

P19

**Witold KORZEKWA^a, Anna KORZEKWA^a, Piotr KORZEKWA^b
i Wojciech MIAZGA^a**

^a PCDL Komed, 42-200 Częstochowa ul. Sobieskiego 54

^b Instytut Fizyki Akademii im. J. Długosza, 42-200 Częstochowa, al. Armii Krajowej 13/15

Morfologia i własności polimerowych soczewek kontaktowych

Celem pracy jest przedstawienie charakterystyki fizyko-chemicznej oraz progresji materiałowej polimerowych soczewek kontaktowych stosowanych u pacjentów Prywatnego Centrum Diagnostyczno-Leczniczego Komed.

W 1939 zakończyła się era szklanej soczewki kontaktowej, po raz pierwszy zastosowane zostały polimery jako tworzywa konstrukcyjne. Pierwszym polimerem syntetycznym zastosowanym jako kontaktowy materiał optyczny był poli/metakrylan metylu/ – PMMA.

Od tego momentu podjęte zostały intensywne badania nad poprawą neutralności biologicznej i chemicznej, wytrzymałości materiałowej, uwodnienia oraz tlenoprzepuszczalności tych polimerów [3, 4].

Wymagania stawiane polimerom okulistycznym były niebagatelne. Obejmowały bowiem szeroką gamę właściwości zarówno:

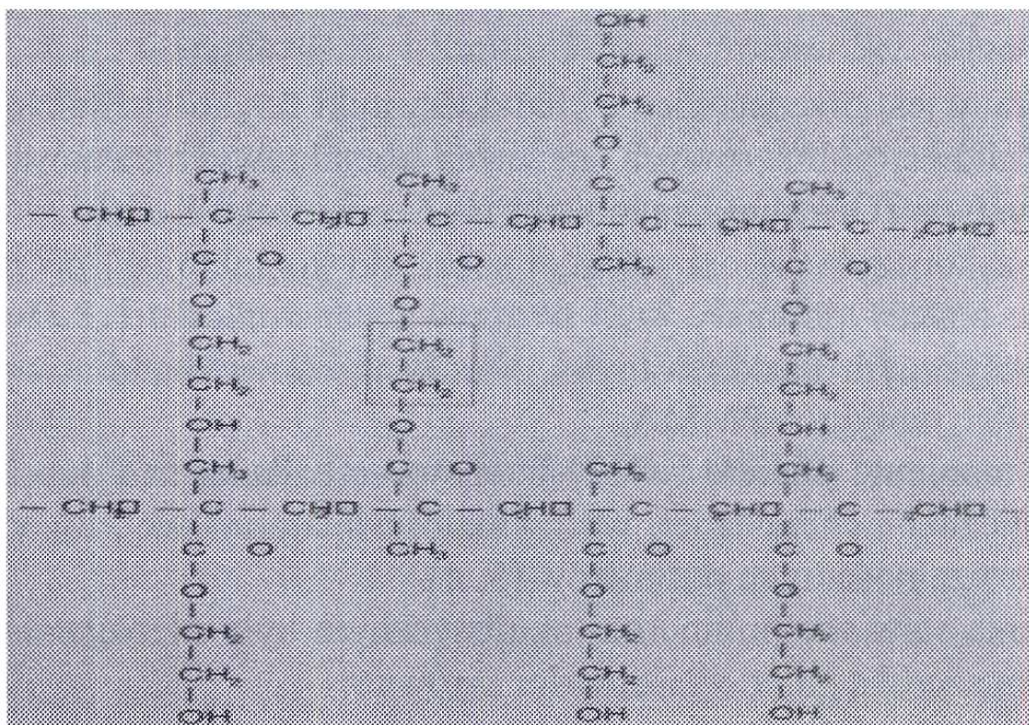
1. biochemicznych:
 - zwilżalność,
 - gazoprzepuszczalność,
 - stabilność w zmiennym pH,
2. biofizycznych:
 - współczynnik załamania,
 - przezroczystość,
3. technologicznych:
 - powtarzalność parametrów,
 - wytrzymałość materiałowa.

Polimery to substancje zbudowane z makromolekuł, cząstek złożonych z dziesiątek tysięcy atomów połączonych wiązaniami chemicznymi. Polimeryczna budowa makromolekuł polega na występowaniu charakterystycznych grup atomów połączonych w długie łańcuchy [1, 5].

Podczas wzrostu temperatury polimeru niektóre łańcuchy zyskując rotacyjne stopnie swobody mogą przyjmować postać zbliżoną konsystencją do gumy. Temperatura przejścia fazowego (T_g) ze stanu stałego (materiał przypomina konsystencją szkło) w „elastyczny” jest cechą charakterystyczną danego polimeru zależną od jego budowy chemicznej.

Polimery, z których zbudowane są soczewki kontaktowe miękkie, mają T_g niższą niż temperatura użytkowania, wskutek czego pozostają elastyczne w temperaturze pokojowej.

Innym sposobem uzyskania wysokoelastycznego polimeru jest plastyfikacja, wprowadzenie do polimeru substancji niereagującej z jego cząsteczkami, ale gwarantującej wytworzenie ogniw obniżających oddziaływania międzycząsteczkowe łańcucha. Plastyfikatorem wielu polimerów jest woda. W środowisku wodnym „suchy” materiał, posiadający hydrofilną grupę hydroksylową, chłonie wodę stając się elastycznym „hydrożelem”.



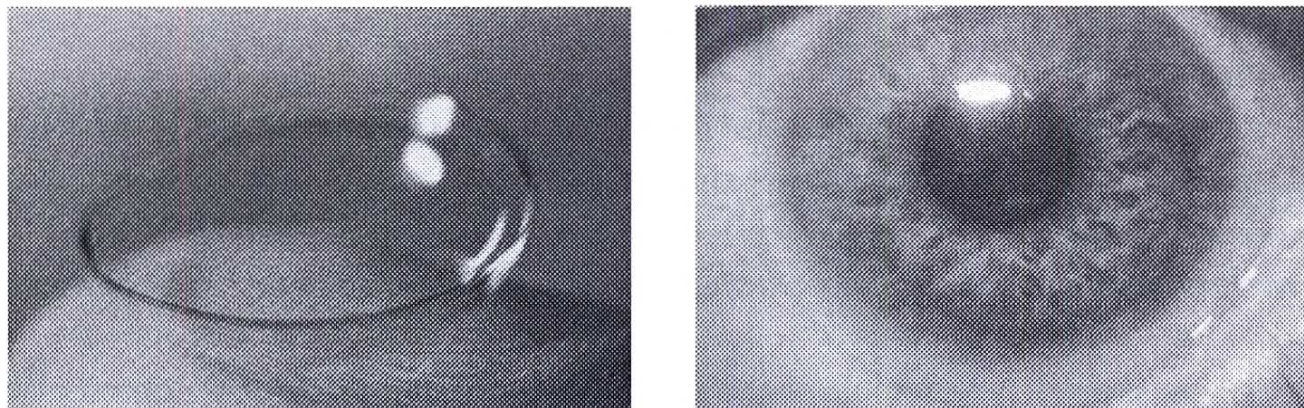
Rys. 1. Wzór chemiczny polimeru soczewkowego

Istnieje wiele grup polimerów stosowanych z różnym powodzeniem w optyce okulistycznej jako materiał soczewek kontaktowych. Wyróżniamy jednak dwie podstawowe grupy, które uzyskały wymagane parametry biologiczne i technologiczne, zapewniające powszechną dostępność i bezpieczeństwo użytkowania:

- twarde gazoprzepuszczalne kopolimery hybrydowe – jako materiał soczewek twardych;
- hydrożele – wykorzystywane do produkcji soczewek miękkich (najnowsze hydrożele silikonowane).

Mimo od dawna znanej teorii na temat budowy sztywnych soczewek gazoprzepuszczalnych, ich synteza chemiczna stała się możliwa dopiero pod koniec

lat 60. Problem tkwił w sposobie połączenia polimeru silikonowego z metakrylanem metylu (MMA). Poznanie techniki ich syntezy zaowocowało uzyskaniem materiału o współczynniku gazoprzepuszczalności nawet kilkanaście razy większym od pierwotnych polimerów. Soczewki produkowane z takich materiałów charakteryzują się wysoką trwałością i dobrymi parametrami optycznymi. Soczewki twarde są niestety mniej komfortowe w użyciu, wymagają dużo większej precyzji doboru, przez co stają się mniej uniwersalne oraz nie osiągają stopnia zwilżalności charakterystycznego dla soczewek miękkich [2,6].



Fot. 1. Widok ogólny polimerowej soczewki kontaktowej

Hydrożele to polimery plastyfikowane wodą. Głównym ich przedstawicielem jest polimetakrylan 2-hydroksyetylowy – PHEMA. Soczewki tego typu charakteryzują się wysoką przezroczystością i przepuszczalnością dla gazów, są elastyczne pozostając jednocześnie odpowiednio wytrzymałe na odkształcenia. Hydrofilowa natura materiału jest, paradoksalnie, pewnego stopnia wadą tych soczewek, ponieważ sprzyja gromadzeniu różnego rodzaju mikroorganizmów i złogów na jego powierzchni. Dlatego soczewki hydrożelowe wymagają specjalnych metod sterylizacji i konserwacji.

Wśród hydrożeli wyróżnić można 3 podstawowe grupy.

- Usieciowane PHEMA, z niewielkim dodatkiem czynnika sieciującego (zwykle dimetakrylanu glikolu etylenowego), co powoduje powstanie sieci. Materiał taki jest stabilny i wytrzymały mechanicznie przy zachowanej gazoprzepuszczalności i uwodnieniu (standardowe uwodnienie 38%).
- Kopolimery usieciowane innym monomerem, np. N-winylopirolidonem, pozwalające na uzyskanie wysokiego uwodnienia (uwodnienie ponad 50%), co pociąga za sobą wyższą tlenoprzepuszczalność.
- Hydrożele sieciowane bez grupy OH, których głównym składnikiem są inne kopolimery. Umożliwiają uzyskanie największego uwodnienia, nawet ponad 80% [3].

W ostatnich latach dostępne stały się również soczewki kontaktowe zbudowane z materiałów fluorosilikonowych. Materiał hydrożelowo-silikonowy zapewnia niespotykaną do tej pory, wysoką tlenoprzepuszczalność soczewki przy jednoczesnym niskim uwodnieniu (niska tendencja do gromadzenia się

złogów). Soczewka pomimo większości parametrów optycznych i fizycznych typowych dla soczewek twardych, pozostaje pod względem elastyczności zbliżona do soczewek miękkich, co zwiększa komfort jej stosowania. Struktura materiału pozwala na pozostawienie soczewki na rogówce podczas snu nocnego, bez ryzyka wystąpienia obrzęku czy innych cech niedotlenienia rogówki. Po serii testów na dużych grupach populacyjnych soczewki o przedłużonym czasie noszenia zyskały aprobatę ośrodków certyfikujących i zostały dopuszczone do użytku jako kolejna udana modyfikacja polimerów użytkowych.

Literatura

1. Langwińska-Wośko, E., Ambroziak, A.-M., *Soczewki kontaktowe w aspekcie dostępności tlenu dla rogówki* (Kontaktol. i Opt. Okul. 2001 79 – 81).
2. Melanowski, W.H., *Optyka Okluzystyczna w Obliczeniach* (PZWL. Warszawa, 1971).
3. Pankowska, B., Wojciechowska I., *Soczewki kontaktowe* (Volumed, Wrocław, 1994).
4. Szaflik, J.P., Ambroziak A.M., Szaflik J., *Terapeutyczne zastosowanie fluoro-silikonowo-hydrożelowych soczewek kontaktowych w wybranych wczesnych wskazaniach pooperacyjnych* (Kontaktol. i Opt. Okul. 2003 68 – 72).
5. Szymankiewicz, S., *Soczewki kontaktowe w praktyce okulistycznej oraz powikłania. Atlas* (Oftal Sp.z o.o., Warszawa 2001).
6. Atala, D., Money, D.J., Arbor, A., *Synthetic Biodegradable Polymer Scaffolds*, (Springer Verlag, Berlin, 1997).