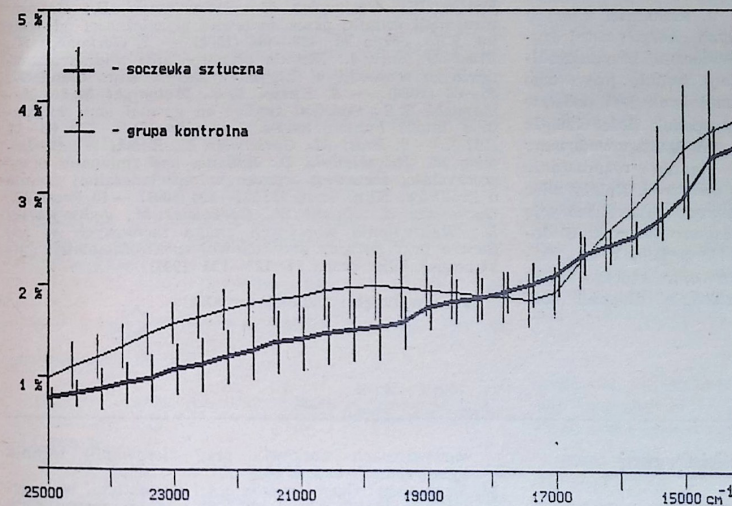
Porównanie wyników uzyskanych w grupie chorych z bezsoczewkowością oraz grupy kontrolnej wykazało znaczne różnice w wartościach wskaźników ilości światła odbieranego w zakresie 400-510 μm (ryc. 1).

Np. przy 450 μm średnia ilość światła odbieranego w grupie z bezsoczewkowością wynosiła 0.72% zaś w grupie kontrolnej 1.75%. Powyżej 550 μm nie stwierdzano różnic między obu badanymi grupami. W zakresie 400-500 μm obserwowano przy tym bardzo mały rozrzut wyników w grupie z bezsoczewkowością, który wzrastał bardzo znacznie powyżej 500 μm .

W grupie pacjentów z wszczepioną soczewką ilość światła odbieranego w zakresie 400-510 μm była nieco niższa, przy czym różnice te nie były istotne statystycznie lub były na granicy istotności (ryc. 2). Powyżej 510 μm wyniki w obu grupach były podobne.



Ryc. 1. Średnie wartości wskaźników ilości światła odbieranego w grupie z bezsoczewkowością oraz w grupie kontrolnej. Pionowe linie na krzywych odpowiadają odchyleniu standardowemu.



Ryc. 2. Średnie wartości wskaźników ilości światła odbieranego w grupie pacjentów z wszczepioną sztuczną soczewką oraz w grupie kontrolnej. Pionowe linie na krzywych odpowiadają odchyleniu standardowemu.

Należy zaznaczyć, że zarówno w grupie z bezsoczewkowością jak i z wszczepioną soczewką nie obserwowano się niewielkiego spadku ilości światła odbieranego w zakresie 520-580 μm jaki stwierdzało się zawsze w grupie kontrolnej (ryc. 1 i 2).

OMÓWIENIE

Przeprowadzone w niniejszej pracy przy pomocy przyżyciowej spektrofotometrii gałki ocznej badania wykazały znaczne różnice w otrzymanych wynikach w zakresie 400-510 μm między grupą pacjentów z bezsoczewkowością a grupą kontrolną składającą się z osób, u których nie było zmian w soczewkach. Wskazuje to więc na to, że w tym zakresie długości fali około połowa ilości światła odbieranego przez spektrofotometr związana jest z obecnością w oku soczewki. Jest to spo-

wodowane przypuszczalnie przez rozproszenie światła przez białka soczewki oraz jego odbicie na jej powierzchni⁹. Równocześnie w zakresie 400-510 μm obserwowano bardzo małe odchylenie standardowe, co wskazuje na to, że indywidualne różnice np. w ilości barwnika na dnie oka, transmisji przez rogówkę i ciało szkliste mają niewielki wpływ na kształt otrzymanej krzywej. Wyniki te przemawiają więc za tym, że w tym zakresie długości fali przyżyciowa spektrofotometria gałki ocznej jest metodą nadającą się do oceny stopnia przezroczystości soczewki.

Wykonane przez nas poprzednio badania pozwoliły na stwierdzenie, że dla oceny przezroczystości soczewki najbardziej właściwe będzie skoncentrowanie badania na środkowej części widma widzialnego (460-560 μm)⁵. Wyniki uzyskane z obecnej pracy wskazują, że dokładniejsze wyniki będzie można otrzymać przy badaniu w

zakresie 460-510 μm . W tym zakresie długości fali większa część światła odbieranego pochodzi z samej soczewki. Poniżej 460 μm na otrzymany wynik duży wpływ mają zmiany w soczewce związane z wiekiem, które przy dłuższych długościach fali są o wiele mniejsze⁴.

Przeprowadzone badania wykazały również niewielką różnicę w ilości światła odbieranego między grupą kontrolną a pacjentami z wszczepioną sztuczną soczewką wewnątrzgałkową po zewnątrztorebkowym usunięciu zaćmy. W przypadku wszczepów ilość światła odbieranego była nieco mniejsza, przy czym różnica ta była niewielka i tylko w zakresie 425-465 μm była na granicy istotności statystycznej. A więc w tym zakresie długości fali nieco większa część światła docierała do siatkówki niż u osób z prawidłową soczewką. Różnica ta nie wydaje się jednak być na tyle duża, aby mogło to być przyczyną częstszego występowania zmian w płance po operacji wszczepienia sztucznej soczewki.

W grupie kontrolnej u wszystkich badanych osób obserwowano w zakresie 520-580 μm niewielki spadek ilości światła odbieranego. Zmiany tej nie stwierdzono w grupie pacjentów z bezsoczewkowością oraz wszczepioną sztuczną soczewką wewnątrzgałkową. Wydaje się więc, że jest ona charakterystyczna dla soczewek ocznych. Występowała ona również u większości chorych z zaćmą początkową¹⁰. U pozostałych chorych z tej grupy zmiana ta była nieco mniej widoczna, przypuszczalnie wskutek zmian w rozpraszaniu światła przez tego rodzaju soczewki. W chwili obecnej brak jest podstaw do przypuszczeń, że obserwowany spadek ilości światła odbieranego w zakresie 520-580 μm jest spowodowany przez selektywne zmniejszenie stopnia rozpraszania światła przy tych długościach fali świetlnej. Należy więc raczej sądzić, że jest to spowodowane przez absorpcję światła przez znajdujący się w soczewce barwnik. W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono jednak informacji o istnieniu w soczewce oka barwnika, którego szczyt absorpcji wypadalby w tym zakresie długości fali.

Barwniki, których obecność stwierdzono w soczewce wykazywały bowiem szczyt absorpcji pomiędzy 400 a 500 μm ⁸.

Wyniki przeprowadzonych badań, wskazują, że przyżyciowa spektrofotometria gałki ocznej może być jeszcze jedną metodą pozwalającą na obiektywną ocenę przezroczystości soczewki.

PIŚMIENNICTWO

1. *Datiles M.B., Kador P.F., Kinoshita J.H.*: Medical prevention and treatment of cataract. (w:) *Stark W.J., Terry A.C., Maumenee A.E.* (red.): Anterior segment surgery. (Williams and Wilkins, Baltimore 1987).
2. *Datiles M.B., Podor M.J., Edwards P.*: Reproducibility of the early cataract detector (Kowa ECD 2000). *Ophthalm. Surg.* 19: 664-666 (1988).
3. *Datiles M.B., Podor M.J., Sperduto R.D., Kashima K., Edwards P., Hiller R.*: Measurement error in assessing the size of posterior subcapsular cataract from retroillumination photographs. *Invest. Ophthalm.* 30: 1848-1854 (1989).
4. *De Natale R., Flammer J., Zulauf M., Bebie T.*: Influence of age on the transparency of the lens in normals: A population study with help of the Lens Opacity Meter 701. *Ophthalmologica* 197: 14-18 (1988).
5. *Gerkowicz K., Prost M., Gerkowicz M., Kątski W., Jędrzejewski D.*: Badania nad zmianami przezroczystości soczewek u osób zagrożonych rozwojem zaćmy. *Klin. oczna* 93: 325-328 (1991).
6. *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).
7. *Gerkowicz K., Prost M., Zuk J.*: Metoda otrzymywania widma absorpcyjnego soczewki u chorych z zaćmą. *Klin. oczna* 90: 65-66 (1988).
8. *Kurzel R.B., Wolbarsht M.L., Yamanashi B.S.*: Spectral studies on normal and cataractous intact human lenses. *Exp. Eye Res.* 17: 65-71 (1973).
9. *Prost M., Gerkowicz K., Kątski W., Gerkowicz M., Jędrzejewski D.*: Badania nad zmianami przezroczystości soczewek ocznych w doświadczalnej zaćmie u królików. *Klin. oczna* 93: 321-324 (1991).
10. *Prost M., Gerkowicz K., Kątski W., Gerkowicz M., Jędrzejewski D.*: Wykrywanie wczesnych zmian zaćmowych w soczewce przy pomocy przyżyciowej spektrofotometrii gałki ocznej. *Klin. oczna* 94: 123-125 (1992).

Praca wpłynęła: 2.02.1991 (nr 5721).

W następnym zeszycie Kliniki Ocznej

- J. Nawrocki, K. Rydzynski, Z. Nawrocka i S. Sporny: Badanie wpływu oleju sylikonowego o różnej lepkości na strukturę przedniego odcinka gałki ocznej
- A. Gierek-Lapińska, S. Bolek, B. Kamińska-Olechnowicz i R. Wojciechowska: Stan śródbłonki rogówki po operacjach usunięcia zaćmy w badaniach kontaktowym mikroskopem endotelialnym
- P. Jaśkowski i A. Styszyński: Spontaniczne złudzenie Pulfricha u pacjentów z dysfunkcją nerwu wzrokowego
- P. Sobolewski: Morfologia zmian zapisu wzrokowych potencjałów wywołanych u chorych na stwardnienie rozsiane
- Z. Krawczykowa, R. Goś, M. Góralczyk i A. Pełka-Nowakowska: Objawy oczne w niedrożności tętnicy szyjnej wewnętrznej
- M. Kmera-Muszyńska i T. Kętk: Wartość prognostyczna próby leczenia stosowanej w okresie przedoperacyjnym u chorych z pierwotnym odwarstwieniem siatkówki
- M. Starzycka i A. Górniak-Bednarz: Zastosowanie foto-koagulacji w operacjach odwarstwienia siatkówki
- M. Starzycka, A. Bednarz i A. Sobieraj: Prawdopodobieństwo powodzenia operacji w bardzo ciężkich od-

- warstwieniach siatkówki przy stosowaniu technik wglabających twardówkę
- M. Szymańska: Ocena przydatności witrektomii w leczeniu retinopatii cukrzycowej w stadium rozrostowym
- A. Gierek-Lapińska, S. Gierek-Kalicka i M. Formińska-Kapuścik: Ocena zastosowania lasera typu excimer w leczeniu stanów zapalnych rogówki oraz skrzydlików
- B. Kamińska-Olechnowicz, R. Wojciechowska, S. Błażewicz i A. Powroźnik: Zastosowanie nowego modelu keratoprotezy z kompozytu węglowego w leczeniu ciężkich bielm po operacjach rogówki
- J. Szaflik, W. Romaniuk, E. Wylęgała i J. Jasińska: Keratoplastyka warstwowa w leczeniu skrzydlika narutowego
- J. Szaflik, W. Romaniuk, E. Wylęgała i J. Jasińska: Keratoplastyka drążąca w bielmacie pooperacyjnych rogówek w materiale własnym
- M. Okuniewska-Kalicka, E. Dróbecka-Brydak i K. Semenićki: Obuoczny zespół Purtschera
- H. Kasprzak, A. Sinkiewicz i K. Kącki: Jednostronny wytrzeszcz w przebiegu krwaka nadtwardówkowego
- A. Dąbrowska: Rozmiękanie przebijające twardówki - pomyślny wynik leczenia Solcoserylem
- M. Krause, E. Mrukwa i A. Zawojcki: Co to jest pole widzenia?

JUŻ pierwsze wszczepienie sztucznej soczewki wewnątrzgałkowej, dokonane przez *Ridley'a* (1949 r.), wykazało konieczność obliczania mocy sztucznej soczewki. Pacjent z pierwszą sztuczną soczewką miał wadę refrakcji: sph. - 18 D, cyl. -6 D oś 120° we¹.

Obecnie w obliczaniu mocy sztucznych soczewek oprócz formuły teoretycznej, zaproponowanej przez *Binckhorsta* i innych¹, stosuje się z dobrymi wynikami formułę empiryczną SRK podaną przez *Sandera*, *Retzlaffa* i *Kraffa*. Wzór SRK powstał z analizy statystycznej próby liczącej ponad 2500 przypadków¹.

Przedstawione w pracy wzory matematyczne związane z formułą SRK wyprowadzono w oparciu o wzór²:

$$RS = \frac{A - 2,5 L - 0,9 K - \text{Preal}}{0,0875 \cdot A - 8,55} \quad (1)$$

gdzie

A — stała dla soczewki przedniokomorowej podana przez producenta,
L — długość gałki ocznej w mm,
K — moc rogówki w dioptriach,
Preal — moc soczewki wszczepionej,
RS — wada refrakcji po wszczepieniu.

Wartość stałej A podaną dla danego typu soczewki chirurg może zmienić (*surgeon factor*) A — A', jeżeli refrakcja oka po operacji nie jest taka jak wynika to z obliczeń przedoperacyjnych, co może być zależne między innymi od indywidualnej techniki wszczepienia, stosowanej techniki biometrii oka.

Korzystając z wzoru (1) obliczamy zmianę A w zależności od RS:

$$\frac{dA}{dRS} = 0,0875 \cdot A - 8,55 \quad (2)$$

Następnie korzystając z (2) obliczamy A' przyjmując, że znamy wartość różnicy refrakcji otrzymanej i spodziewanej Dev:

$$\text{Dev} = RS - RS' \quad (3)$$

$$A' = A + \frac{dA}{dRS} \cdot \text{Dev} = A + (0,0875 \cdot A - 8,55) \cdot \text{Dev} \quad (4)$$

podstawiamy (3) i (1):

$$A' = A + (0,0875 \cdot A - 8,55) \cdot \left(RS - \frac{\text{Prsk} - \text{Preal}}{0,0875 \cdot A - 8,55} \right)$$

otrzymując:

$$A' = A + 0,0875 \cdot A \cdot RS - 8,55 \cdot RS - \text{Prsk} + \text{Preal} \quad (5)$$

gdzie Prsk — moc soczewki obliczonej dla emmetropii.

Celem pracy było praktyczne ustosunkowanie się do możliwości zmiany adaptacyjnej wartości współczynnika A (A → A') w okresie bezpośrednim po wszczepieniu sztucznej soczewki wewnątrzgałkowej. Na podstawie obserwacji klinicznych założono, że w okresie bezpośrednim po wszczepieniu soczewki, a nawet późniejszym, refrakcja oka nie jest ustabilizowana.

MATERIAŁ I METODYKA

U 38 chorych ze wszczepioną soczewką przedniokomorową typu *Pannu*, której moc obliczano metodą SRK

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

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

ANDRZEJ SZYMAŃSKI i ANDRZEJ ZAWOJSKI

Formuła SRK w obliczaniu mocy sztucznej soczewki wewnątrzgałkowej przedniokomorowej

THE SRK FORMULA IN CALCULATING THE POWER OF ARTIFICIAL INTRAOCULAR ANTERIOR CHAMBER LENS

Presented is the evaluation of the usefulness of the SRK formula for the calculation of the power of the intraocular anterior chamber lens of *Pannu* type. This accuracy is characterised by the value of the postoperative deviation of refraction of the operated eye. It has been noticed that the value of this deviation is fluctuating in the early postoperative period. Its stabilization comes out not before the 6th-9th month after surgery. This points out to the necessity of calculating the correcting coefficient A for the SRK formula into the late postoperative period.

HASŁA: zaćma, soczewka przedniokomorowa, formuła SRK

KEY WORDS: cataract, anterior chamber lens, SRK formula

badano ostrość wzroku odnotowując wadę refrakcji Rs w okresach 2 tygodnie, 3, 6 i 9 miesięcy po operacji. Następnie obliczano bezwzględne odchylenie refrakcji Dev, które, jako różnica refrakcji otrzymanej i refrakcji spodziewanej, zgodnie z wyprowadzonymi wyżej wzorami charakteryzuje dokładność formuły do obliczenia mocy wszczepionej soczewki:

$$\text{Dev} = RS - RS'$$

gdzie: Rs — stwierdzona wada refrakcji po wszczepieniu mierzona w płaszczyźnie okularów w dpt, RS' — spodziewana pooperacyjna wada refrakcji.

Ocenę niezborności pominięto, podobnie jak inni autorzy analizujący problem przydatności formuły SRK^{1,2}.

WYNIKI

Dla wygody analizie poddano bezwzględną wartość Dev. Wyniki zamieszczono w tab. 1. Średnia Dev w 2 tygodniu po operacji wynosiła 1,89; w 3 miesiącu 1,59; w 6 miesiącu 1,15 a w 9 miesiącu 1,13.

Test par obserwacji porównujący Dev w 2 tyg. (n = 38, \bar{x} = 1,88) i Dev w 3 mies. (n = 38; \bar{x} = 1,59) dał znamiennej średnią różnicę równą 0,29; wartość statystyki t = 3,556 i poziom istotności 0,0011 (p < 0,05).

Porównanie wartości Dev uzyskanych w 3 miesiącu po operacji (n = 38; \bar{x} = 1,59) i w 6 miesiącu po operacji (n = 38; \bar{x} = 1,15) dało znamiennej średnią różnicę równą 0,44; wartość statystyki t = 6,7; istotność testu 0,00 (p < 0,05). Porównanie wartości Dev w 6 miesiącu i w 9 miesiącu (n = 38; \bar{x} = 1,13) dało nieistotną średnią różnicę 0,02; wartość statystyki t = 0,77; istotność testu 0,45 (p > 0,05).