



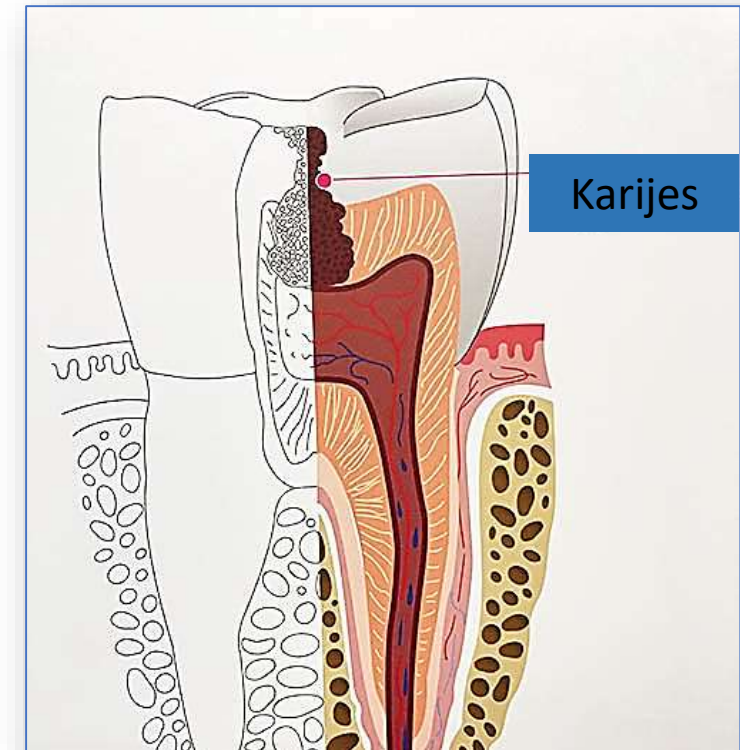
Dentalni inserti - zamena za dentin na bazi multidopiranih kalcijum-fosfata

Đorđe Veljović, Tamara Matić, Vesna Miletić, Maja Zebić, Rada Petrović, Đorđe Janačković

Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Privredna komora Srbije
Mart 2022

- **Karijes** - jedna od najšire rasprostranjenih bolesti u svetu, oko **2,43 milijardi ljudi i 620 miliona dece**
- Različiti sojevi prisutnih bakterija razlažu ugljene hidrate iz hrane, nastaju kiseline kao produkti metabolizma - **lokalno smanjenje pH** vrednosti dentalnog plaka.
- Pri nižim pH vrednostima vremenom dolazi do rastvaranja minerala gleđi i dentina - **demineralizacije** i dezintegracije organske komponente, usleg čega nastaje karijes.
- **Lečenje karijesa** podrazumeva restauraciju zuba tj. uklanjanje karijesom zahvaćenog zubnog tkiva i formiranje **dentalnog ispuna (plombe)** u nastaloj šupljini.



Zub nakon formiranja šupljine

- **Dentalni kompoziti** na bazi organskih smola i neorganskih punilaca predstavljaju dominantan restauracioni materijal za ispunu zuba, zahvaljujući svojim mehaničkim i estetskim svojstvima.
- **Osnovni nedostatak: kratak vek trajanja** (~7 godina) uzrokovan:
 - Nesavršenošću svojstava komercijalno dostupnih materijala za ispune i kliničkih protokola
 - Mehaničkim lomom
 - Sekundarnim karijesom

} **posledica polimerizacione kontrakcije**
- **Trenutno rešenje u praksi:** postepeno nanošenje tankih slojeva dentalnog kompozita i njihova pojedinačna polimerizacija → **komplikuje i produžava vreme** potrebno za intervenciju



Amalgamska i kompozitna restauracija

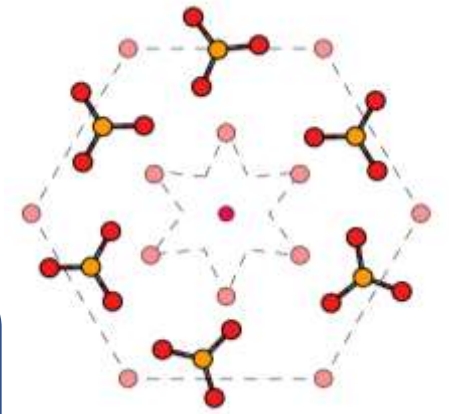
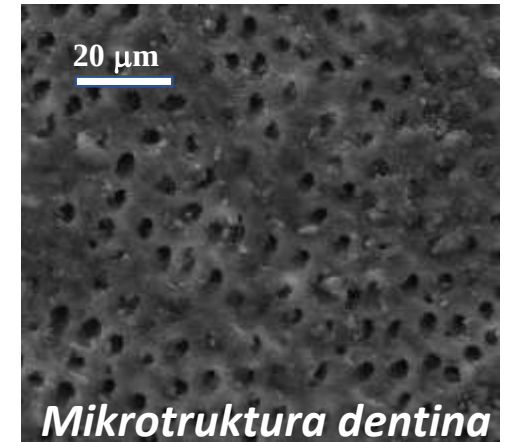
- Predlog za prevazilaženje problema usled polimerizacione kontrakcije u literaturi - **dentalni inserti**, tj. kompakti različitih hemijskih sastava, oblika, boje i dimenzija
- **Literatura** - dentalni inserti na bazi: beta-kvarca, prozirne inertne staklo-keramike, keramike na bazi feldspata i leucita, porcelana.



- **Hemijski i strukturno različiti u odnosu na dentin**
- **Bioinertni**
- **Različita priroda veze sa komercijalnim restaurativnim materijalima**
- **Značajno različitih mehaničkih svojstava u odnosu na dentin**
- **Neodgovarajuća boja i optička svojstva restauracije, itd.**

- **Njihova upotreba nikada nije zaživela u kliničkoj praksi!**

- **Hidroksiapatit** - osnovna mineralna komponenta koštanog i zubnog tkiva
- **Dentin** – 70 mas.% čini kalcijum-hidroksiapatit
- **Biološki hidroksiapatit** u svojoj strukturi sadrži različite katjone i anjone:
 Na^+ , K^+ , Sr^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , F^- , Cl^- , CO_3^{2-} , itd.
- **Anjoni i katjoni u strukturi HAp** - značajna uloga u metaboličkim procesima prilikom stvaranja i remineralizacije kosti i dentina



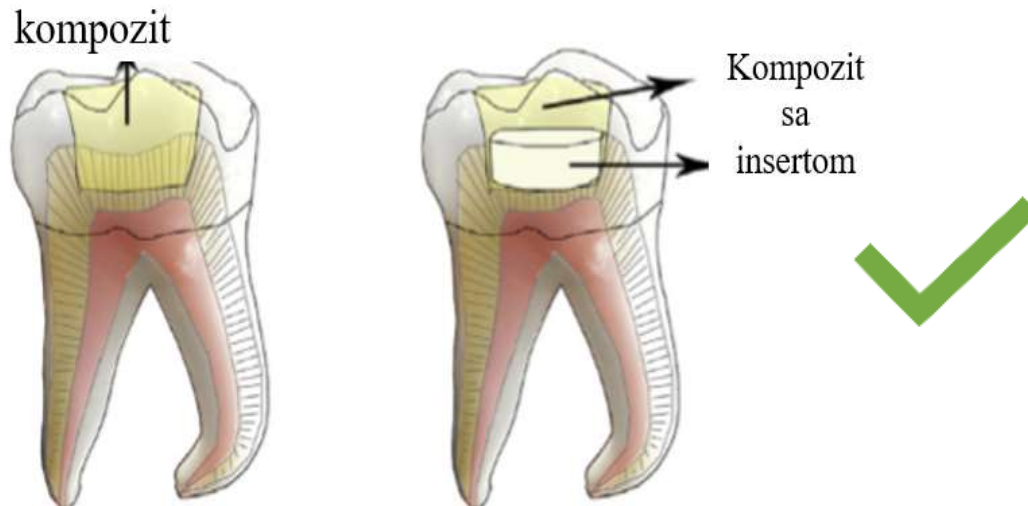
• Dopiranje hidroksiapatita određenim jonima tokom sinteze
↓
približavanje svojstava biomaterijala prirodnom hidroksiapatitu u dentinu
↓
biomimetični pristup

Novo rešenje:



Dentalni inserti na bazi multi-dopiranog hidroksiapatita

- Predlaže se potpuno **novi jednostavniji klinički protokol** ispune zuba primenom multidopiranog inserta na bazi HAp sa dentalnim kompozitom kao prekrivajućim materijalom
- Prevazilaženje problema usled **polimerizacione kontrakcije** i pojave **sekundarnog karijesa**
- **Identična priroda kontakta** dentina i kontrolisano poroznog HAp inserta sa dentalnim adhezivima

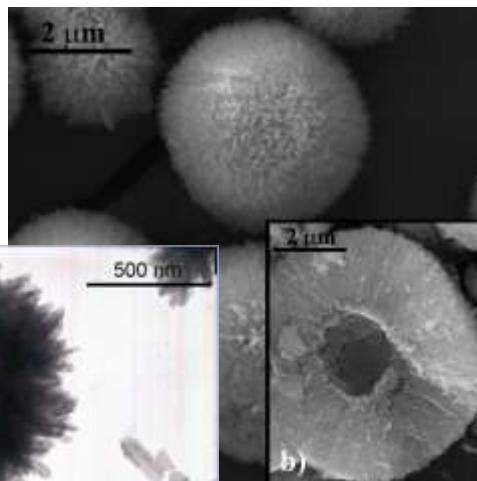


- Bioaktivni, biokompatibilni
- Hemijski i strukturno slični dentinu
- Sličnih mehaničkih svojstava dentinu
- Standardno glatka površina restauracije
- Mogućnost podešavanja nijanse ispune nijansi prirodnog zuba pacijenta
- Dobra mehanika restauriranog zuba

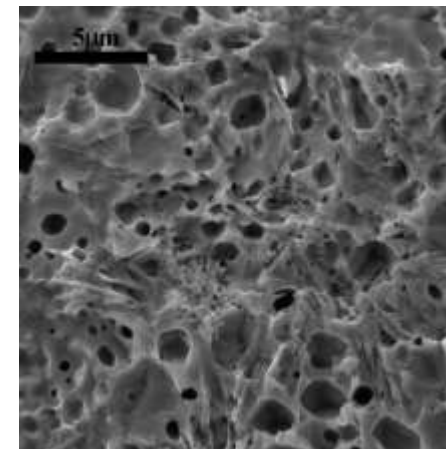
Dentalni inserti na bazi dopiranog hidroksiapatita



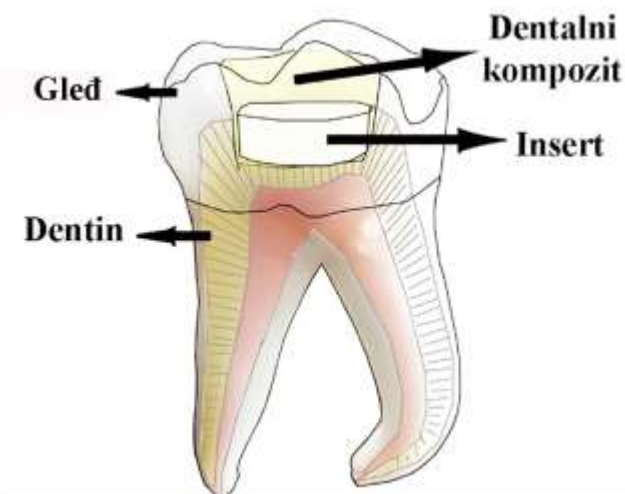
Hidrotermalna sinteza – dopiran HAp



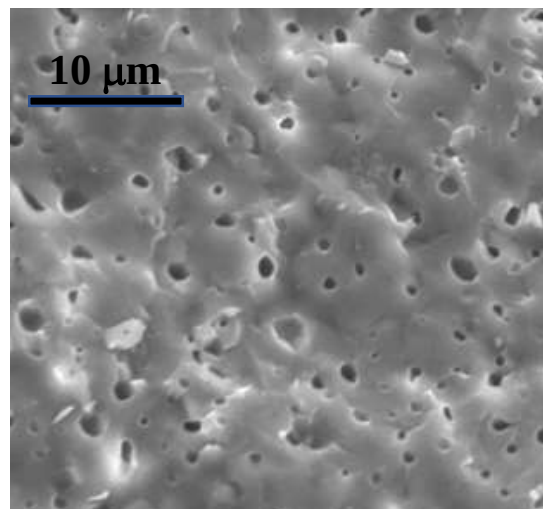
Nagrizanje površine inserta
37 % fosforom kiselinom
(Inspiracija otvaranje
dentinskih tubula)



Samo-nagrizajući
totalno-nagrizajući
protokol



Izostatsko presovanje
Sinterovanje 900 – 1200 °C



Novo rešenje:



Dentalni inserti na bazi multi-dopiranog hidroksiapatita

- Primenom multidopiranih kontrolisano poroznih HAp inserata se očekuje:

produžen vek trajanja restauracije

+ Hemijska sličnost dentinu omogućava **korišćenje komercijalno dostupnih materijala** i kompatibilni su za rad sa alatom koji se koristi u stomatološkoj praksi

+ **Dimenzije i oblik se mogu lako menjati** primenom različitih kalupa

+ Dodatno se u ordinaciji **oblik može prilagoditi obliku preparacije** zuba pacijenta pomoću instrumenata za finalnu obradu restauracija



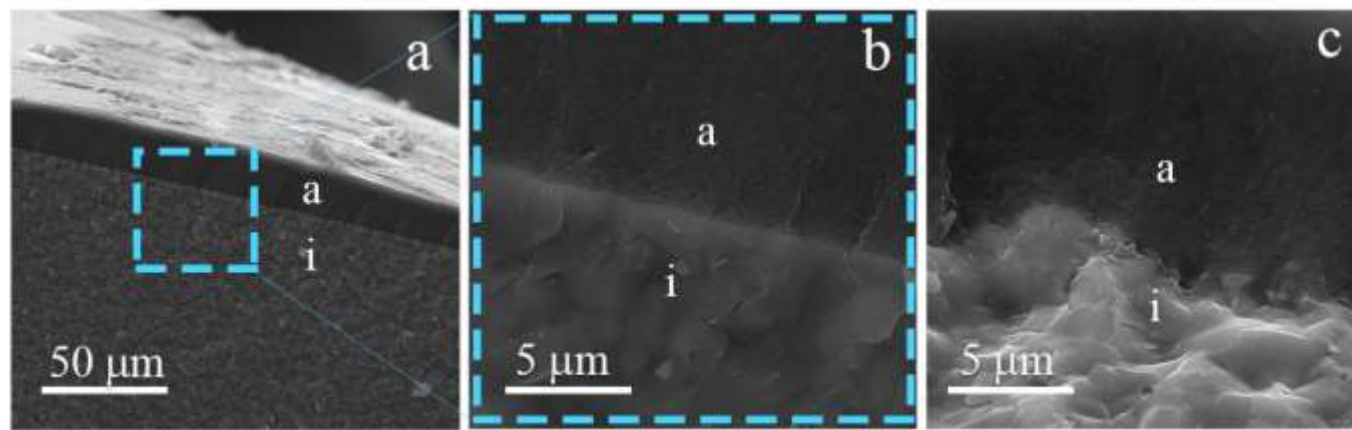
bez dodatnih ulaganja

+ Prisustvo različitih jona u HAp insertima može da obezbedi **antimikrobna svojstva**

Dentalni inserti na bazi dopiranog hidroksiapatita



Postignuta zadovoljavajuća mehanička svojstva inserata i restauracije:



T. Matić et al., "Sr,Mg co-doping of calcium hydroxyapatite: Hydrothermal synthesis, processing, characterization and possible application as dentin substitutes," Cer Int 48 (2022) 11155–11165

Kontakt insert-resturativni materijal: a,b) presek u slučaju samonagrizajućeg protokola, c) presek u slučaju totalno nagrizajućeg protokola (a – adheziv, i – insert)

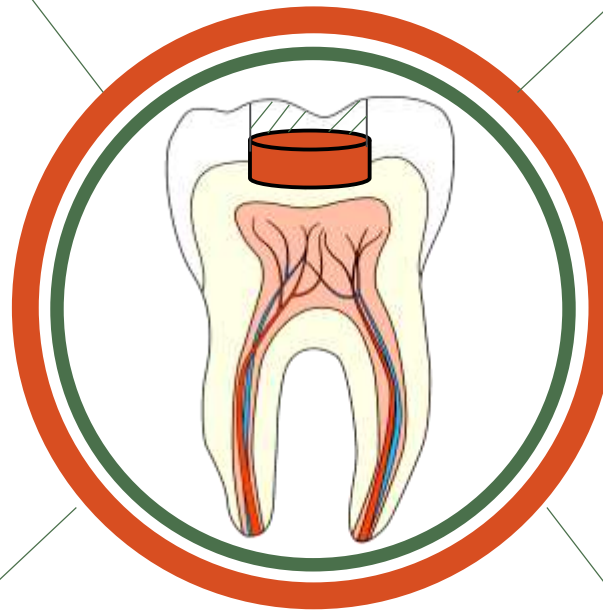
Koeficijent žilavosti, MPam^{1/2}	1,1 – 1,85
Tvrdoća po Vickersu, GPa	3,5 – 5,1
Jačina veze na smicanje, MPa	8 - 22

M. Lezaja et al., "Bond strength of restorative materials to hydroxyapatite inserts and dimensional changes of insert-containing restorations during polymerization," Dent Mater 31 (2015) 171-181

G. Ayoub et al., "Dissimilar sintered calcium phosphate dental inserts as dentine substitutes: Shear bond strength to restorative materials," J of Biomed Mat Res - Part B Appl Biomater 108 (2020) 2461-2470

Primenom multidopiranih kontrolisano poroznih inserata na bazi hidroksiapatita se:

- **produžava vek trajanja restauracije**
- **uprošćava klinička procedura**
- **poboljšava biološki odgovor tkiva**



- **sprečava pojava sekundarnog karijesa**
- **postiže dobra mehanika restauracije**
- **prilagođava nijansa ispune
nijansi prirodnog zuba pacijenta**

Sledeći koraci bi bili dodatna ispitivanja jačine veze na smicanje sa novim unapređenim komercijalnim kompozitima i cementima, zatim pretklinička i klinička ispitivanja.



Hvala na pažnji!

djveljovic@tmf.bg.ac.rs



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 952033.

