

(160)

Nowe możliwości indywidualnego dopasowania soczewek kontaktowych twardych z użyciem programów komputerowych oraz wideokeratografii (CVK)

New possibilities of individual fitting of hard contact lenses with use of computer programs and videokeratography (CVK)

Piotr Jaworski, Dorota Wyględowska-Promieńska, Stanisława Gierek-Ciaciura

Z N. Z. O. Z., Centrum Soczewek Kontaktowych LENS-MED w Katowicach
Kierownik: lek. med. Piotr Jaworski

Summary: The aim of the following paper is to evaluate possibilities of modern computer technologies and CVK in fitting of hard contact lenses in difficult cases of keratoconus or in order to improve their tolerance. 425 patients were examined (761 eyes) 289 men and 135 women, age – between 11 and 56 years of life, giving the average of 26 years. Evaluation was carried out by means of retrospective method, analyzing the effect of fitting in the 2nd and 3rd stage of keratoconus, advancement in the Amsler and Muckenchnir's scale. The procedure involved the technique of parallel application to the cornea. Computer technique enabled fast and precise fitting of lenses in difficult cases.

Słowa kluczowe: soczewki kontaktowe twarde wielokrzywiznowe, stożek rogówki; wideokeratografia.

Key words: hard multicurvature contact lenses, keratoconus, videokeratography.

Procedura dopasowywania soczewek kontaktowych w stożku rogówki obejmuje wiele schematów postępowania. Początkowo uważano, że dopasowanie płaskie zgniatające stożek rogówki jest optymalne i hamuje rozwój stożka, a nawet powoduje jego cofanie się (8). Obecnie wiadomo, że taka aplikacja soczewek, pomimo że daje bardzo dobrą poprawę ostrości wzroku pacjenta, jest szkodliwa.

Rozwój techniki doprowadził do kolejnych zmian w filozofii dopasowania soczewek kontaktowych i tak pojawiły się propozycje doboru stromego. Polegał on na osadzeniu soczewki bez dotknięcia szczytu stożka rogówki. Takie postępowanie doprowadzało do znacznego spadku ruchomości soczewki i jej zasysania. Gromadzące się produkty przemiany materii i złączone komórki nabłonka sukcesywnie pogarszały stan i tak patologicznie zmienionego epitelium (8). W wyniku braku efektywności tej metody zaczęto polecać dopasowanie trójpunktowe. Główna siła przylegania soczewki spoczywała na jej obwodzie, centralna zaś dotykała szczytu stożka. Ta idea spowodowała rozwój soczewek wielokrzywiznowych keratonicznych (3,4,8,9). Nie są one jednak pozbawione wad, mają zwykle małą średnicę i wąską strefę optyczną, co w rezultacie pozwala na dość dobre dopasowanie. Ostrość wzroku pacjentów nie osiąga jednak satysfakcjonującego poziomu (3,7,10).

W celu osiągnięcia prawidłowego dopasowania soczewek kontaktowych powszechnie stosuje się metodę topometryczną (3,4),

pozwalającą na określenie wartości promieni brzegowych. Pomiaru dokonuje się na zwykłym oftalmometrze, z tym że punkt fiksacji oka badanego przenosi się w 4 podstawowych kierunkach zgodnych z głównymi przekrojami rogówki. Właściwe byłoby podczas dalszych obliczeń korzystanie z fiksatorów, które tworzyłyby kąt równy 30° pomiędzy osią widzenia a oftalmometrem. W momencie, kiedy pacjent obserwuje fiksator, dokonujemy pomiaru promienia strzałkowego obwodowej części rogówki. Tą metodą możemy określić stopień spłaszczenia rogówki na obwodzie, co umożliwi wstępny wybór asfery czy też promieni brzegowych (6).

$$\varepsilon = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r_0}{r_s}\right)^2}$$

ε – miara spłaszczenia rogówki (mimośrodu)

r_0 – promień centralny

r_s – promień brzegowy

Ze względu na polimorfizm stożka osiągnięcie prawidłowego dopasowania soczewek w centrum i na obwodzie zmusza praktyka do posiadania wielu zestawów próbných, czasochłonnego dopasowywania różnych geometrii soczewek i do oceniania za każdym razem obrazu fluoresceinowego po zastosowanych zmianach. Procedura ta często wiąże się z koniecznością zamawiania soczewek

próbnych, co dodatkowo wydłuża czas otrzymania aplikacji docelowej i powoduje wzrost kosztów (3,4).

Przełamanie bariery technologicznej i skonstruowanie komputerowych wideokeratometrów stanowiło przełom w idei dopasowania soczewek kontaktowych. Uzyskane dokładne wartości keratometryczne (1) w badaniu CVK pozwoliły na maksymalnie równoległe dopasowanie do płaskiego południka rogówki. Obecnie nowoczesne wideokeratografy, wyposażone w odpowiednie oprogramowanie, pozwoliły znacznie uprecyzynić dopasowanie soczewek. Dały możliwość dowolnego, wirtualnego modelowania soczewki próbnej i „przymierzania” jej na rogówkę pacjenta. Opisana procedura umożliwiła rozwój soczewek bitorycznych keratoconicznych wielokrzywiznowych, o indywidualnie projektowanej geometrii (4,5,7).

Celem tej pracy jest ocena możliwości wykorzystania nowoczesnej techniki komputerowej soczewek z użyciem wideokeratografów do dopasowania soczewek kontaktowych twardych w trudnych przypadkach stożka rogówki lub poprawienia ich tolerancji.

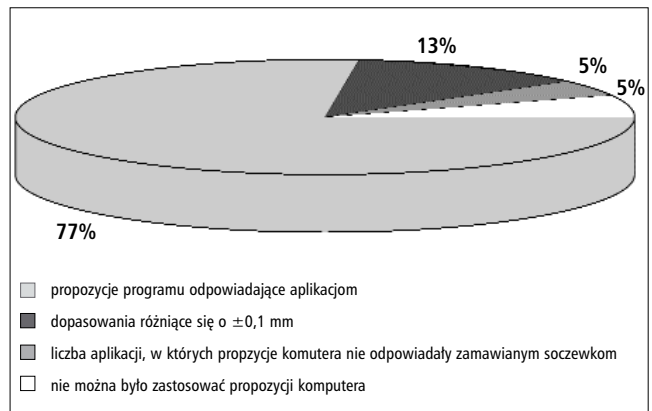
Materiał i metodyka

Materiał stanowiło 425 pacjentów (761 oczu) 289 mężczyzn i 136 kobiet w wieku między 11. a 56. rokiem życia (średnio 26 lat). Ocenę przeprowadzono metodą retrospektywną, analizując efekty dopasowania w 2. i 3. stopniu zaawansowania stożka rogówki według skali Amslera i Muckenkirna. Procedura obejmowała technikę maksymalnie równoległej aplikacji do rogówki. W przedstawionym materiale badania 89 wykonano na wideokeratografie komputerowym sprzężonym z oprogramowaniem do doboru soczewek. Stosowano twarde soczewki rogówkowe. Dopasowanie rozpoczynano od wykonania topografii rogówki. Dokonywano analizy uzyskanych wartości keratometrycznych, oceniając jednocześnie propozycję geometrii soczewki próbnej, przedstawionej przez oprogramowanie. Z uzyskanych danych wybierano wersję najbardziej optymalną. Następnie zakładano na rogówkę pacjenta soczewkę próbną i oceniano w biomikroskopie obraz fluoresceinowy (podobnie jak w metodzie topometrycznej). W przypadku zadowolających parametrów wyliczano moc optyczną docelowej soczewki i badano ostrość wzroku. Kolejnym etapem po otrzymaniu od producenta właściwej soczewki była ocena prawidłowości doboru poprzez analizę biomikroskopowego obrazu fluoresceinowego. Badania kontrolne, obejmujące ocenę ostrości wzroku, obraz fluoresceinowy i odcinka przedniego w biomikroskopie, topografię rogówki przeprowadzono po 1., 3. miesiącu od aplikacji i co 6 kolejnych miesięcy. Okres obserwacji wyniósł 2 lata.

Z 761 przypadków aplikacji soczewek kontaktowych twardych 587 pokrywało się z propozycją komputera. W 97 przypadkach zaaplikowane soczewki miały parametry różne od proponowanych, jednakże odchylenia BC (krzywizny podstawy) nie przekraczały 0,1 mm. W 41 przypadkach odchylenia były istotne i zupełnie nie odpowiadały propozycjom komputera. W 36 przypadkach ze względu na złą jakość topografii nie można było zastosować tej techniki doboru soczewek (ryc. 1).

Z grupy 684 przypadków aplikacji soczewek dokonanych na podstawie propozycji programu wyodrębniono grupę 67 przypadków, w których pacjenci skarżyli się z powodu braku komfortu lub mieli problemy z przewlekłymi erozjami w obrębie szczytu stożka.

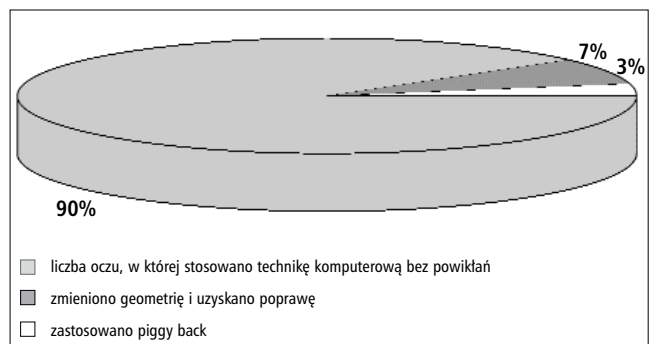
W tych przypadkach ponownie przeprowadzono aplikacje soczewek kontaktowych, poprawiając geometrię soczewki. Zmian wartości krzywizn podstawy dokonywano wyłącznie na podstawie



Ryc. 1. Trafność proponowanej geometrii soczewki na podstawie propozycji programu.

Fig. 1. Accuracy of proposed lens geometry based on the program's offer.

symulacji komputerowej. Modyfikacja krzywizn soczewki na obwodzie czy też wprowadzenie soczewek bitorycznych spowodowało poprawę stanu rogówki i komfortu noszenia oraz zmniejszyło do minimum resztkową wadę refrakcji. Spośród 67 przypadków technika ta dała zadowalające efekty u 49 pacjentów. W pozostałych 18 przypadkach, głównie ze względu na problemy z nabłonkiem, zastosowano duo-system (piggy-back) (ryc. 2).



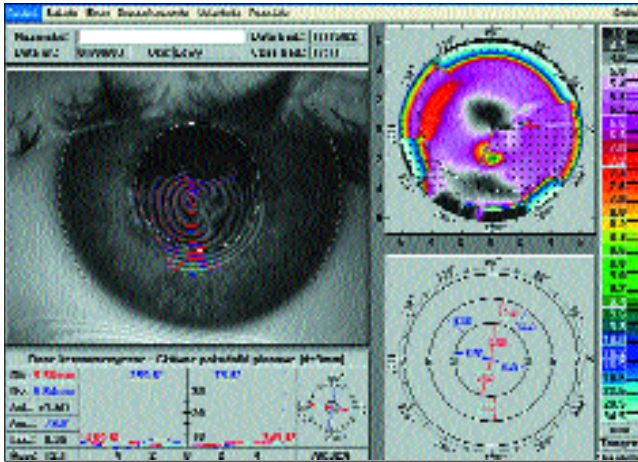
Ryc. 2. Procentowy udział powikłań w podgrupie pacjentów, u których zastosowano technikę komputerową aplikacji soczewek.

Fig. 2. Per cent share of complications in the group of patients to whom computer technique was applied.

Wyniki i omówienie

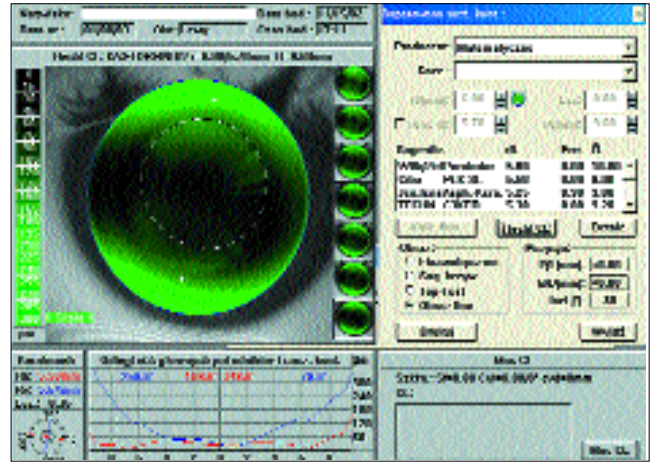
Zastosowanie techniki komputerowej dopasowania soczewek kontaktowych jest dużym ułatwieniem dla lekarza kontaktologa. Trafność proponowanej geometrii soczewki sięgała 77%, a propozycje krzywizn podstawy, których końcowa aplikacja różniła się o blisko 0,1 mm, sięgały 13%, łącznie 90%. System ten zatem znacznie przyspiesza wybór pierwszej soczewki próbnej, zwłaszcza w trudnych przypadkach nieregularności rogówki spowodowanej stożkiem rogówki (ryc. 3,4).

W podgrupie pacjentów, w której wykorzystano wideokeratografię do aplikacji soczewek, stwierdzono konieczność wymiany soczewek w blisko 10% przypadków. Spowodowana ona była głównie przewlekłymi erozjami w obrębie szczytu stożka rogówki. Grupa ta była reprezentowana przez pacjentów z bardzo zaawansowaną chorobą. Zastosowanie soczewek wielokrzywiznowych rogówkowych bitorycznych umożliwia znacznie lepsze osadzenie



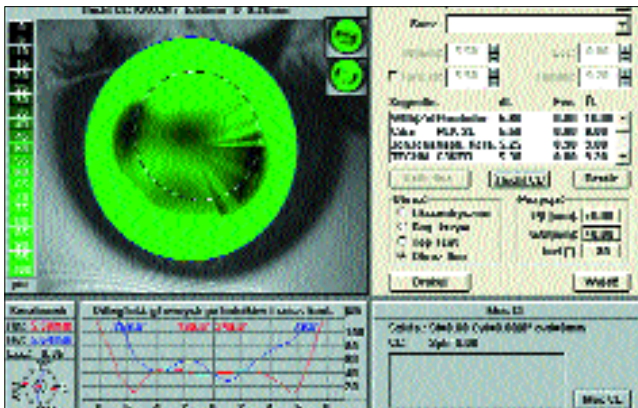
Ryc. 3. Topografia rogówki pacjenta ze stożkiem 3/4 według Amslera z dużą paracentralną blizną.

Fig. 3. Topography of the cornea in the patient with keratoconus of 3/4 (according to Amsler) with a large paracentral scar.



Ryc. 5. Dopasowanie soczewki indywidualnie projektowanej torycznej dla tego samego pacjenta co poprzednio. Prawie idealne równoległe dopasowanie do rogówki (linia czerwona na schemacie poniżej obrazu fluoresceinowego, soczewka taka będzie bardzo dobrze tolerowana oraz zapewni prawidłową centrację i dobre widzenie dzięki możliwości wyrównania astygmatyzmów resztkowych i indukowanych).

Fig. 5. Fitting of a toric lens individually designed for the same patient. Almost perfect fitting with the cornea (red line below the fluorescein picture). Such lenses will be well-tolerated it will give good centration and vision due to the possibility of compensating for residual and induced astigmatism.



Ryc. 4. Prawidłowo dopasowane promienie centralne w soczewce wielokrzywiznowej o standardowych parametrach (symulacja dopasowania dla topografii z ryc. 1). Widoczne znacznie odstające brzegi. Soczewka taka będzie źle tolerowana przez pacjenta, będzie zahaczać o powieki i wypadać z oka.

Fig. 4. Correct fitting of central radius in a multicurvature lens with standard parameters (simulation for the topography in fig. 1). Visible coming off rims. Such lens will be poorly tolerated by the patient, it will catch the eyelid and will also fall out.

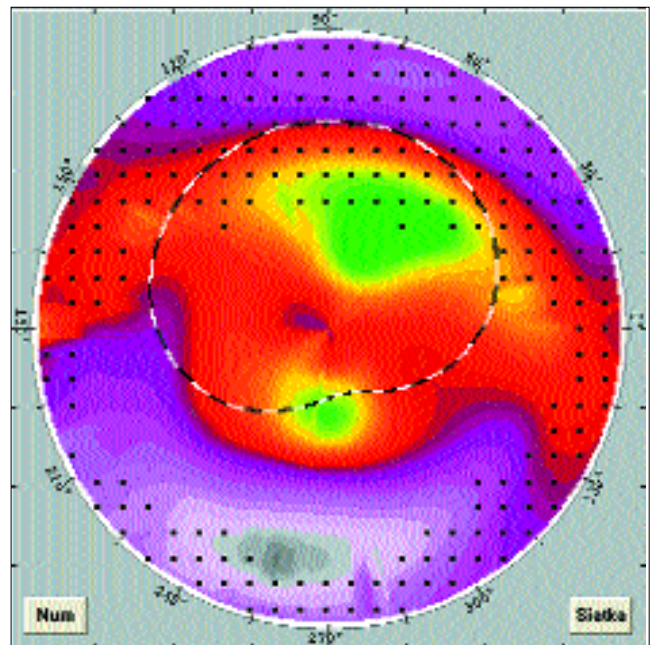
soczewki na oku, ochronę nabłonka i pozwala skorygować w znacznym stopniu współistniejące astygmatyzmy resztkowe (ryc. 5).

Tylko w 3% przypadków nie udało się dopasować soczewek tak, aby całkowicie ochronić epitelium. W tych przypadkach skuteczne okazało się wykorzystanie duo-systemów piggy back.

Rozwój obecnie konstruowanych soczewek zmierza do wykorzystania technik komputerowych w jeszcze większym stopniu i pozwala na stworzenie geometrii soczewek niemożliwych do uzyskania inną techniką (soczewki projektowane kwadrantowo, np. do korekcji zwyrodnienia brzeżnego przezroczystego) (ryc. 6,7,8).

Wnioski

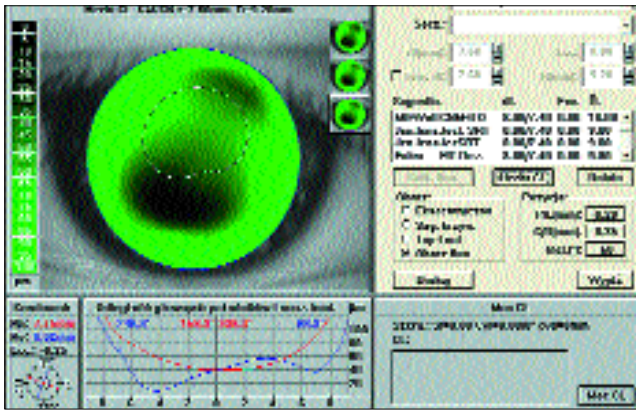
Badanie CVK oraz nowoczesne programy komputerowe pozwalają znacznie przyspieszyć dopasowanie soczewek kontaktowych oraz w niektórych przypadkach – wręcz umożliwić prawidłowe osadzenie soczewki na rogówce.



Ryc. 6. Topografia rogówki pacjenta ze zwyrodnieniem brzeżnym przezroczystym. Na kolejnych rysunkach przedstawione będzie dopasowanie soczewek kontaktowych standardowych oraz indywidualnie projektowanych.

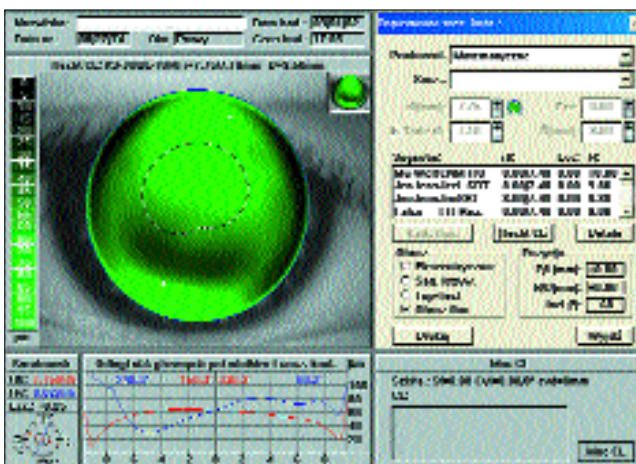
Fig. 6. Topography of cornea in a patient with PMD. The pictures present matching of standard contact lenses and individually designed ones.

Soczewki kontaktowe twarde toryczne rogówkowe dopasowane w trudnych przypadkach pozwalają osiągnąć maksymalnie równoległe dopasowanie, dają możliwość projektowania indywidual-



Ryc. 7. Soczewka wielokrzywiznowa, widoczne odstające brzegi będące przyczyną niskiego komfortu.

Fig. 7. Multicurvatures lens – coming-off edges, which are the cause of low comfort, are visible.



Ryc. 8. Dopasowana soczewka asferyczna toryczna o odwrotnej geometrii (bardziej stroma na obwodzie) pozwala na podniesienie komfortu noszenia, umożliwia utrzymanie się soczewki na oku, ponieważ znosi ryzyko zahaczania się brzegu soczewki o powiekę, oraz pozwala na wyrównanie współistniejących astygmatyzmów resztkowych.

Fig. 8. Fitting of aspheric toric lens with reverse geometry (more steep on the perimeter). It improves comfort and sticks to the eye, because it does not catch the eyelid and compensates for residual astigmatism.

nego w centrum i na obwodzie. Korygują astygmatyzmy resztkowe i indukowane.

Wspomaganie komputerowe redukuje koszty aplikacji i zmniejsza liczbę niezbędnych zestawów próbnych.

PIŚMIENNICTWO: 1. Bürki E.: *Neue Möglichkeiten der Hornhautdiagnostik mit Hilfe der Videokeratometrie*. NOJ, 2001, 10. 2. Gierek-Łapińska A., Wyględowska D., Gierek-Ciaciura S., Mrukwa E.: *Atlas topografii rogówki*. 3. Huppertz H. L.: *Übersicht über verschiedene Anpassetechniken bei Keratoconus*. 1 Freiburger Kontaktlinsen – Forum. 4. Jaworski P.: *Keratoconus – diagnostyka i korekcja*. Kontaktologia i Optyka Okulistyczna, 2001. 5. Kolbegger K.: *Praktische Erfahrungen mit aspharischen Kontaktlinsen bei keratoconus*. 1 Freiburger Kontaktlinsen – Forum. 6. Miller B.: *Vergleich verschiedener Anpassetechniken und Kontaktlinsentypen bei Keratoconus*. 1 Freiburger Kontaktlinsen – Forum. 7. Muckenhirn D.: *Die Anpassung von aspharischen Kontaktlinsen bei Keratoconus unter Berücksichtigung der geometrisch –optischen Verhältnisse der Hornhaut*. 1 Freiburger Kontaktlinsen – Forum. 8. Pankowska B. I., Wojciechowska: *Soczewki kontaktowe*. 9. Sundmacher R.: *Klinische Aspekte des Keratoconus*. 1 Freiburger Kontaktlinsen – Forum. 10. Szymankiewicz S.: *Soczewki kontaktowe korekcyjne i lecznicze powiktania*. Unia, 1997.

Praca wpłynęła do Redakcji 13.03.2003 r. (221).

Adres do korespondencji (Reprint requests to):
Piotr Jaworski
ul. Wiśniowa 10
41-500 Chorzów