

Utjecaj biomehaničkih čimbenika na nadograđivanje devitaliziranih zuba

Adnan Čatović¹
Davor Seifert¹
Renata Poljak-Guberina¹
Boris Kvasnička²
¹Zavod za fiksnu protetiku
Stomatološkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
²Stomatološka služba
Medicinskog centra Sisak

Sažetak

Nadograđivanje frakturiranih kliničkih kruna devitaliziranih zuba čest je terapijski postupak u svakodnevnoj kliničkoj praksi specijalista stomatološke protetike i doktora stomatologije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti.

U radu se opisuju protetski razlozi za devitalizaciju zuba te argumenti “za” i “protiv” izradbe nadogradnji na devitaliziranome zubu, pogotovo u slučajevima očuvanog razmjerno većeg ostataka kliničke krune, te indikacije i kontraindikacije za nadograđivanje devitaliziranih zuba.

Utjecaj biomehaničkih čimbenika posebno se analizira glede retencije nadogradnje u zubu i preraspodjele opterećenja na tvrda zubna tkiva i okolicu, ovisno o mogućim varijacijama u širini i dužini preparacije posebice korijenskoga dijela za različite vrste nadogradnji.

U zaključku autori daju prednost individualnoj nadogradnji pred konfekcijskom te ističu važnost ispravno postavljene indikacije za nadograđivanje zuba, uspješnosti izbora vrste nadogradnje i pravilno provedenoga terapijskog postupka za produženje uporabne trajnosti fiksnoprotetskoga rada na endodontski saniranom zubu.

Ključne riječi: nadogradnja, biomehanika, devitalizirani zubi

Acta Stomatol Croat
2000; 59-66

PREGLEDNI RAD
Primljeno: 6. listopada 1999.

Adresa za dopisivanje:

Adnan Čatović
Zavod za fiksnu protetiku
Stomatološki fakultet
Gundulićeva 5, 10000 Zagreb

Uvod

Klinički uspjesi suvremene endodontske terapije - temeljeni na ispravnoj biomehaničkoj pripremi kanala, novim dostignućima tehnologije materijala i novim metodama liječenja - sačuvali su velik broj zuba od ekstrakcije. Svrha protetskog obnavljanja endodontski izliječenih zuba raznolika je i ovisi od slučaja do slučaja, a povezana je s uspostavom trajnijeg oblika odnosno funkcije zuba, prevencijom loma preostalih dijelova tvrdih tkiva krune i korijena koji su kod avitalnih zuba jači i češći nego u vitalnih

zuba, ispravkom poremećene estetike, prevencijom nastanka karijesa, i uspostavom sigurne retencije za trajni nadomjestak. Tvrda tkiva mnogih liječenih zuba često su oštećena karijesom, prethodnim ispunima i/ili endodontskim pristupom da je ostatni dio kliničke krune oslabljen i nesposoban za retenciju protetskoga nadomjestka (1,2). Vrlo je često kod takvih zuba potrebno odstraniti cijelu kliničku krunu pa je retenciju trajnog i definitivnog fiksnoprotetskoga rada moguće postići samo intraradikalnim sidrenjem nadogradnje, koja predhodi konačnom fiksnoprotetskom radu.

U svakodnevnoj stomatološkoj praksi česti su klinički slučajevi kod kojih prije protetske terapije treba provesti endodontsku terapiju (devitalizaciju budućeg zuba nosača) zbog sljedećih razloga:

1. Kruna vitalnoga zuba je prekratka ili toliko oštećena karijesom da ne može osigurati dovoljnu retenciju fiksnoprotetskoga rada, te se mora devitalizirati i zatim izraditi nadogradnja.
2. Zub je izrastao preko protetske ravnine i obično je u supraokluziji. Potrebno brušenje za krunicu otvorilo bi pulpnu komoru, i skratilo zub kako bi se oblikom, položajem i veličinom prilagodio normalnim međučeljskim odnosima.
3. Izrazito nagnuti zubi, distalni nosači u donjoj čeljusti nagnuti za više od 25, najčešće mezijalno, zahtijevaju devitalizaciju kako bi im se ispravio položaj, tj. kako bi se paralelizirali s mezijalnim nosačem ili nosačima protetskoga rada.

Mišljenja o potrebi izradbe nadogradnje na nevitalnom zubu razlikuju se u literaturi. Jedni autori smatraju da je endodontski saniran zub krhki od vitalnoga te je potrebno izraditi nadogradnju kako bi se preostali dio zubnih tkiva zaštitio od djelovanja intraoralnih sila jednakomjernom raspodjelom opterećenja preko korijena na okolne potporne strukture (cement korijena, periodontni ligament i alveolnu kost). Tako se postiže veća otpornost zuba na lom te osigurava bolja retencija i pouzdana osnova za fiksnoprotetski rad (3,4,5,6). Drugi smatraju da je nadogradnja nepotrebna ako postoji samo razmjerno uzak trepanacijski otvor a ostatak zubnih tkiva je sačuvan, jer bi preoblikovanje korijenskoga kanala da bi se postavila nadogradnja nepotrebno opteretilo i oslabilo zub (5,7). Također postoji mišljenje da nadogradnja ne povećava znatno otpornost prema opterećenju, te da je njezina uporaba ograničena na retenciju trajnoga nadomjeska (8).

Indikacije i kontraindikacije za izradu nadogradnje

Nadogradnja učvršćena u korijenskome kanalu i krunskome dijelu zuba mora zadovoljiti pravilo "3R": *Retain*, dostatno se učvrstiti; *Reinforce*, pojačati otpornost tvrdih tkiva zuba prema oklu-

zijskim silama; *Restore*, nadoknaditi izgubljene dijelove tvrdih zubnih tkiva (10).

Izbor i potreba da se postavi nadogradnja najviše ovise o kliničkome nalazu, količini preostalih zubnih tkiva, funkciji devitaliziranoga zuba i okluzijskim silama.

Indikacije za izradbu nadogradnje opravdane su u sljedećim slučajevima:

1. Kad nedostaje cijela ili gotovo cijela klinička kruna zuba, a njezin ostatak ne omogućuje trajnu retenciju za ispun ili samostalni fiksni nadomjestak.
2. Kad je smanjena retencijska površina kliničke krune kao posljedica atricije ili abrazije u visokom stupnju, pa se nadogradnja radi iz protektivih i /ili profilaktičkih razloga.
3. Kada želimo osigurati avitalan zub kao sidro mosta od loma iz protetskih razloga.

Kontraindikacije za izradbu nadogradnje opravdane su u sljedećim slučajevima:

1. Kad je avitalan zub endodontski neliječen ili nedovoljno liječen. U slučajevima u kojima predhodno nije provedeno endodontsko liječenje, apsolutna je kontraindikacija za izradbu nadogradnje. Relativna kontraindikacija odnosi se na slučajeve u kojima je zub prepunjen i postoji periapeksni proces ili je zub nedovoljno ispunjen ali ne postoji periapeksni proces.
2. Kad je parodont avitalnoga zuba toliko oslabljen da se zub pod palpacijom utiskuje u alveolu ili je resorpcija kosti do apikalne trećine kosti vidljiva i prostim okom, postoji opravdan razlog da se takav zub ne uključi u protetsku terapiju.

Tehnike izradbe nadogradnje jesu:

1. Liješana - individualna nadogradnja koja svojim oblikom oponaša morfologiju prepariranoga korijenskoga kanala, a ekstrakoronarni dio oblik i položaj brušenoga zuba. Preparirani kanal se otiskuje neizravnim ili izravnim načinom i laboratorijskim se postupcima lijeva konačni oblik nadogradnje iz kovine u jednome komadu (5,11).
2. Tvornički izrađene nadogradnje najčešće dolaze u kovini kao kolčići različitih oblika i dimenzija, ali u najnovije vrijeme postoje i kolčići iz staklasto ojačanih materijala (Cosmopost ili

Zirconia). Intraradikularni dio kolčića postavlja se u ispreparirani kanal zuba koji se preparacijom normiranim korijenskim svrdlima oblikuje prema obliku kolčića. Na ekstraradikularni dio postavlja se imitacija bataljka izrađena od amalgama, kompozitnih smola, ojačanih kompozitnih smola ili stakleno-jonomerskih cemenata (5,12,13,14).

Utjecaj biomehaničkih čimbenika na izradbu nadogradnji

Biomehanički čimbenici osobito su važni kod preparacije korijenskoga kanala za nadogradnju. Oblik i dužina kolčića najvažniji su čimbenici koji utječu na retenciju i preraspodjelu opterećenja na zub. Na žalost, morfologija površine nadogradnje s pojačanom retencijom stvara jače izraženo naprezanje korijena za vrijeme postavljanja kolčića ili poslije tijekom funkcije. To se osobito odnosi na konfekcijske kolčiće s oštrim navojima, što je dokazano i fotoelastimetrijskim istraživanjima (15,16,17).

Ovisno o smjeru žvačnih sila, popuštanje retencije javlja se kao posljedica djelovanja smika na nadogradnju, cement ili površinu dentina.

1. Oblik nadogradnje znatno utječe na retenciju. Kolčići konusnih stranica prikazali su najslabiju retenciju, a kolčići paralelnih stranica najjaču.
2. Što je kolčić postavljen dublje u kanalu, retencija se pojačava.
3. Učinak cementa na retenciju statistički je beznačajan, osim za cementiranje glatkog konusnog kolčića, a cink-fosfatni cement pokazao je najbolje karakteristike.
4. Širina kolčića nema utjecaja na retenciju (16).

Odgovarajuća dužina intraradikularnoga kolčića prema zubu jedna je od osnova za uspjeh nadogradnje. O dužini intraradikularnoga kolčića ovisi retencija nadogradnje i nadomjeska. O dužini također ovisi i distribucija sila koje nastaju funkcijskim i parafuncijskim okluzijskim dodirima. Oblik isprepariranoga kanala oponaša oblik kolčića, a konične nadogradnje stvaraju manje naprezanje u području apikalnog dentina.

Metodom konačnih elemenata Pao i suradnici (18) dokazali su da cilindrični kolčić s širim promjerom i većom dužinom, kod zuba s normalnim oblikom potpornog aparata, stvara manje naprezanje dentina nego kolčić ili nadogradnja konusnih stranica i manjeg promjera. Kod resorbiranog alvealnoga grebena djelovanje smika koncentrira se oko vrha nadogradnje, koji je okružen tankom stijenkom preostalog dentina, što je velika opasnost za nastanak loma korijena. Konične nadogradnje stvaraju manje naprezanje apikalnog dentina, jer nemaju oštih rubova oko kojih se sile koncentriraju (19). Okomito opterećenje na cilindrično oblikovanoj nadogradnji stvorilo je velik pritisak na apikalni dio korijena, a opterećenje konusnoga kolčića stvara naprezanje oko caklinsko cementnog spojišta. Promjena smjera djelovanja sile na nadogradnju stvorila je naprezanje na caklinsko cementnom spojištu kod obiju vrsta nadogradnji. Kolčić konusnih stranica uvijek je pokazivao manji intenzitet naprezanja apikalnoga dijela korijena (20).

Standlee i suradnici (21) istraživali su naprezanje dentina i okolne kosti nakon postavljene nadogradnje koristeći se modelom i polariziranim svjetlom. Zaključili su da:

- smanjena koncentracija sile tlaka i smika oko nadogradnje postiže se povećanom dužinom korijenskoga dijela nadogradnje;
- ako je prijeko potrebno postaviti kraći kolčić, opravdano je izabrati kolčić s navojima jer bolje raspodjeljuje naprezanje;
- kolčić s navojima stvara jače opterećenje ako navoji potpuno zahvate ureznice u dentinu;
- kolčići konusnog oblika uzrokuju da se korijen raskoli, a opterećenje je koncentrirano u koronarnoj trećini korijena;
- naprezanje korijena stvara se za vrijeme nepravilnog uvijanja kolčića;
- glatke nadogradnje bez ureza za odvod suvišnoga cementa tijekom cementiranja zbog hidrostatskog tlaka stvaraju naprezanje dentina u apikalnoj trećini korijena.

Pod torzijskim opterećenjem kolčić konusnih stranica jače napreže zidove korijena zuba nego kolčić paralelnih stranica s navojima te se lom

korijena može izbjeći pravilnim izborom oblika konfekcijskoga kolčića (22).

U ispitivanju koje su proveli Sorensen i Engelman (23) konfekcijski kolčići uzrokovali su veći broj fraktura korijena, ali kolčići konusnih stranica prouzročili su opsežnije frakture zbog toga što kolčić djeluje poput klina.

Kahn i suradnici (24) usporedili su nastanak fraktura kod avitalnih zuba bez nadogradnji i kod postavljenih kolčića s navojima. Zubi s kolčićima nisu imali znatniji porast broja fraktura u usporedbi sa zubima bez nadogradnji. Zaključili su da su takvi kolčići sigurni za uporabu.

Naprezanje dentina kod uvijanja kolčića prema Rossu i sur. (25) ovisi o:

- razlici između širine prepariranoga kanala i dijametra kolčića; razlike nastaju zbog konusnog oblika prirodnoga kanala, a ako je kanal s izraženijim konusnim oblikom, navoji se uvijaju tek u apikalnoj trećini;
- razmaku između dvaju navoja na nadogradnji (povoljniji je veći razmak);
- dubini navoja kolčića ili ureza u dentinu (dentin je elastično tkivo i opterećenje koje nastaje uvrtnjem s vremenom se smanjuje; testovi su pokazali da se dentin opušta između dva okreta);
- razlici u promjeru pojedinih vrsta kolčića (kolčići većega promjera imaju veće navoje, a oni više naprežu dentin).
- dubini uvijanja kolčića (uvijanjem do dna preparacije naprezanje je veće).

Propadanje konfekcijskih nadogradnji ovisi o pomanjkanju čvrstoće materijala iz kojeg su izrađene ili, što je češće, zbog nedostatka retencije u korijenskom kanalu. Retencija ovisi o konfiguraciji kolčića, njegovoj dužini i širini, te o vrsti cementa koji se upotrebljava za njihovo cementiranje u preoblikovani korijenski kanal avitalnog zuba. Podatci iz literature pokazuju da duljina intraradikularnoga dijela nadogradnje ima proporcionalni odnos prema retenciji: duži korijenski dio nadogradnje postiže bolju retenciju. Najbolju retenciju ima kolčić paralelnih stranica s navojima, zatim kolčići usporednih stranica s izbrazdanom površinom, a najmanju retenciju imaju kolčići glatkih usporednih stranica. U stvaranju retencije

cement nema veću ulogu osim u slučaju slabijeg dodira kolčića i zidova kanala, te kod postavljanja konusnih kolčića glatkih stranica (19,26,27).

Maniatinopulos i sur. (28) su tijekom istraživanja čvrstoće sidrenja cementiranih nadogradnji, različitih morfoloških oblika, opterećenih torzijskim i smičnim silama dokazali da nadogradnje s navojima imaju veću otpornost na sile smika, a nadogradnje s nazubljenom površinom veću otpornost na torzijske sile.

Dobra otpornost na vlačno naprezanje važan je čimbenik uspješnosti protetske terapije devitaliziranih zuba. Cohen i suradnici (29) ustanovili su da kolčići s navojima imaju znatno veću vlačnu čvrstoću od kolčića bez navoja. Autori vjeruju da je veća vlačna čvrstoća ujedno i bolja retencija nadogradnje.

Do sličnih rezultata došli su Burgess i suradnici (30) dokazavši da kolčić s navojima ima jaču vlačnu čvrstoću od kolčića s glatkim stranicama, što je vrlo važno pri sanaciji prednjih zuba.

Utjecaj cikličkog opterećenja i snagu retencije između konfekcijskoga čeličnog kolčića usporednih stranica s usporednim brazdama na površini i lijevane nadogradnje ispitivali su Stegaroiu i suradnici (31), te zaključili sljedeće:

1. Znatno jaču retenciju pokazuje konfekcijski kolčić nego opterećena lijevana nadogradnja.
2. Cikličko opterećenje nije donijelo veće razlike retencije obaju oblika nadogradnji, ali je znatno manju retenciju pokazivao ciklički opterećen industrijski proizvedeni kolčić od jednakoga kolčića koji nije bio ciklički opterećen.

Rezultati istraživanja Johnsona i Sakamure (32) pokazuju da se porastom dužine nadogradnje od 7 ili 9 mm na 11 mm retencija povećava za 30%, odnosno 40%, a dužinom povećanom s 5mm na 8mm povećava retenciju nadogradnje 1,23 puta.

Zadovoljavajuća dubina preparacije ne može se postići u korijenu koji je kratak ili zavijen, te u korijenu u kojemu postoji nepovoljno postavljen srebrni štapić ili loše učvršćena nadogradnja (33,34).

Mišljenja o optimalnoj ili idealnoj dužini nadogradnje se razlikuju (5, 35-42). Dubinu preparacije određuje morfologija korijena i korijenskoga kanala, apikalna trećina korijena, potreba za retencijom

trajnoga nadomjestka i alveolna kost. Uspoređuje li se dužina nadogradnje s proporcionalnim odnosom dužine prirodne krune i korijena, vrijednosti dužine nadogradnje mogu biti:

- jednaka s polovinom dužine preostalog korijena,
- dugačka dvije trećine dužine korijena,
- dugačka tri četvrtine dužine korijena,
- dugačka četiri petine dužine korijena,
- približno jednaka dužini kliničke krune zuba,
- jednaka dužini trajnoga nadomjestka,
- treba se nalaziti u sredini između vrha korijena i najviše točke alveolnoga septuma.

Preparacija korijenskoga kanala mora biti što dublja, ali se ne smije oštetiti apikalni dio gutaperke, tj. punjenja. Odstrani li se ili ošteti taj dio punjenja korijenskoga kanala, to pruzrokuje otvaranje periapexnog prostora i njegovu komunikaciju s usnom šupljinom kroz preparirani kanal (42).

Preporučuje se različita dužina ostatnoga punjenja nakon preparacije kanala. Colman, Schillingburg i Kahn ostavljaju najmanje 3mm, Zmaner

4mm, Baraban 3,5 do 4mm, Perel i Muroff 3 do 5mm, a Camp 5mm punjenja (24,34,37,43,44, 45,46). Nepreparirani apikalni dio korijena duži od 5mm smanjit će retenciju nadogradnje, a nije potrebna duža preparacija jer dubina preparacije iznosi dvije trećine dužine korijena (33).

Dužine korijena gornjih i donjih zuba u milimetrima i dužine nadogradnji prikazane su u Tablici 1.

Promjena promjera preparacije neznatno povećava retenciju nadogradnje (15). Prihvatljivo je mišljenje da se širina promjera nadogradnje ograniči proporcionalno promjeru korijena, morfologiji korijenskoga kanala i preostaloj masi zubnih tkiva. Poveća li se širina preparacije više od prijeko potrebne za funkciju nadogradnje, to nepotrebno oslabi zidove korijenskoga kanala i povećava opasnost postranične frakture (11).

Ako je promjer intraradikularnoga dijela nadogradnje preuzak, nema opasnosti da se korijenska stijenka probije ili slomi, ali je nadogradnja podložnija savijanju, lomu ili mogućnosti da ispadne iz kanala (47). Kratke i široke nadogradnje konu-

Tablica 1. Dužina korijena i nadogradnji gornjih i donjih zuba u milimetrima (uobličeno prema Schillingburgu, Kessleru i Wilsonu) (48)
Table 1. Root and post and core lengths for upper and lower teeth in millimeters (after Schillingburg, Kessler and Wilson) (48)

Gornja čeljust / Upper jaw		Dužina / Length			Donja čeljust / Lower jaw		Dužina / Length		
Zubi / Teeth		Cijelog korijena / Whole root	2/3 korijena / 2/3 of root	Cijelog korijena manje 4 mm / Whole root minus 4 mm	Zubi / Teeth		Cijelog korijena / Whole root	2/3 korijena / 2/3 of root	Cijelog korijena manje 4 mm / Whole root minus 4 mm
Srednji sjekutić / Central incisor		12,5	8,3	8,5	Srednji sjekutić / Central incisor		12,4	8,3	8,4
Lateralni sjekutić / Lateral incisor		13,1	8,7	9,1	Lateralni sjekutić / Lateral incisor		13,0	8,7	9,0
Očnjak / Canine		15,8	1,5	11,8	Očnjak / Canine		14,3	9,5	1,8
Prvi premolar / First premolar	P	12,7	8,5	8,7	Prvi premolar / First premolar	P	13,4	8,9	9,4
Drugi premolar / Second premolar		13,5	9,0	9,5	Drugi premolar / Second premolar		13,6	9,1	9,6
Prvi molar / First molar	MB	12,5	8,3	8,5	Prvi molar / First molar	M	13,5	9,0	9,5
	DB	12,0	8,0	8,0		D	13,4	8,9	9,4
	P	13,2	8,8	9,2					
Drugi molar / Second molar	MB	12,8	8,5	8,8	Drugi molar / Second molar	M	13,4	8,9	9,4
	DB	12,0	8,0	8,0		D	13,3	8,9	9,3
	P	13,4	8,9	9,4					

snog oblika moraju se izbjegavati jer koncentriraju djelovanje sila na cervikalni dio korijena (40).

O širini nadogradnje ne postoji jedinstveno mišljenje. Lloyd i Palik (49) pokušali su stajalište o tome usustaviti u tri skupine. Prvu skupinu čine konzervativci. Oni zagovaraju najuži promjer koji još dopušta izradbu nadogradnje do željene dubine, minimalnu instrumentaciju nakon odstranjenja gutaperke, i smatraju da će takva preparacija smanjiti mogućnost loma stijenke korijena. Druga su skupina zaštitari. Oni smatraju kako je i minimalna količina dentina oko nadogradnje dovoljna da bi spriječila frakturu korijena. Caputo i Standlee, primjerice preporučuju samo 1mm dentina oko nadogradnje. Treća su skupina proporcionalisti. Oni drže da širina

nadogradnje treba biti jedna trećina širine korijena. Takav proporcionalni odnos osigurava dostatnu debljinu dentina koji se može oduprijeti opterećenju.

Tilk i suradnici (41) izradili su tablicu koja prikazuje indicirane i optimalne promjere za preparaciju konfekcijskih kolčića. Korijenski dio nadogradnje ne bi smio biti širi od jedne trećine širine korijena, ali u korijenskom kanalu mora biti okružen s najmanje 1 mm dentina (Tablica 2). Naročito je problematično apikalno područje, gdje se korijen sužava uz koncentraciju sila. Preparacija manjega promjera ima veću rezistenciju na opterećenje, a sama širina nema znatan utjecaj na retenciju nadogradnje (4,5,11,36, 50).

Tablica 2. Preporučljive širine Peeso proširivača za preparaciju korijenskih kanala (prema Jacobiu i Schillingburgu) (47)

Table 2. Recommended widths of the Peeso instrument for root canal preparation (after Jacobi and Schillingburg) (47)

Gornja čeljust / Upper jaw			Donja čeljust / Lower jaw		
Zub / Teeth		Promjer proširivača / Diameter of instrument Tooth	Zub / Teeth		Promjer proširivača / Diameter of instrument Tooth
Središnji sjekutić / Central incisor		1,5 mm	Središnji sjekutić / Central incisor		0,7 mm
Bočni sjekutić / Lateral incisor		1,3 mm	Bočni sjekutić / Lateral incisor		0,7 mm
Očnjak / Canine		1,5 mm	Očnjak / Canine		1,3 mm
Prvi pretkutnjak / First premolar	B P	0,9 mm 0,9 mm	Prvi pretkutnjak / First premolar		1,3 mm
Drugi pretkutnjak / Second premolar		1,1 mm	Drugi pretkutnjak / Second premolar		1,3 mm
Prvi kutnjak / First molar	MB	1,1 mm	Prvi kutnjak / First molar	MB	1,1 mm
	DB	0,9 mm		ML	0,9 mm
	P	1,1 mm		D	0,9 mm
Drugi kutnjak / Second molar	MB	1,2 mm	Drugi kutnjak / Second molar	MB	0,9 mm
	DB	0,9 mm		ML	0,9 mm
	P	1,1 mm		D	0,9 mm

Zaključak

Ispravno postavljenom dijagnozom i indikacijom, uspješnim izborom vrste nadogradnje i pravilnom ugradnjom u korijenski kanal zuba nosača produžava se vrijeme uporabne trajnosti fiksnoprotetskoga rada na endodontski saniranom zubu. Nadogradnja mora osigurati sigurnu i dugotrajnu retenciju krunice ili mosta i omogućiti pravilan prijenos opterećenja na cijeli korijen i

okolna potporna tkiva. Individualna lijevana nadogradnja pokazuje veću kliničku uspješnost u slučajevima nadoknade cijele kliničke krune od konfekcijske nadogradnje. To se temelji na načinu izradbe individualne nadogradnje koji omogućuje precizno oponašanje morfologije ispreparirane kliničke krune i zubnoga korijena.

Retencija konfekcijske nadogradnje, osim o dužini i obliku, ovisi i o morfološkim značajkama površine (brazde, urezi ili navoj) intraradikularnoga

dijela. Konfekcijski kolčići paralelnih stranica s navojima pokazuju najbolju retenciju, za njima slijede kolčići s paralelnim izbrazdanim stranicama, a najslabiju retenciju pokazuju kolčići glatkih konusnih stranica. Ekstraradikularni dio tih nadogradnji retencijski nije dovoljno riješen, jer je ili premalen ili retencijski nedostatan u slučajevima nadoknade cijele kliničke zubne krune. Površina ekstraradikularnoga dijela konfekcijske nadogradnje, koja se uvećava nanosom kompozita, amalgama, stakleno-ionomernog cementa ili ojačanoga kompozita kako bi se postigla veća retencijska ploha, uvijek je upitna s biomehaničkog aspekta.

Kod kratkih ili zavijenih kanala, posebice višekorijenskih zuba, gdje preparacija ne može svojom dužinom osigurati dovoljnu retenciju nadogradnje, uputno je postaviti konfekcijski kolčić s navojima ili izbrazdane površine kao kombiniranu ili dopunsku retenciju.

Literatura

1. ČATOVIĆ A. Mogućnost nadogradnje frakturiranih kruna endodontski tretiranih zuba. *Acta Stomatol Croat* 1983;17:331-337..
2. SHILLINGBURG HT, HOBBO S, WHITSETT DL. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. Chicago - Berlin - Rio de Janeiro - Tokyo: Quintessence publishing Co, 1981: 147 - 158.
3. KANTOR ME, PINES MS. A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. *J Prosthet Dent* 1997; 89: 405 - 412.
4. TRABERT KC, CAPUTO AA, ABOU-RASS M. Tooth fracture a comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endodont* 1978; 4: 341 - 345.
5. TRABERT KC, COONEY JP. The endodontically treated teeth: Restorative concepts and techniques. *Dent Clin North Am* 1984; 28: 923 - 951.
6. BARABAN DJ. The restoration of pulpless teeth. *Dent Clin North Am* 1967; 111: 633 - 653.
7. LAVDAHAL PE, NICHOLS JT. Pin retained amalgam cores versus cast gold dowel cores. *J Prosthet Dent* 1977; 38: 509 - 514.
8. GUZI GE, NICHOLS JT. *In vitro* comparison of intact endodontically treated teeth with and without endopost reinforcements. *J Prosthet Dent* 1979; 42: 39 - 44.
9. SUVIN M, KOSOVEL Z. *Fiksna protetika*. Zagreb: Školska knjiga 1990.
10. RADKE RA, BARKHORDAR RA, PODESTA RE. Retention of cast endodontic posts: Comparison of cementing agents. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 318 - 320.
11. SOKOL DJ. Effective use of current core and post concepts. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 231 - 234.
12. HOAG EP, DWYER TG. A comparative evaluation of the three post and core techniques. *J Prosthet Dent* 1982; 47: 177 - 181.
13. PLASMANS PJ, VISSEREN LGH, VRIJHOEF MMA, KAYSER AF. *In vitro* comparison of dowel and core techniques for endodontically treated molars. *J Endodont* 1986; 12: 382 - 387.
14. BRANDAL JL, NICHOLLS JZ, HARRINGTON GW. A comparison of three restorative techniques for endodontically treated anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 151 - 155.
15. COONEY JP, CAPUTO A, TRABERT KC. Retention and stress distribution of tapered-end endodontic posts. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 540 - 546.
16. STANDLEE JP, CAPUTO AA, HANSON EC. Retention of endodontic dowels: Effects of cement, dowel length, diameter and design. *J Prosthet Dent* 1978; 39: 401 - 405.
17. CAPUTO AA, HOKAMA SN. Retention and stress distribution; Characteristics of a new dowel system. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 652 - 655.
18. PAO YC, REINHARDT RA, KREJCI RF. Root stress with tapered end post design in periodontally compromised teeth. *J Prosthet Dent* 1987; 57: 281 - 286.
19. STANDLEE JP, CAPUTO AA, HOLCOMB J, TRABERT KC. The retentive and stress-distributing properties of a threaded endodontic dowel. *J Prosthet Dent* 1980; 41: 398 - 404.
20. ASSIF D, OREN E, MARSHAK BL, AVIV I. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative technique. *J Prosthet Dent* 1980; 61: 535 - 543.
21. STANDLEE JP, CAPUTO AA. Effect of surface design on retention of dowels cemented with resin. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 403 - 405.
22. DEUTSCH AS, CAVALLERI J, MUSICANT BL, SILVERSTEIN L, LEPLEY J, PETRONI G. Root fracture and design of prefabricated posts. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 637 - 640.
23. SORENSEN JA, ENGELMAN MJ. Effect of post adaptation in fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1990; 64: 419 - 424.
24. KAHN FH, ROSENBERG PA, SCHULMAN A, PINES M. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post system. *J Prosthet Dent* 1996; 75: 148 - 153.
25. ROSS RS, NICHOLLS JI, HARRINGTON GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic posts. *J Endodont* 1991; 17: 450 - 456.
26. DEUTSCH AS, MUSICANT BL, CAVALLERI J, LEPLEY JB. Prefabricated dowels: A literature review. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 498 - 503.
27. ASSIF D, GORFIL C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 565 - 567.

28. MANIATOPOULOS C, PILLAR RM, SMITH DC. Evaluation of shear strength at the cemented endodontic post interface. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 662 - 668.
29. COHEN BI, PAGNILLO M, CONDOS S, DEUTSCH AS. Comparison of the torsional forces at failure for seven endodontic post system. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 350 - 357.
30. BURGESS JO, SUMMITT JB, ROBBINS JW. The resistance to tensile, compression, and torsional forces provided by four post systems. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 899 - 903.
31. STEGAROIU R, YAMADA H, KUSAKARI H, MIYAKAWA U. Retention and failure mode after cyclic loading in two post and core systems. *J Prosthet Dent* 1996; 75: 506 - 511.
32. JOHNSON JK, SAKAMURA JS. Dowel form and tensile force. *J Prosthet Dent* 1978; 40: 645 - 648.
33. LAMBJERG-HANSEN H, ASMUNSEN E. Mechanical properties of endodontic posts. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 882 - 887.
34. BARABAN DJ. The restoration of endodontically treated teeth: An update. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 553 - 558.
35. SORENSEN JA, MARTINOFF JT. Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 28 - 35.
36. SIVERS JE, JOHNSON WT. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 1992; 36: 631 - 650.
37. PEREL ML, MUROFF FL. Clinical criteria for post and cores. *J Prosthet Dent* 1972; 28: 405 - 411.
38. GUTMANN JL. Preparation of endodontically teeth to receive a post core restoration. *J Prosthet Dent* 1977; 38: 413 - 419.
39. HUDIS SI, GOLDSTEIN GR. Restoration of endodontically treated teeth: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 33 - 38.
40. HUNTER AJ, FEIGLIN B, WILLIAMS JF. Effect of placement on endodontically treated teet. *J Prosthet Dent* 1989; 54: 166 - 172.
41. TILK MA, LOMMEL TJ, GERSTEIN H. A study of mandibular and maxillary root widths to determinate dowel size. *J Endodont* 1979; 5: 79 - 82
42. LEARY JM, AQUILINO SA, SVARE CW. An evaluation of post lenght within the elastic limits of dentin. *J Prosthet Dent* 1987; 52: 277 - 281.
43. COLMAN HZ. Restoration of endodnontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 1979; 23: 647 - 662.
44. SHILLINGBURG HT, FISHER DW, DEWHIRST RB. Restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 401 - 409.
45. ZMANER O. Adaptation of treaded dowels to dentin. *J Prosthet Detn* 1980; 41: 530 - 535.
46. CAMP LR, TODD MJ. The effect of dowel preparation on the apical seal of three common obturation tehniques. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 664 - 666.
47. JACOBI R, SHILLINGBURG HT. Pins, dowels and other retentive devices in posterior teeth. *Dent Clin North Am* 1993; 37: 367 - 390.
48. SHILLINGBURG HT, KESSLER JC, WILSON EL. Root dimensions and dowel size. *J Califor Dent Assoc*, 1982; 10:43-49.
49. LLOYD PM, PALIK JF. The philophies of dowel diameter preparation: A literature review. *J Prosthet Dent* 1993; 60: 32 - 36.
50. TJAN AH, WHANG SB. Resistance to rooth fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 496 - 500.