

# Pregled pojedinih keramičkih sustava

## I. dio: Povijesni razvoj keramike

### A Review of Current Ceramic Systems

Part one: Historical Development of Ceramics

Jasenka Živko-Babić  
Ketij Mehulić  
Tomislav Ivaniš  
Hanzi Predanić-Gašparac

Zavod za fiksnu protetiku  
Stomatološkog fakulteta  
Zagreb

#### Sažetak

*Dug je i bogat razvoj dentalne keramike, čiji početak seže u prapovijest. Zahvaljujući velikom broju autora, koji su svojom upornošću, znanjem i radom u zadnja dva stoljeća ispitivali i usavršavali materijal, metode obradbe i primjenu, keramika se iz umjetnosti pretvorila i u standardni estetski materijal.*

*Uspjehu keramike sigurno je pridonijela i dentalna industrija, koja je zamisli i rezultate stručnog i znanstvenog rada spremno pretvarala u danas nezamjenjiv građivni dentalni materijal.*

*U radu je opisana kronologija primjene keramike u stomatologiji, od umjetnih zubi, inleja, krunica, faseta do mostova.*

**Ključne riječi:** keramika, porculan, zub, inlej, krunica

Acta Stomatol. Croat.  
1994; 28: 217—221

#### PREGLEDNI RAD

Primljeno: 15. rujna 1994.  
Received: September 15, 1994

#### Uvod

Među dentalnim materijalima koji se već desetljećima dokazuju klinički i materijalno-tehnički prihvatljivima, svakako je i dentalna keramika, odnosno njezini tvornički ili individualno izrađeni proizvodi. Dokazano je da se visoki estetski zahtjevi moderne fiksne protetike mogu postići upravo primjenom keramike. Stručnjaci su jedinstveni i u tome da je keramika građivni materijal koji zadovoljava i u pogledu higijene, tkivne podnošljivosti, trajnosti veze s metalnom podlogom i u mnogim drugim svojstvima (1—19)

Postupci primjene obradbe keramičkih sirovina, kao i njihov sastav, mijenjali su se tijekom vremena, s obzirom na uvijek novije spoznaje silikatne kemije i sve veće estetske zahtjeve.

Riječ keramika grčkog je podrijetla. Pod tim pojmom izvorno se podrazumijeva umjetnost, izradba predmeta od gline, koja se pečenjem zgušnjava i očvršćuje. Sa strogo znanstvenog gledišta ni termin **p o r c u l a n** ne odgovara keramičkim produktima koji se danas primjenjuju u stomatološkoj protetici. Pravilnije bi ih bilo nazvati mineralnim zubima, odnosno materijalima za mineralne zube, na temelju ishodnih tvari, tj. silikata. Unatoč tome, oba pojma, i keramika i porculan, uvriježila su se u našoj terminologiji.

Starost keramike ne može se zasigurno odrediti. Na osnovi povijesnih dokaza prirodni nalaz prapočetaka keramike vraća nas nekoliko tisuća godina prije Krista. Egipćani, Asirci i Babilonci u to su vrijeme izrađivali predmete od gline i pekli opeku kao građevni materijal.

Prvi porculan napravili su Kinezi oko 700 godina poslije Krista. Sastojao se od gline, kvarca, usitnjenog tinjca i jedne vrste meke, bijele, lako oblikovljive zemlje (1, 2).

U Europu porculan su vjerojatno donijeli Portugalci tek u 15. stoljeću. Alkemičar Böttger (1709.), koristeći se kaolinom, uspio je izraditi prvi, europski, bijeli porculan. U tome su mu pomogli iskustvo i pokusi učenjaka Tschirnhausa iz 1693. godine, koji je umro pred samo ostvarenje svog cilja (1708.).

Nakon prve porculanske manufakture, Meissen, osnovane 1710., slijedilo je utemeljenje i drugih: u Beču (1717.), u Berlinu (1751.), u Parizu (1770.). Njemački porculan bio je izrazito tvrd i bogat kaolinom, dok se u Francuskoj izrađivao meki porculan, koji se sastojao od smjese kvarcnog pijeska, gipsa, salitre, alabastra i sode (3, 4, 5).

Iz nama shvatljivih razloga, početkom 18. stoljeća pokazalo se zanimanje da se novi keramički materijali primijene i za izradbu protetskih radova.

Naime, želja da se popune bezubi prostori stara je zacijelo koliko i samo čovječanstvo. No, pritom možemo biti sigurni da je još u najranije doba barem stanoviti krug ljudi bio svjestan činjenice da zubi nemaju samo žvačnu već i estetsku funkciju. Nalazi iz etrurskih grobova otkrili su korištenje prirodnih zubi s raznim zlatnim konstrukcijama u zamjenu za one izgubljene. Prirodni zubi humanog i životinjskog podrijetla, kao i zubi od slonovače ili od kosti upotrebljavali su se, unatoč mnogim manjkavostima, sve do početka 19. stoljeća (20, 21).

### Porculanski zubi

Guillemean je 1710. godine izvijestio o prvom materijalu za umjetne zube koji se sastojao od specijalne smole sredozemnog grmlja (mastix), smole i koralja u prahu. Znanstvenim utemeljiteljem stomatologije smatra se Fauchard. Ovaj autor pronašao je tehniku emajliranja (1728.). Nekako u isto vrijeme poznati su i pokusi Réaumura i Morina, koji su doveli do pronalaska mekog, "umjetnog porculana" (2, 3).

Ljekarnik Duchateau (1774.), nezadovoljan svojom starom protezom, dao je ispeći novu u manufakturi za proizvodnju porculana Guerhard. Uspjeh je bio takav da je primljen u članstvo Kirurške akademije 1776. godine. Taj prvi po-

kušaj izradbe keramičke proteze ubrzo je utonuo u zaborav.

Sljedeći zapis potječe iz 1788. godine kad pariški zubar De Chemant, na temelju starog Duchateauovog zapisa, objavljuje disertaciju o porculanskim zubima. Iz nje je proizašao petnaest godina valjani patent, koji je zatim obnovljen na idućih dvanaest godina. Nakon preseljenja De Chemanta u Englesku, a na temelju njegovih radova, tvornica Ash izradila je 1837. prve sirove porculanske zube. U Njemačkoj nema značajnijih rezultata u proizvodnji porculanskih zubi sve do kraja 19. stoljeća.

Do početka 19. stoljeća protezna baza i zubi pekli su se u jednom komadu. Daljnji korak učinio je Talijan Fonzi (1808.). Razvio je tehnologiju "zemljano-metalnih zubi" tj. proizvodnju pojedinačnih zubi s platinskim veznim elementom, preko kojeg su se zubi vezali zlatnom žicom za bazu ili su se lemil na baznu ploču. Bili su to tzv. krampon zubi. Fonzi je poboljšao i boju zubi, te inzistirao na "toliko potrebnoj poluprozirnosti" (1, 2, 5, 6, 20). Slične platinske krampon zube uspio je napraviti i Peale (1822.) u Philadelphiji.

Potaknut stomatologom Plantouom, koji se godine 1617. doselio iz Pariza u Ameriku, Stockton započinje eksperimente i 1825. osniva prvu tvornicu za proizvodnju porculanskih zubi. Nedostatak njegovih zubi bio je da su se okluzijske plohe morale dodatno ubrušavati troplošnom turpijom. Stocktonovu tehnologiju usavršava njegov nećak i osniva tvrtku SS White 1844. godine, koja postiže pravi uspjeh i koja se održala do danas. Iz Philadelphije proizvodnja porculanskih zubi prenosi se u Njemačku i Englesku.

Sve su to bila nastojanja da se izrade porculanski zubi za potrebe mobilne protetike.

### Porculanski inleji

Estetika keramičkog nadomjeska bila je presudna za primjenu ovog materijala u sanaciji kariozno oštećenih zubi. Prethodnica porculanskih inleja je metoda intarzije, koju su poznavali prastanovnici Srednje Amerike, posebice u Meksiku. Oni su u oštećene labijalne plohe prednjih zubi prilagođavali brušeno drago kamenje. Linderer (1820.) pokušava prilagoditi u kavitet male komadiće zubi morža ili vodenog konja. Metoda, dakako, nije zadovoljila. U povijesnom pregledu porculanskih inleja treba spomenuti i Engleza

Murphyja koji je 1837. godine staklom ispunjavao oštećenja prednjih ploha zubi. Izrezao bi komadić lima i prilagodio ga na dno kaviteta. Na donju stranu lima zalemio je retencijske kolčiće, a na gornjoj strani rastalio bi staklo odgovarajuće boje. Ovaj inlejš pričvrstio je u kavitet amalgamom. Njegova metoda rada, kao i pokušaji Volka (1857.), Wooda (1862.) i Hickmanna (1870.) ubrzo su utonuli u zaborav (5).

Za razliku od svojih prethodnika, Herbst (1887.) uzima štencom otisak kaviteta, i izrađuje model od smjese gipsa i plavučca u koji zatim ulijeva rastaljeno staklo. Njegov postupak smatra se osnovom današnje metode izradbe porculanskih inlejša (22). Dok Herbst miješa mliječno staklo sa smeđim ili plavim medicinskim staklom, Dappen se (1900.) koristi jenskim staklom termometra. Međutim, staklo je bilo krhko i nepostojano u slini, jer se površinski sloj otapao i postajao hrapav, a lako je mijenjalo i boju, posebice ako je sadržavalo olova.

Richter i Reisert (1898.) upotrebljavaju lokaljivi porculan, ali ni takvi ispuni nisu ispunili očekivanja. Porculanski inlejši sve se manje izrađuju, a tadašnji stomatolozi opet se vraćaju primjeni brušenih umetaka. Ispune izbrušavaju od tvornički izrađenih porculanskih kockica ili zubi (Stoches, 1887., Dall, Guttmann i dr.). Gotovi porculanski inlejši mogli su se nabaviti i u dentalnim depoima, a kavitet bi se potom, brušenjem cilindričnim brusnim sredstvima, prilagođavao obliku inlejša.

Tridesetih godina ovog stoljeća Kaiser-Grahwinkel uvodi postupke lijevanja i tlačenja porculana, ali bez većih uspjeha.

Napredak u izradbi inlejša postigli su Land i Sachs uzimanjem otiska kaviteta zuba platinskom ili zlatnom folijom i primjenom prikladnijeg keramičkog materijala. Ovdje treba spomenuti i stomatologa Jenkinsa (1889.) koji je, radeći kao dvorski savjetnik, znatno poboljšao metodu izradbe porculanskih inlejša primjenom svojeg porculanskog caklinskog materijala. Nisu zanemarivi ni radovi Mamlocka, Brilla, Fehra i Igla (1, 2, 5).

### Porculanske krunice

Kako su tadašnji inlejši zadovoljavali samo kod sanacije malih, labijalnih oštećenja, a pokazali se neuspješnima kod većih oštećenja kliničke krunice, nastojao se naći način da se cijela kruna pre-

krije keramikom. Prva porculanska krunica u uzročnoj je vezi sa znanošću o žarišnoj infekciji. Kongres u Montrealu 1910. godine bitno je promijenio stav stomatologa glede devitalizacije zuba iz estetskog razloga. Do tada se, naime, problem estetskog nadomjeska na prednjim zubima rješavao devitalizacijom i izradbom krunica na kolčić od kojih je najpoznatija Loganova krunica (23). Prva krunica na kolčić s primjenom porculana opisana je još 1802. godine (5).

Izraditi krunicu bez devitalizacije zuba prvi je uspio Land 1896. godine. Zahvaljujući Custorovom pronalasku električne peći za pečenje porculana iz 1894., Land primjenjuje postupak pečenja porculana na platinskoj foliji na modelu (1—11, 20, 24). Ova krunica, nazvana jacket krunica, usavršavana je iduća dva desetljeća. Europski stomatolozi upoznali su se s njom tek 1925., na međunarodnom kongresu u Philadelphiji. Uspješni pohod jacket krunice u Njemačku započeo je te iste godine. Zasluga je mnogih tada uglednih autora (Brilla, Lewina, Felchera, Fehra i Igla) da je jacket krunica konačno zadobila povjerenje stručnjaka. Landov postupak primjenjuje se uz neznatne izmjene i danas, a pojačana korundom ( $Al_2O_3$ ) zahvaljujući McLeanu, ta krunica još uvijek nosi epitet "kraljica krunica".

Potrebno je spomenuti i pokušaje Spaldinga (1904.), Schrödera, Kirstena i Le Groa tridesetih godina ovog stoljeća da se za izradbu jacket krunice uporabe gotove tvornički izrađene ljuske (fasete). Bili su to počeci tzv. fasetne keramike koja je usavršena primjenom vakuumske pečenja zahvaljujući Gatzki (1949.) (5).

Pojava akrilata 1936. godine smanjila je primjenu keramike u protetske svrhe. Uskoro su međutim uočena i loša svojstva akrilata: elastične deformacije, abrazivnost, relativno brza promjena boje zbog upijanja tekućine. Dentalna industrija se ponovno okreće keramici, istodobno nastojeći prilagoditi keramičke materijale zahtjevima i potrebama individualnih tehničara, te izraditi adekvatne peći za pečenje keramike. Postali su poznati keramički materijali tvrtki Hutschenreuter, Justia, SSWhite, Vita, Wienand i dr.

### Kovinsko-keramičke konstrukcije

Dobra svojstva porculana u izradbi pojedinačnih krunica desetljećima su bila izazov i za izradbu mostova. Iz toga su proizašle tzv. "čisto keramičke konstrukcije", kod kojih se odustalo od metalnog skeleta. Međutim, prvi pokušaj da

se na metal napeče keramika vraća nas u 1728. godinu, kada je Fauchard rastalio porculansku glazuru na zlatni most. Parmely Brown učinio je isto 1884. godine ali na platinsko-iridijskoj konstrukciji (2, 3, 11). Swan (1934.) i Hildebrandt zagovarali su te metode i dalje ih razrađivali. Iako je estetika tih mostova s obzirom na tadašnje mogućnosti zadovoljavala, zbog velikih tehničkih i materijalnih poteškoća (nemogućnost popravka i skupoća) ti se mostovi nisu uvriježili u praksi.

Unatoč tomu, ti prvi pokušaji omogućili su nove spoznaje o napečenoj keramici, u pogledu mehanizma veze metala i keramike, u pogledu potrebnih mehaničkih svojstava legura kao i važnosti usklađene toplinske istežljivosti obaju materijala. Poduprti svekolikim istraživanjima, nakon 1945. godine razvili su se različiti sustavi napečene keramike (npr. Permadent, Microbond, Jelenko-Ceramico, Ney-Oro, Prisma-Platogo-V, Degudent-VMK, Biodent-Herador-zlato-keramika) radi uvođenja porculana kao fasetnog materijala u fiksnu protetiku.

Do pune afirmacije napečene keramike dolazi šezdesetih godina ovog stoljeća. Velike razlike u toplinskoj istežljivosti riješene su primjenom keramike na bazi kalijeve glinice. Istodobno se dokazalo da veći dodatak kalijevog oksida znatno povećava toplinsku istežljivost keramike. Temperatura napečenja snižena je dodatkom alkalija. Na temelju tih spoznaja, Weinstein je 1962. godine prijavio patent o napečenoj keramici (11, 25, 26).

Kovinsko-keramičke krunice danas su standardne krunice fiksne protetike. Estetski problem lividnog marginalnog obojenja kao i prosijavanje metalne jezgre pokušava se riješiti na različite

načine. Tako je npr. razvijen specijalni cervikalni materijal koji zamjenjuje metal na kruničnom rubu (26). Daljnja su nastojanja galvansko oblikovanje metalne konstrukcije radi što tanje metalne stijenke. Ovaj postupak poznat je pod imenom "Platamik" (27). Koristi se i vrlo tanka platinska folija kao jezgri dio krunice. Alternativna je redukcija metalne podloge i primjena mrežaste metalne konstrukcije, tzv. "Probond sustav" (28).

### Zaključak

Ovaj povijesni pregled razvoja dentalne keramike ima za cilj upoznavanje kronologije eksperimenta, metoda i praktičnih postupaka, uspjeha i neuspjeha u traženju boljega, a s jedinstvenom nakanom — postići takav keramički materijal koji će ispuniti sva očekivanja stručnjaka. Bilo je korisno upoznati se bar djelomice sa svim onim autorima koji su svojim znanjem, upornošću i radom bili i ostali pioniri na polju dentalne keramike. Zahvaljujući njihovom iskustvu i upornosti uvijek su tražena nova, bolja, prihvatljivija rješenja. Sigurno je i to da dentalna keramika ne bi danas zauzimala prvo mjesto kao estetski materijal u rekonstruktivnoj stomatologiji da nije bilo sluha, dobre volje i razumijevanja dentalne industrije.

Kako ni metalkeramikom nije sve riješeno, u posljednjem desetljeću traže se novi materijali za izradbu čisto keramičkih protetskih radova u obliku krunica, inleja, faseta. Međutim, još uvijek nije pronađen keramički materijal koji bi osiguravao izradbu keramičkih mostova.

---

## A REVIEW OF CURRENT CERAMIC SYSTEMS PART ONE: HISTORICAL DEVELOPMENT OF CERAMICS

### Summary

*The development of dental ceramics has been long-lasting and plentiful, with its beginning in prehistory.*

*Owing to many researchers, whose persistence, knowledge and activity through the past two centuries have improved the material, methods of finishing and its application, ceramics has become not only an art technique but also a standard esthetic material.*



*Dental industry has transformed the concepts and results of practical and research work into a currently irreplaceable material in reconstructive dentistry, thus also contributing to the success of dental ceramics.*

*The chronology of the application of ceramics in denture teeth, inlays, crowns, facets and bridges, is described.*

Key words: *ceramics, porcelain, tooth, crown, inlay*

Adresa za korespondenciju:  
Address for correspondence:

Jasenka Živko-Babić  
Zavod za fiksnu protetiku  
Stomatološki fakultet  
Gundulićeva 5  
41000 Zagreb

## Literatura

- WEIKART P. Werkstoffkunde für Zahnärzte, München: Hanser, 1966; 73—8.
- EICHNER K. Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung. Heidelberg: Hüthig V, 1974; 245—51.
- KRUMBHOLZ K. Stand und Entwicklung von Dentalkeramiken. ZWR 1992; 101:193—9.
- STRUB J R. Vollkeramische Systeme. Dtsch Zahnärztl Z 1992; 47:566—71.
- BREUSTEDT A. Zahnärztliche Keramik. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit, 1968.
- BREUSTEDT A, LENZ E. Stomatologische Werkstoffkunde. Leipzig: J Ambrosius Barth 1985; 130—54.
- DEMISCH A. Der Werkstoff in der zahnärztlichen Prothetik. Bern: Medizinischer V, Hans Huber, 1948.
- STANLEY H R. Biological evaluation of dental materials. Int Dent J 1992; 42:37—46.
- VOSS R, MEINERS H. Fortschritte der zahnärztlichen Prothetik und Werkstoffkunde. München: Hanser Verl. 1984.
- BROZ M. Utjecaj fiksnoprotetskih estetskih gradivnih materijala na biološka tkiva. Zagreb: Stomatološki fakultet, 1993. Magistarski rad.
- Mc LEAN J W. Ceramics in clinical dentistry. Brit Dent J 1988; 164:187—91.
- LEMONS J E, LEINFELDER K F. Clinical restorative materials and techniques. Philadelphia: Lea and Fabinger, 1988; 297—307.
- CRAIG R G, O'BRIEN W J, POWERS J M. Dental materials. Properties and manipulation. St Louis, Toronto, London: CV Mosby Co, 1983; 288—95.
- Boucher's Clinical Dental Terminology. St Louis, Toronto, London: C Mosby Co, 1982; 229.
- TYLMAN S D. Theory and practice of crown and bridge prosthesis. St Louis: CV Mosby Co, 1954; 871—910.
- PHILLIPS R W, JENDERSEN M D, KLOOSTER J, McNEIL C, PRESTON J D, SCHALLHORN R G. Report of the Committee on scientific investigation of the American Academy of restorative dentistry. J Prosthet Dent 1989; 62:70—109.
- TAYS M J. Dental materials science — the maintenance of standards. J Oral Rehabilit 1991; 18: 105—110.
- SKINNER E W. The science of dental materials. Philadelphia, London: WB Saunders Co, 1954; 169—79.
- SKINNER E W, PHILLIPS R W. The science of dental materials. Philadelphia, London: W B Saunders Co 1967; 516—44.
- KLAUS H. Werkstoffkundliche Grundlagen der Dentalkeramik. Dent Labor 1980; 28:1743—50.
- MEHULIĆ K. Estetika tijela mosta premolarskog segmenta. Zagreb: Stomatološki fakultet, 1992. Magistarski rad.
- RICHTER W. Inlays und Onlays aus Keramik. ZWR 1987; 96:336—42.
- SUVIN M, KOSOVEL Z. Fiksna protetika. Zagreb: Školska knjiga, 1987; 67—72.
- WOHLWEND A, STRUB J R, SCHÖRER P. Metal ceramic and all-porcelain restorations. Int J Prosthet 1989; 2:13—26.
- BAGBY M, MARSCHALL S J, MARSCHALL G W. Metalceramic compatibility. A review of the literature. J Prosthet Dent 1990; 63:21—5.
- PINNELL D C, LATTI G H, EVANS J G. Light-cured porcelain margins: A new technique. J Prosthet Dent 1987; 58:50—2.
- KLETT R. Die galvanisierte Kronenhülse. Dtsch Zahnärztl Z 1987; 42:614—7.
- JÄGER K, WIRZ J. Klinisch-experimentelle Randspalt- und Defektflächenmessungen von Probond- und VMK-Kronen. ZWR 1988; 97:21—7.