

Istraživanje dinamičke čvrstoće zuba opskrbljenog konfekcijskim i lijevanim nadogradnjama

Adnan Čatović¹
Alen Ahmetović²
Dragutin Komar¹
Biserka Lazić¹
Zlatko Ulovec³
Marina Katunarić⁴

¹Zavod za stomatološku protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
²Privatna stomatološka ordinacija "Dr. A. Ahmetović", Gornja Stubica
³Katedra za socijalnu medicinu i epidemiologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
⁴Zavod za dentalnu patologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Sažetak

Djelomično ili potpuno nepostojanje kliničke krune avitalnih zuba dovodi do određenog stupnja defektnosti zubnoga niza pri čemu u određenoj mjeri nastaje i poremećaj funkcije žvačnoga sustava. U takvim slučajevima potrebno je napraviti nadogradnje za pojačanje zuba nosača kao podloge krunicama i mostovima.

Svrha istraživanja bila je usporediti otpornost avitalnih zuba opskrbljenih lijevanim kovinskim i konfekcijskim nadogradnjama na dinamičko pulzirajuće razaranje u tlačno-vlačnom području, s posebnim osvrtom na različite širine preparacije korijenskoga kanala.

Rezultati fraktografske raščlambe upućuju na zaključak da najveću otpornost dinamičkom opterećenju bez nastanka loma pokazuju zubi opskrbljeni uskim konfekcijskim nadogradnjama koji, primjerice, pri opterećenju od 1000N izdrže prosječno 7.497.318 ciklusa. Proširenje korijenskoga kanala kod preparacije intraradikularnog dijela zuba za nadogradnju veće od 3,5 mm znatno smanjuje njezinu retenciju i povećava mogućnost loma korijena. Svi lomovi uzoraka ispitivanih nadogradnji utvrđeni su u korijenu zuba, a nadogradnje su ostale intaktne.

Ključne riječi: *nadogradnje, dinamičko opterećenje, lom.*

Acta Stomat Croat
2002; 223-229

IZVORNI ZNANSTVENI
RAD

Primljeno: 15. travnja 2002.

Adresa za dopisivanje:

Prof. dr. sc. Adnan Čatović
Zavod za stomatološku
protetiku
Stomatološki fakultet
Gundulićeva 5, 10000 Zagreb

Uvod i svrha istraživanja

Uspjeh endodontske terapije aktualizirao je problematiku rekonstrukcije destruiranih kruna avitalnih zuba. Razmatranje sanacije avitalnih zuba s biomeha-

ničkog aspekta poprima novu dimenziju jer su avitalni zubi krhki i podložni lomu, osobito njihove funkcijske krune, pa i korijeni. Zato je osigurati koronarano - radikularnu stabilizaciju zuba osnovni biomehanički čimbenik koji određuje uspješnost tretmana (1).

Tehnološki napredak stavlja nam na raspolaganje mnoge tehnike i materijale za dogradnju izgubljenih tvrdih zubnih tkiva, koji se zbog preglednosti dijele na individualne (lijevane) nadogradnje, konfekcijske (tvorničke) nadogradnje i kombinirane oblike nadograđivanja zuba (2).

U literaturi ne postoji usklađenost stajališta o tome koji je oblik najprikladniji. Autori preporučuju pojedine tehnike na osnovi rezultata vlastitih istraživanja, iskustva ili sklonosti. Svaka od dostupnih metoda ima određene prednosti, te je uspjeh terapije manje ovisan o izabranoj tehnici a više o njezinoj pravilnoj izvedbi i dobro postavljenoj indikaciji u konkretnom kliničkom slučaju.

Gubitak tvrdih zubnih tkiva tijekom endodontske obradbe, te čišćenje i širenje kanala ne remeti bitno strukturu zuba prema Reehu i suradnicima (3) i tek umanjuje tvrdoću zuba oko 5%. No prema drugim autorima (4-7), opsežan gubitak perikanalnoga dentina pri čišćenju kanala odnosno preparaciji za kolčić nužno oslabljuje korijen zuba.

Martinez i sur. (8) usporedili su otpornost avitalnih zuba na opterećenje opskrbljenih lijevanim individualnim nadogradnjama i kolčićima od karbon-skih vlakana s kompozitnom dogradnjom. Rezultati istraživanja pokazali su da je razina lomnoga opterećenja znatno viša u skupini opskrbljenoj lijevanim nadogradnjama s lomom zuba unutar korijena. Autori sugeriraju da se materijal nadogradnje mora slomiti prije nego što mehanički stres djeluje na preostalu zubnu strukturu.

Sidoli i sur. (9) dobili su slične rezultate ispitujući Composipost sustav (RTD, Meylan, Francuska), koji je pokazao lošija biomehanička svojstva u usporedbi s metalnim kolčićima.

Svrha istraživanja bila je usporediti otpornost avitalnih zuba opskrbljenih metalnim lijevanim i konfekcijskim nadogradnjama na dinamično pulzirajuće opterećenje u tlačno-vlačnom području 800N-1000N, s posebnim osvrtom na različite širine preparacije korijenskoga kanala.

Materijal i postupci

U istraživanju je uporabljeno ukupno 48 humanih donjih drugih premolara, približno jednakih dimenzija, izvađenih iz ortodontskih, parodontoloških

ili endodontskih razloga. Krune zuba su odstranjene do caklinsko-cementnoga spojišta, korijeni su endodontski obrađeni do veličine 40 i napunjeni do apiksa Diaketom (ESPE, Njemačka) i odgovarajućom gutaperkom (Diadent, Koreja) tehnikom lateralne kondenzacije. Pripremljeni korijeni podijeljeni su u četiri skupine od po 12 uzoraka od kojih je svaki nadograđen odgovarajućom vrstom nadogradnje: 1. konfekcijska nadogradnja s uskim intrakanalnim kolčićem (promjer kolčića 1,15 mm, promjer navoja 1,45 mm; Maillefer, Švicarska, veličina 1), 2. konfekcijska nadogradnja sa širokim intrakanalnim kolčićem (promjer kolčića 1,6 mm, promjer navoja 1,95 mm; Maillefer, Švicarska, veličina 3B), 3. individualna lijevana nadogradnja s uskim intrakanalnim kolčićem (elipsoidni promjer 1x2 mm), i 4. individualna lijevana nadogradnja sa širokim intrakanalnim kolčićem (elipsoidni promjer 2x4 mm). Istovjetnost uzorka osigurana je referentnom vrijednosti od 6 mm duljine kolčića, koja je bila ujedno i dubina implantacije. Nadogradnje su cementirane Fuji Plus (GC Corporation, Tokyo, Japan) stakleno-ionomernim cementom. Suprakoronarni dio konfekcijskih nadogradnji izrađen je od Filtek™ P60 (3M, SAD) kompozitom.

Uzroci su istraživani metodom dinamičkoga pulzirajućeg opterećenja u Amslerovu visokofrekventnom pulzatoru u tlačno-vlačnom području $800N \pm 15\%$ do $1000N \pm 15\%$. Uzorak je bio učvršćen u prihvatno ležište pulzatora posebno izrađenom napravom. Utvrđene su vrijednosti dinamičkog opterećenja u vezi s brojem ciklusa potrebnih da nastane lom, koji je predstavljao završetak testa (Slika 1).



Slika 1. Kućište naprave s postavljenom epruvetom tijekom dinamičkog opterećenja

Figure 1. Loading device holder with test-tube during the dynamic loading

Rezultati

Rezultatima istraživanja potvrđeno je da je veličina dinamičkog opterećenja obrnuto proporcionalna broju izdržanih ciklusa do nastanka pukotine ili loma. Iz rezultata istraživanja dinamičke izdržljivosti konfekcijskih i lijevanih nadogradnji vidljivo je da su konfekcijske nadogradnje bile otpornije u svim segmentima istraživanja. Usporedbom podskupina s uskim kolčićem nađeno je da su lijevane nadogradnje izdržale 2.928.963 (32,3%) manje ciklusa pri dinamičkom opterećenju od 800N, te 2.626.089 (35%) manje ciklusa pri opterećenju od 1000N od konfekcijskih nadogradnji. Zabilježena razlika između podskupina nadogradnji sa širokim kolčićem također je u korist konfekcijskih nadogradnji. Lijevane nadogradnje su pri djelovanju jednake sile u iznosu 800N izdržale 791.187 (12,5%) manje, a pri djelovanju sile od 1000N 1.560.033 (30,6%) manje ciklusa od konfekcijskih nadogradnji (Tablica 1). Ta se razlika može objasniti gubitkom osnovne prednosti lijevanih nadogradnji nad konfekcijskima - njezina intimnog priličavanja uz stijenke perikanalnog dentina što ne dolazi do izražaja prilikom uporabe kalibriranih svrdala za preparaciju dosjeda konfekcijskog kolčića. Također, i navoji aktivnog intrakanalnoga kolčića, koji je rabljen u istraživanju, pridonose njegovoj stabilnosti i retenciji

unutar korijenskoga kanala. Lijevane nadogradnje koničnog su oblika te prigodom opterećenja djeluju poput klina, što uzrokuje raskol zuba. Taj je negativni čimbenik neutraliziran izradbom cilindričnoga konfekcijskog kolčića čime se opterećenje pravilnije raspodjeljuje unutar korijena, a sile prenose u apikalnom smjeru. Prigodom cementiranja lijevanih nadogradnji nastaje velik hidrostatski tlak kojim višak materijala za cementiranje djeluje na postranične stijenke korijena, a to je na konfekcijskome kolčiću izbjegnuto konstrukcijom uzdužnih žlijebova.

Skupina konfekcijskih nadogradnji pri svim je opterećenjima izdržala veći broj ciklusa od skupine lijevanih nadogradnji. Podskupine nadogradnji s uskim kolčićima pokazale su bolja svojstva u usporedbi s podskupinama širokih intrakanalnih kolčića (Tablica 2). Raščlamba varijance s dva promjenjiva čimbenika (vrsta kolčića, razina opterećenja) za konfekcijske nadogradnje pokazuje da postoji znatna razlika u dinamičkoj izdržljivosti ($p < 0,01$) između širine nadogradnje i razine opterećenja za obje vrste nadogradnji (Tablica 3), pri čemu širina kolčića objašnjava oko 76% varijabilnosti rezultata izdržljivosti. Raščlambom varijance za lijevane nadogradnje također je utvrđen znatno različit utjecaj širine nadogradnje i opterećenja, pri čemu promjena opterećenja objašnjava oko 50% varijacije rezultata, a utvrđena je i statistički znatna interakcija ($\alpha = 0,0239$; 2,39%) (Tablica 4).

Tablica 1. Rezultati mjerenja dinamičke izdržljivosti lijevanih nadogradnji

Table 1. Results of measuring the dynamic resistance of cast posts and cores

F (N)	Lijeavane nadogradnje s uskim kolčićem / Cast post and core with narrow post		Lijeavane nadogradnje sa širokim kolčićem / Cast post and core with wide post	
	Apsolutne vrijednosti / Absolute value	Srednja vrijednost / Mean value	Apsolutne vrijednosti / Absolute value	Srednja vrijednost / Mean value
800	6.514.263	6.121.659	5.511.932	5.521.487
	5.692.491		6.194.293	
	5.743.235		5.763.912	
	6.390.936		4.978.223	
	6.230.806		5.822.326	
	6.158.223		4.858.236	
1000	4.416.223	4.871.229	2.637.812	3.522.611
	4.919.682		3.725.331	
	5.277.782		4.204.690	
	4.583.620		2.806.249	
	4.975.294		3.950.735	
	5.054.773		3.810.849	

Tablica 2. Rezultati mjerenja dinamičke izdržljivosti konfekcijskih nadogradnji

Table 2. Results of measuring the dynamic resistance of prefabricated posts and cores

F (N)	Konfekcijske nadogradnje s uskim kolčićem / Prefabricated post and core with narrow post		Konfekcijske nadogradnje sa širokim kolčićem / Prefabricated post and core with wide post	
	Apsolutne vrijednosti / Absolute value	Srednja vrijednost / Mean value	Apsolutne vrijednosti / Absolute value	Srednja vrijednost / Mean value
800	9.697.534	9.050.622	6.039.467	6.312.674
	9.214.671		6.783.597	
	8.239.661		6.114.958	
	9.143.782		5.836.014	
	8.519.073		6.496.254	
	9.489.011		6.605.754	
1000	8.216.054	7.497.318	4.917.326	7.497.318
	6.810.049		5.225.291	
	7.465.851		5.105.318	
	7.751.266		5.496.247	
	7.208.354		4.785.034	
	7.532.334		4.966.651	

Tablica 3. Raščlamba varijance za konfekcijske nadogradnje (* $p < 0.01$)Table 3. Analysis of variance for prefabricated posts and cores (* $p < 0.01$)

Izvor varijacija / Variation source	Zbroj kvadrata odstupanja / Sum of the square of deviation	Stupnjevi slobode / Degree of freedom	Srednji kvadrat odstupanja / Mean of the square of deviation	F-odnos / F-relation	p
Glavni čimbenici / Main factors	0.2046647	2	0.1023323	156.043	0.0000*
Konfekcijska nadogradnja / Prefabricated post and core	0.1583384	1	0.1583384	241.445	0.0000*
Iznos opterećenja / Amount of loading	0.0463263	1	0.0463263	70.642	0.0000*
Dvofaktorska interakcija / Duofactor interaction	2.21543E-004	1	2.21543E-004	0.338	0.5737
Vrsta nadogradnje, iznos opterećenja / Type of post and core, amount of loading	2.21543E-004	1	2.21543E-004	0.338	0.5737
Ostatak / Other	0.0131159	20	6.55794E-004		
Ukupno / Total	0.2180021	23			

Tablica 4. Raščlamba varijance za lijevane nadogradnje (* $p < 0.01$; ** $p < 0.05$)Table 4. Analysis of variance for cast posts and cores (* $p < 0.01$; ** $p < 0.05$)

Izvor varijacija / Variation source	Zbroj kvadrata odstupanja / Sum of the square of deviation	Stupnjevi slobode / Degree of freedom	Srednji kvadrat odstupanja / Mean of the square of deviation	F-odnos / F-relation	P
Glavni čimbenici / Main factors	0.1901410	2	0.0950705	37.371	0.0000*
Lijevana nadogradnja / Cast post and core	0.0555289	1	0.0555289	21.828	0.0001*
Iznos opterećenja / Amount of loading	0.1346121	1	0.1346121	52.915	0.0000*
Dvofaktorska interakcija / Duofactor interaction	0.0151995	1	0.0151995	5.975	0.0239**
Vrsta nadogradnje, iznos opterećenja / Type of post and core, amount of loading	0.0151995	1	0.0151995	5.975	0.0239**
Ostatak / Other	0.0508787	20	0.0025439		
Ukupno / Total	0.2562191	23			

Rasprava

U literaturi postoji malo podataka o istraživanju dinamičke čvrstoće materijala. Razlog tomu je dugotrajnost i visoka cijena takvih istraživanja. Osim toga, vrlo je teško *in vitro* prilagođavati uvjete onima koji postoje *in vivo*, pogotovo zbog različitih mehaničkih i fizikalnih svojstava materijala koji dolaze kao cjelina u okviru ispitivanih uzoraka. No, ova ispitivanja imaju veliku vrijednost zbog oponašanja prirodnih odnosa opterećenja u ustima, iako je neurofiziološke reakcije mišića koji reguliraju žvačne sile teško oponašati.

Čatović (10, 11) je istraživao dinamičku čvrstoću krunice humanih pretkutnjaka s obzirom na oblik preparacije za fasetiranu krunicu i opazio da su lomu ili frakturi kliničke krunice zuba podložniji brušeni od intaktnih zuba. Obrnuto proporcionalnu povezanost veličine dinamičkog opterećenja i dinamičke izdržljivosti utvrdila je i Poljak-Guberina i sur. (12) istražujući dinamičku izdržljivost spoja Duceragold keramike i Ag-Pd slitine s predhodnim termocikliranjem i bez njega. Čatić (13) je također zabilježio obrnuto proporcionalnu povezanost veličine dinamičkog opterećenja i dinamičke izdržljivosti istražujući utjecaj različitih oblika preparacije prednjih zuba na dinamičku izdržljivost privremenih krunica s predhodnim termocikliranjem i bez njega. U usporedbi s vlastitim rezultatima uočljivo je da pri jednakim silama konfekcijske i lijevane nadogradnje izdrže znatno veći broj ciklusa od akrilatnih i kera-

mičkih krunica, što govori u prilog trajnosti nadogradnji.

U istraživanjima konfekcijskih nadogradnji drugih autora vidljiva je neujednačenost rezultata koja proizlazi iz istraživanja velikog broja različitih konfekcijskih sustava za nadograđivanje zuba. Cohen i sur. (14) istražili su otpornost na cikličko opterećenje pet sustava konfekcijskih nadogradnji (Access Post, Flexi Flange, Flexi Post i Vlock) s četiri materijala za dogradnju batrljka (Tytin srebrni amalgam, Ti-Core, Ketac Silver i GC Miracle Mix). Uzorci su opterećeni silom od 22,2N u iznosu do 4 milijuna ciklusa ili do loma uzorka. Svi uzorci kojih je batrljak dograđen Ti-Core kompozitnim materijalom i Tytin srebrnim amalgamom završili su ispit izdržavši predviđeni broj ciklusa bez loma. Nadogradnje iz Ketac Silvera i Miracle Mixa slomile su se ne izdržavši 4 milijuna ciklusa, a svi lomovi bili su unutar batrljka. Autori drže da test od 4 milijuna ciklusa odgovara 10-godišnjoj kliničkoj uporabi, pozivajući se na tvrdnje Huysmansa i van der Varsta (15) koji su ustvrdili da model koji ima 5 milijuna cikličkih opterećenja odgovara kliničkoj uporabi u razdoblju od 5 do 15 godina. Uspoređujući rezultate s istraživanjem Cohena i sur. (14), u našem istraživanju konfekcijske su nadogradnje izdržale veći broj ciklusa pri većem dinamičkom opterećenju. Također, svi lomovi uzorka tijekom našeg eksperimenta zabilježeni su u korijenu zuba, što potvrđuje otpornost svih dijelova sustava konfekcijskih nadogradnji, a u istraživanju Cohena i sur. uzorci su se lomili unutar batrljka zuba.

Iako proučavanje dinamičke izdržljivosti kompozitnih materijala i stakleno ionomernih cemenata nije bila svrha našega rada, vidljivo je da je struktura kompozitnog materijala otpornija na lom od staklenog ionomera. No taj čimbenik dobiva na značenju kad ti materijali čine dio sustava za dogranju avitalnih zuba jer može utjecati na trajnost nadogradnje. Peres, Howe i Svare (16) u poredbenoj su studiji čvrstoće zlatnih lijevanih nadogradnji i kompozitnih nadogradnji retiniranih pinovima zaključili da su kompozitne nadogradnje bile najmanje četiri puta izdržljivije od lijevanih.

Učinak cikličnog opterećenja na retenciju nadogradnji ispitali su Stegariou i sur. (17). Njihovi rezultati pokazali su da dinamičko opterećenje djeluje više na konfekcijske nadogradnje koje su nakon djelovanja sila bile bitno manje retentivne, što se objašnjava djelovanjem opterećenja na cement kojim su nadogradnje cementirane u korijenu zuba. Autori u zaključku ističu da u slučaju potrebe za širokom preparacijom korijenskoga kanala, nadogradnja koja usko priliježe zidovima korijenskoga kanala može biti retentivnija.

Rezultati našeg istraživanja u skladu su s istraživanjem Sorensena i Engelmána (18) koji su ispitali utjecaj adaptacije kolčića u korijenskome kanalu na otpornost frakturi avitalnih zuba. Zaključili su da kolčići usporednih stranica imaju manju čestotu frakture, a prigodom frakture uključuju manju količinu zubne strukture. Maksimalna adaptacija kolčića korijenskomu kanalu znatno povećava prag frakture. Konični kolčići rezultiraju ekstenzivnom frakturom koja uključuje više zubne strukture, usmjerene apikalno. Autori su zaključili da se konični kolčići mogu upotrebljavati samo s velikim oprezom. Ti su zaključci suprotni s tvrdnjama Bergmana i sur. (19) koji preporučuju izraditi konvencionalni oblik lijevanih individualnih nadogradnji.

Zaključci

1. Rezultati fraktografske raščlambe upućuju na zaključak da najveću otpornost dinamičkom opterećenju bez nastanka loma pružaju zubi opskrbljeni uskim konfekcijskim nadogradnjama koji, primjerice, pri djelovanju sile od 800N mogu izdržati bez loma 9.050.622 ciklusa.

2. Najneotporniji na lom su pak zubi opskrbljeni širokim lijevanim nadogradnjama koji pri djelovanju sile od 800N izdrže samo 3.522.611 ciklusa.
3. Proširenje korijenskoga kanala kod intraradikularne preparacije zuba veće od 3,5 mm znatno smanjuje retenciju lijevanih nadogradnji i povećava mogućnost loma korijena.
4. U svim skupinama uzoraka utvrđen je obrnuto proporcionalni odnos između veličine dinamičkog opterećenja i broja ciklusa.
5. Svi lomovi uzoraka ispitivanih nadogradnji dogodili su se u korijenskome dijelu zuba, a nadogradnje su ostale intaktne.
6. Prikaz rezultata dinamičke izdržljivosti "box-wisker tehnikom" na logaritamski transformiranim podacima pokazao je vrlo ujednačen rasap rezultata dinamičke izdržljivosti konfekcijskih nadogradnji za razliku od neujednačenih rasipanja kod lijevanih nadogradnji. Taj podatak govori u prilog postojanijem otporu na dinamičko opterećenje i boljoj intraradikalnoj retenciji konfekcijskih nadogradnji.

Literatura

1. ČATOVIĆ A, SEIFERT D, POLJAK-GUBERINA R, KVASNIČKA B. Utjecaj biomehaničkih čimbenika na nadograđivanje devitaliziranih zuba. *Acta Stomatol Croat* 2000; 34: 59-66.
2. ČATOVIĆ A. Mogućnost nadogradnje frakturiranih kruna endodontski liječenih zuba. *Acta Stomatol Croat* 1983; 17: 331-7.
3. REEH ES, MESSER HH, DOUGLAS WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endodont* 1989; 15: 512-6.
4. SORENSEN JA, MARTINOFF JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 780-4.
5. TROPE M, MALTZ DO, TRONSTAD L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endodont Dent Traumatol* 1985; 1: 108-11.
6. ROBBINS JW. Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc* 1990; 120: 558-66.
7. CARTER JM, SORENSEN SE, JOHNSON RR, TEITELBAUM RL, LEVINE MS. Tunch shear testing of extracted vital and endodontically treated teeth. *J Biomech* 1983; 16: 841-8.

8. MARTINEZ-INSUA A, DA SILVA L, RILO B, SANTANA U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core J Prosthet Dent 1998; 80: 527-32.
9. SIDOLI GE, KING PA, SETCHELL DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. J Prosthet Dent 1997; 78: 5-9.
10. ČATOVIĆ A. Utjecaj cikličkih opterećenja na dinamičku čvrstoću krune brušenih pretkutnjaka. Acta Stomatol Croat 1988; 22: 101-6.
11. ČATOVIĆ A. Comparative investigation of dynamic loading of prepared and intact human premolars. Quintessence Int 1992; 23: 435-8.
12. POLJAK-GUBERINA R, ČATOVIĆ A, JEROLIMOV V, FRANZ M. The fatigue of the interface between Ag-Pd alloy and hydrothermal ceramics. Dent Mater 1999; 15: 417-20.
13. ČATIĆ A. Istraživanje utjecaja različitih oblika preparacije prednjih zuba na dinamičku izdržljivost privremenih krunica. Zagreb: Stomatološki fakultet, 1998. Magistarski rad.
14. COHEN BL, PAGNILLO MK, NEWMAN I, MUSIKANT BL, DEATSCH AS. Cyclic fatigue testing of five endodontic post designs supported by four core materials. J Prosthet Dent 1997; 78: 458-64.
15. HUYSMANS MC, VAN DER VARST G. Mechanical longevity estimation model for post-and-core restorations. Dent Mater 1995; 11: 252-7.
16. PERES MOLL JF, HOWE DF, SVARE CW. Cast gold post and core and pin-retained composite resin bases: A comparative study in strength. J Prosthet Dent 1978; 40: 642-4.
17. STEGARIOU R, HIROYUKI Y, KUSAKARI H, MIYAKAWA O. Retention and failure mode after cyclic loading in two post and core systems. J Prosthet Dent 1996; 75: 506-11.
18. SORENSEN JA, ENGELMAN MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1990; 64: 419-24.
19. BERGMAN B, LUNDQUIST P, SJOGREN U, SUNDQUIST G. Restorative and endodontic results after treatment with cast post and cores. J Prosthet Dent 1989; 61: 10-5.