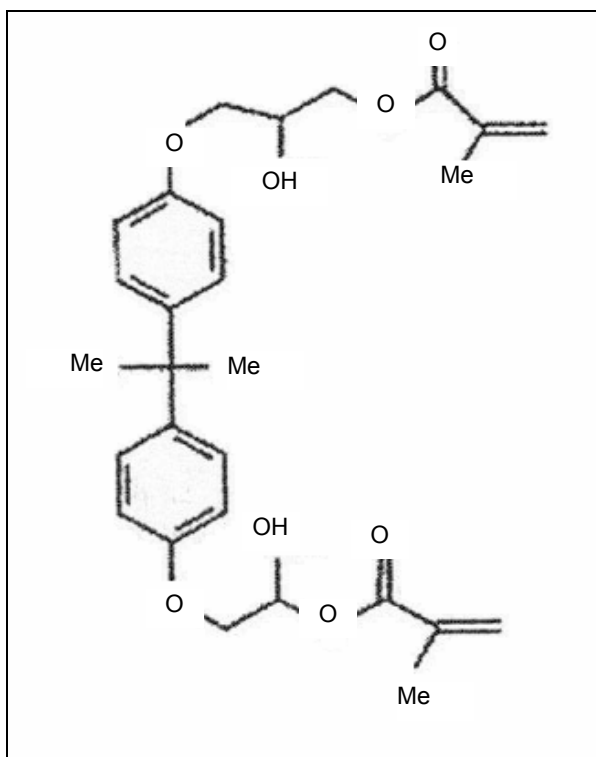


## 4.4 | Speciális polimerek a fogászatban

2.4

*Tárgyszavak: fogászati polimerek; monomer; hígító; módosítás; hiperelágazott polimer; metakrilizálás; karboxilcsoport; foszfonátcsoport.*

A fogászatban széles körben használnak amalgám helyett polimereket, mert ezek esztétikusabbak, jobb az összeférhetőségük az emberi szövetekkel, és ami a legfontosabb, nem tartalmaznak higanyt.



1. ábra A biszGMA szerkezeti képlete

A fogászati beavatkozások gyakori alapanyagai a biszGMA {2,2-bisz[p-(2'-hidroxi-3'-metakril-oxi-propoxi)fenil]-propán} alapú monomerek (1. ábra) és a trietilén-glikol-dimetakrilát (TEGDMA) hígító. Ezeket a monomereket inert

töltőanyagokkal, elsősorban különböző szemcseméret-eloszlású kvarcporokkal keverik, és így műanyagalapú kompozitot hoznak létre. Ilyen anyagokat sikerrel alkalmaznak az esztétikus fogpótlásban, elsősorban elülső fogak esetében. A polimer fogászati anyagok hátránya, hogy kevésbé szilárdak, kevésbé szívósak, és jobban kopnak, mint a hagyományos fémötvözetek. Ezért többféle módon próbálják javítani tulajdonságaikat. A Ohiói Állami Egyetemen (OSU) a szilárdság növelésére dolgoztak ki eljárást, a londoni Fogászati Intézetben (Dental Institute) a Sunderlandi Egyetemen pedig foszfortartalmú szerves monomerek beépítésére dolgoztak ki eljárást.

## **Fogászati anyagok tulajdonságainak javítása hiperelágazott polimer hozzáadásával**

Az OSU-ban kifejlesztettek egy eljárást metakrilátcsoportokat tartalmazó hiperelágazott polimer szintézisére. A hiperelágazott polimer kerekedelmi termék, az új eljárás ennek metakrilizálását teszi lehetővé. Ha ezt a polimert hozzákeverik a szokásos, fényre térhálósodó fogászati polimerhez, abban funkcionális erősítő anyagként hat – növeli a megkeményedett gyanta nyomószilárdságát, csökkenti zsugorodását és vízfelvételét.

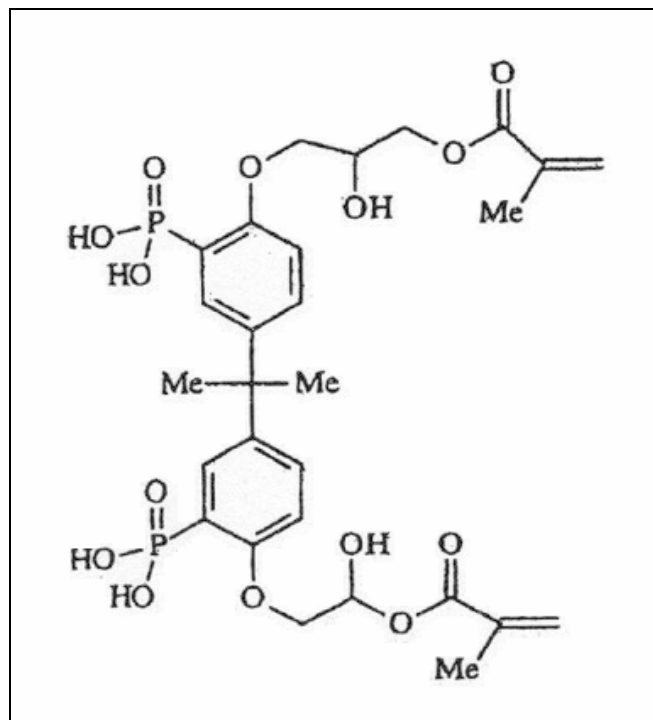
Az új polimer tökéletesen oldódik tetrahidrofuránban, és megfelelő kezelés után olajszerű folyadékká lesz, amely jól elegyedik szerves oldószerekkel, és könnyen bevihető a biszGMA/TEDMA-alapú anyagokba. Ha ehhez az anyaghoz 10% nagy molekulatömegű poli(metil-metakrilátot) adnak, 15,1%-kal csökken a zsugorodás, 28,4%-kal nő a nyomószilárdság. Ha a biszGMA-t multimetakrilizált oligomerrel helyettesítik, a zsugorodás 7,8%-kal, a vízfelvétel 41,5%-kal csökken, a nyomószilárdság 27,2%-kal nő.

## **Foszfortartalmú szerves monomerek fogászatban**

Az 1990-es évek elején új anyagokat vezettek be a klinikai fogászatba, ahol a monomerkeverékbe olyan monomert is adagoltak, amely karboxilcsoportot tartalmazott, és a kvarc egy részét olyan üveggel cserélték ki, amely savval kioldható. Az ennek hatására létrejött anyag képes bizonyos mértékű vízfelvételre és korlátozott mértékben sav-bázis reakciókra is. Az új anyagok képessé váltak fluoridion kibocsátására és vizes tejsav pufferolására – ezek olyan jellemzők, amelyekkel az eredeti keverékek nem rendelkeztek. Az új anyagokat polisavval módosított kompozitoknak is nevezik.

A savas módosításhoz eddig főként alifás szerkezetű monomereket használtak, amelyek szerkezetileg különböztek a módosítatlan kompozitokban alkalmazottaktól. Emiatt a polisavval módosított kompozitok bizonyos fizikai tulajdonságai (többek között kopásállóságuk) rosszabbak lettek, mint az ere-

detieké. Megpróbálkoztak olyan anyagok szintézisével, amelyek szerkezetileg hasonlók a biszGMA-hoz, de savas csoportot tartalmaznak. A karboxilcsoportok helyett inkább foszfonsavcsoportot vittek be. (Foszforsavtartalmú anyagokat eddig is használtak a fogászatban, mert javítják a foganyaghoz való tapadást. Az ilyen anyagokra vonatkozóan Nagy-Britanniában BS EN ISO 9694:1996 jelzéssel szabványt is készítettek.) A 2. ábrán bemutatott szerkezetű, foszfonsavtartalmú monomert a megfelelő dietil-aryl-foszfonsávból állították elő tetrahidrofuranban  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on. Ennek a speciális monomernek a polimerizációs viselkedését vizsgálták a fogászatban általánosan használt iniciátorrendszer jelenlétében, amelyben vannak kémiai (kámforokinon/amin) és fizikai komponensek is (halogénlámpa  $470\text{ nm}$ -s sugárzási maximummal).



2. ábra A biszGMA foszfonsavszármazékának képlete

Fotoinciátorként  $0,2\text{ } \%(m/m)$  kámforkinont és  $0,15\%$  diamino-metil-metakrilátot adtak a folyékony monomerhez, és a reakciót fogászati lámpával ( $75\text{ W}$ -os,  $470\text{ nm}$  sugárzási maximumot mutató halogénlámpával) indították be. A polimerizált mintákat FT Raman spektroszkópiával vizsgálták. A vízfelvételt  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízben, tömegállandóságig mérték. Ezután kiszárították a mintákat, majd újra vizsgálták az egyensúlyi vízfelvételt. Ezzel azt biztosították, hogy az esetlegesen az anyagban maradó, vízdoldható monomerek ne befolyásolják a vízfelvétel értékeit.

A savcsoport beépülését meggyőzően igazolja, hogy míg a biszGMA pH-ja  $6$ , addig a foszfonsavszármazéké  $2$ . A megnövekedett savasságra szükség is

van a savval módosított fogászati kompozitokban. A foszfonsavszármazékot tartalmazó biszGMA monomer és polimer, valamint a normál biszGMA monomer és polimer Raman spektrumait azért vették fel, hogy az alifás C=C kettős kötés ( $1637\text{ cm}^{-1}$ ) és az aromás C-C kötés ( $1600\text{ cm}^{-1}$ ) relatív sávarányából polimerizáció előtt és után megbecsüljék a konverzió mértékét. A mérésekből kiderült, hogy az adott körülmények között a biszGMA 68%-ban, a foszfonált biszGMA 38%-ban alakult át polimerré. Az új monomer képes ugyan a polimerizációra a fogászatban általában használt iniciátorrendszer és kék fény jelenlétében, de a konverzió mértéke jóval kisebb, mint a biszGMA-é. Ez a hatás jellemző a foszfonsavcsoportot tartalmazó monomerekre, mert azok dezaktiválják a szabad gyököket. Ezt részben a foszfonsavcsoport elektronvonzó képességével, részben azzal lehet magyarázni, hogy a delokalizált elektronok eloszlása nem csak a kettős kötésre, hanem a megnövelt méretű molekulára is kiterjed, így csökken a polimerizáció valószínűsége. Minél stabilabb ugyanis a képződött szabad gyök, annál kevésbé valószínű a polimerizáció.

A foszfonsavcsoportot tartalmazó monomer vízfelvétele is nagyobb volt (8,5%), mint a normál biszGMA-é (6,3%), ami a monomer nagyobb polaritásával magyarázható. Felmerül ugyan az is, hogy a kisebb konverzió és kisebb molekulatömeg miatt a foszfonsavszármazéknak nagyobb a szabad térfogata, ami ugyancsak megnöveli az esetleges vízfelvételt, de az elsődleges ok mégis a polaritás növekedése lehetett, mert a vízfelvétel megnőtt a savas csoportokat tartalmazó monomerekből készített kompozitokban is. Erre szükség is van, hogy a savas csoportok a fogászati műanyagban akcióba lépjenek, és kialakuljanak a másodlagos sav-bázis reakciók, amelyek ennek az anyagcsoportnak előnyös tulajdonságait adják.

**(Bánhegyiné Dr. Tóth Ágnes)**

Composite resin dental restoratives modified by methacrylated aliphatic hyperbranched polymers. = The Office for Technology Licensing, <http://techpartners.osu.edu>, 2003. aug. 19.

Adusei, G.; Deb, S.; stb.: Polymerization behavior of an organophosphorus monomer for use in dental restorative material. = Journal of Applied Polymer Science, 88. k. 2. sz. 2003. febr. 4. p. 565–569.

British Standards Institute publications, British Society for Study of Prosthetic Dentistry = [www.derweb.co.uk](http://www.derweb.co.uk), 2003. aug. 19.