

Uzdužni prijelom korijena zuba - dosadašnje spoznaje o etiologiji, dijagnostici i terapiji te prikaz slučajeva

Longitudinal Fracture of the Tooth Root - Current
Knowledge and Etiology, Diagnostics and
Therapy, with a Review of Cases

Marko Krmpotić,
Berislav Perić,
Jakša Grgurević,
Darko Macan

Zavod za oralnu kirurgiju
Stomatološkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
Gundulićeva 5
10000 Zagreb

Sažetak

Uzdužni prijelomi korijena zuba jedna su od najnepovoljnijih komplikacija u liječenju zuba. O uzrocima nastanka uzdužnog prijeloma dosta se govori iako je teško konačno odgovoriti na pitanje o glavnom etiološkom čimbeniku. U stranoj literaturi najčešće se spominje način obrade i punjenja korijenskoga kanala. Bilo je mnogo pokušaja da se izliječe uzdužni prijelomi, ali se nije našlo rješenje koje zadovoljava i koje bi se moglo univerzalno primijeniti za sve uzdužno prelomljene korijenove. Primjeri iz naše prakse potvrđuju iskustva opisana u stranoj literaturi iako je učestalost uzdužnih prijeloma u nas rjeđa. U konzervativnom liječenju zubi treba osobito paziti na sile koje se primjenjuju u instrumentaciji kanala te birati tehnike punjenja kanala koje ne preopterećuju strukture korijena zuba.

Ključne riječi: uzdužni prijelom korijena, etiologija, dijagnostika, liječenje

Acta Stomatol Croat
1997; 61—67

PREGLEDNI RAD

Primljeno: 23. siječnja 1997.
Received: January 23. 1997

Uvod

Uzdužni prijelom korijena zuba je longitudinalno orijentirani prijelom koji se proteže od korijenskoga kanala do parodonta. Može početi od krune zuba ili vrška korijena, a u nekim slučajevima i između tih dviju točaka.

Opće je prihvaćeno da uzdužni prijelom mogu uzrokovati različiti čimbenici. Najčešće se spominje postavljanje nadogradnji, postupci čišćenja, širenja i punjenja kanala, postavljanje intrakoronarnih

ispuna te traumatski udarci. Malo je dostupnih podataka o učestalosti uzdužnih prijeloma vezano za neke od tih čimbenika da bi se moglo konačno reći koji je najčešći uzorak.

Prijelom može biti potpun ili nepotpun, ovisno o tome da li se proteže kroz cijelu širinu korijena - od parodonta jedne strane do parodonta druge strane ili samo od korijenskoga kanala do parodonta jedne strane. Potpunih uzdužnih prijeloma je 90% (1). Nepotpun prijelom zanimljiv je s morfološkog i di-

jagnostičkoga gledišta jer dokazuje da u dentinu postoji određena elastičnost koja dopušta da se segmenti odvoje bez potpunog prijeloma (2).

Prijelomna pukotina obično sadrži bakterije među kojima prevladavaju gram pozitivane, nekrotično tkivo i ostatke hrane. Meka su tkiva uz površinu korijena upaljena, mjestimice urašena u prijelomnu pukotinu. Čest popratni nalaz je vertikalna resorpcija kosti praćena gnojenjem mekih tkiva u blizini.

Prognoza zuba s uzdužnim prijelomom korijena, a osobito dugoročno gledano, vrlo je loša. Samo je nekoliko autora (3,4,5,6,7,8,9,10,11,12) pokušalo različitim metodama, od konzervativnih do kirurških, spasiti zube s vertikalnim prijelomom, a samo neki od njih svoje postupke ocjenjuju posve uspješnim. Prognoza je loša poglavito za jednokorijenske zube za koje nema mogućnosti hemisekcije.

Učestalost uzdužnih prijeloma kreće se od 3 do 4% kod endodontski obrađenih zuba (2), ali taj podatak treba uzeti s određenom zadržkom jer broj fraktura uvelike ovisi o kazuistici te o terapijskim postupcima pojedine stomatološke ambulante.

Etiologija

Iako je zabilježeno da uzdužnih prijeloma korijena ima i kod endodontski neobrađenih zuba (13), ipak u većini slučajeva postoji izravna veza između endodontske obrade i punjenja kanala s prijelomom korijena.

Mogući su uzroci opisani kao: neadekvatne metode obrade korijenskoga kanala, uporaba prevelike sile za vrijeme lateralne kondenzacije, postavljanje intrakanalnih kolčića i nadogradnji te forsirano umetanje inlaya na njihovo mjesto u kruni zuba.

Meister (14) je u svojem istraživanju došao do rezultata da je 84,38% uzdužnih prijeloma uzrokovano uporabom prevelike sile za vrijeme lateralne kondenzacije pri punjenju korijenskoga kanala.

Morfis (2) također upućuje na lateralnu kondenzaciju primijenjenu u kanalu obrađenom "step-back" tehnikom kao glavni uzrok uzdužnih prijeloma. On dakle, za razliku od Meistera, uvodi novi etiološki čimbenik - način obrade korijenskoga kanala. Kanali obrađeni step-back tehnikom podložniji su uzdužnim prijelomima nego kanali obrađeni klasičnim načinom. Zubi s intrakanalnim kolčićem također pucaju češće od zuba bez takvih retencijskih ele-

menata. Zaključuje da je bolje kolčić cementirati nego retinirati navojima u kanalu. Što se tiče okluzijskih opterećenja, ne dovodi u vezu funkciju zuba s uzdužnim prijelomima.

Holcomb (15) je mjerio sile koje su potrebne da se izazove uzdužni prijelom. Tako je najmanja izmjerena sila - koja se "spreaderom" prenosi na stijenke kanala, a dovoljana da se izazove prijelom korijena - samo 1,5 kg. Za usporedbu navodi da je sila kojom se preporučuje kondenzirati amalgam prilikom izradbe klasičnog ispuna 6,8 kg. Zubi koji se pune tehnikom lateralne kondenzacije u 50% slučajeva puknu ispod iznosa sile od 6,8 kg.

Lip-Hean Saw (16) je ispitivao uticaj različitih tehnika punjenja kanala na naprezanje dentina. Mjerio je naprezanja koja nastaju pri punjenju kanala Obtura tehnikom, Thermafil tehnikom i tehnikom lateralne kondenzacije. Naprezanja koja nastaju u dentinu raščlanio je na termička i kondenzacijska. Sveukupno najveće naprezanje izmjereno je Obtura tehnikom s tim da je prevladavala termička komponenta. Isto je i u Thermafil tehnici, ali s ukupno nešto manjim iznosom naprezanja. Tehnika lateralne kondenzacije pokazuje najveće kondenzacijsko opterećenje, ali je ukupan iznos naprezanja u dentinu znatno manji nego kod drugih dviju tehnika. Izmjerenom kondenzacijsko opterećenje dentina u tehnici lateralne kondenzacije bilo je 2,47 +/- 0,32 kg.

Tezu o lateralnoj kondenzaciji kao glavnom uzroku uzdužnih prijeloma pokušao je potvrditi i Dang (17). On uspoređuje D11 spreader i B-finger plugger u odnosu prema nastanku uzdužne frakture korijena zuba. Rezultati njegova istraživanja in vitro pokazuju da je učestalost vertikalnih prijeloma kod endodontski obrađenih zuba 5%, što je bitno manje od njegovih kliničkih opažanja. Veća opterećenja na dentin uzrokovala je uporaba D11 spreadera. Autor zaključuje da sama lateralna kondenzacija nije uzrok uzdužnog pucanja korijena za vrijeme punjenja kanala ili neposredno nakon punjenja, ali da opterećenja koja nastaju tijekom punjenja zacijelo utječu na kasniji nastanak prijeloma.

Da se poglavlje o etiologiji uzdužnih prijeloma ne bi svelo samo na ocjenu raznih metoda obrade i punjenja korijenskoga kanala, navodimo i primjer iz Kine (13) gdje je opisano 12 zuba s uzdužnim prijelomom korijena, a koji nisu bili endodontski obrađeni niti su imali ikakvih retencijskih elemenata u smislu intrakanalnih ili parapulpnih kolčića. Ovaj

primjer svakako otvara dodatna pitanja u vezi s etiologijom uzdužnih fraktura.

Dijagnostika

Problematikom dijagnosticiranja uzdužnih prijeloma korijena zuba bavio se Pitts (3). Većina znakova i simptoma izazvanih uzdužnim prijelomom mogu isto tako biti povezani i s drugim uzrocima. Primjerice, nekroza pulpe ili neuspjelo endodontsko liječenje uzrokuju bol, osjetljivost na perkusiju, mobilnost zuba, radiografski vidljive lezije, gnojenje, a to su sve simptomi vezani za uzdužni prijelom korijena zuba. Zato Pitts ističe da se definitivna dijagnoza uzdužnog prijeloma može postaviti samo kirurškim prikazom korijena, a gore spomenuti znakovi i simptomi mogu samo pomoći da se prijelom brže otkrije. No, mnogo je nekirurških pretraga kojima iskusan praktičar može s velikom sigurnošću postaviti ispravnu dijagnozu.

Prvi znak koji upućuje na nastanak uzdužnog prijeloma korijena je oštar zvuk pucanja koji se javlja za vrijeme punjenja korijenskoga kanala u trenutku kad sile lateralne kondenzacije prijeđu granicu elastičnosti dentina uslijed čega nastaje lom u dentinu. Treba razlikovati zvuk pucanja korijena od uobičajenih zvukova koje proizvodi proširivač dok struže o stijenku kanala, a koji su ponekad vrlo slični, pogotovo ako je kanal neravnomjerno obrađen, tj. ako postoji stepenica. U trenutku nastanka prijeloma pacijent može osjetiti sjevajuću trenutnu bol, čak i ako se radi u anestetiziranom području.

U rendgenološkoj dijagnostici ima nekoliko znakova koji upućuju na uzdužni prijelom korijena. Osim dentalnih snimaka, i druge rendgenske tehnike mogu biti korisne. Zagrizna snimka mandibule ili tomogram korisni su pri otkrivanju meziodistalno orijentiranih prijeloma.

Ponekad su na rendgenu vidljivi jasno odvojeni prelomljeni dijelovi korijena i tada se bez dvojbe može postaviti dijagnoza uzdužnog prijeloma. Takav je slučaj razmjerno rijedak jer je prijelomna pukotina radiolucetna samo pod određenim kutem u odnosu prema središnjoj rendgenskoj zraki ili ako je u pukotinu utisnuta masa za punjenje.

Uzdužni prijelom, koji uključuje i vršak korijena, može uzrokovati oštećenja što se na rendgenu pokazuju kao prozračno područje od sredine do vrška korijena i to s objiju strana korijena, a razli-

kuje se od nalaza uobičajenog za periapikalni osti-tički proces. Ako se radi o jednostranom prijelomu, tada je prozračna zona samo na strani prijeloma. Rendgenološki nalaz, poput parodontnog oštećenja, može se vidjeti kod uzdužnog prijeloma koji uključuje i koronarnu trećinu korijena. Prozračna zona tada je obično stepeničasta, a proteže se do stvarne razine pukotine.

Kad uzdužni prijelom izazove resorpciju korijena, na rendgenu je vidljiv za to uobičajeni nalaz.

Usljed uzdužnog prijeloma korijena retrogradni ispun može ispasti iz svojeg kaviteta pa ga se na rendgenu vidi udaljeno od vrška korijena. Također, može se utisnuti materijal za retrogradno punjenje u prijelomnu pukotinu te se naknadno rendgenskom snimkom može dijagnosticirati uzdužni prijelom.

Od kliničkih znakova koji upućuju na uzdužni prijelom korijena česti su parodontni džepovi uzrokovani kroničnom upalom, a koji se mogu protezati sve do vrška korijena. Nalaz sondiranjem bitno je drugačiji od uobičajenih parodontnih džepova koji imaju više oblik kratera, a ovi vezani za uzdužni prijelom, užu su i klinastog oblika.

Klinički nalaz koji vrlo često prati uzdužni prijelom je fistulacija u području puknutoga korijena.

Uzdužni prijelom može se vizualno otkriti na nekoliko načina. Kirurški prikazan korijen najsigurniji je put da se postavi konačna dijagnoza. Obično je prijelomna pukotina jasno vidljiva jer je ispunjena krvlju i odudara od bjeline površine korijena. Ponekad je potrebno sondom pretraživati površinu korijena ako se sumnja na uzdužni prijelom, a pukotina nije jasno vidljiva što se događa kod svježih prijeloma. Pritom treba biti oprezan jer se na nekim zubima površinom korijena protežu tanke uzdužne crte koje nemaju nikakvu kliničku važnost, a moguće ih je zamijeniti s uzdužnim prijelomom. Pri vizualnom otkrivanju prijelomne pukotine, može pomoći i fiberoptičko svjetlo pod kojim se pukotina jasno vidi. Iste te metode mogu se primijeniti kad je koronarni dio zuba prelomljen vodoravno pa se korijenu može pristupiti s te strane, a da se ne odiže sluznica i periost.

Maister (14) iznosi podatke o učestalosti pojedinih simptoma i kliničkih nalaza vezanih za uzdužno prelomljene zube. Tvrdi da se koštani defekt može sondirati u 93,75% slučajeva, blaga bol nazočna je u 65,63% slučajeva, prozračno periodontalno pro-

širenje na rendgenskoj snimci nalazi se u 75% slučajeva, prozračnost periapikalnog područja u 21,88% slučajeva, periodontalni apsces nazočan je u 28,13% slučajeva, a fistulacija u 12,5% slučajeva.

Liječenje

U dosadašnjoj praksi uzdužni prijelom korijena zuba smatra se prognostički vrlo nepovoljnim slučajem, osobito dugoročno gledano. Do sada nije pronađen način kojim bi se uzdužno puknuti korijen zadovoljavajuće opskrbio, to jest potpuno izliječio, a koji bi se mogao smatrati opće prihvaćenim postupkom liječenja za sve uzdužno puknute korijenove.

Za uzdužni prijelom korijena višekorijenskoga zuba najčešće se primjenjuje hemisekcija. Pri tom zahvatu prelomljeni se korijen nakon separacije ekstrahira zajedno s pripadajućim dijelom krune zuba, a ostatak zuba preuzima funkciju. Kod jednokorijenskih zuba stanje je znatno nepovoljnije i uobičajeno je da se takvi zubi vade s tumačenjem da su im izgledi za izliječenost vrlo slabi, a postupci liječenja vrlo složeni i nedorečeni.

Michanovitz (8) proučava cijeljenje frakturiranih korijenova zuba. Ali on se ograničuje na vodoravne frakture te spekulira s ulogom pulpe u cijeljenju prijeloma. Događaje u cementu korijena prilikom cijeljenja uspoređuje sa zbivanjima u kosti te zastupa cementogenu teoriju cijeljenja prelomljenog korijena, smatrajući oba procesa međusobno vrlo sličnim. Njegova istraživanja kasnije podupire Stewart (4,7) koji pokušava liječiti uzdužni prijelom pomoću Ca(OH)_2 koji potiče cementogenezu u korijenu zuba.

Sinai (9) opisuje pokušaj spašavanja uzdužno prelomljenog sjekutića u donjoj čeljusti. Kirurškim putem pristupa korijenu, odstranjuje odlomljeni dio korijena, također odstranjuje staro punjenje te kiretira preostali dio korijena. Rana uredno zacjeli, pomičnost zuba se smanji, a radiološki je vidljivo okostavanje nastalog oštećenja. Zbog slabe suradnje pacijenta se pratilo samo tijekom sljedećih 5 mjeseci. Slučajnim pregledom nakon 10 godina utvrđena je resorpcija kosti na strani odstranjenog dijela pa je zub morao biti izvađen.

Sličan je pokušaj liječenja opisao Vertucci (6) godine 1985. U njegovu se slučaju radilo o uzdužnom prijelomu drugoga pretkutnjaka u gornjoj čeljusti. Korijenu pristupa kirurški, uklanja bukalni

dio, a sve prikazane korijenske strukture izlaže djelovanju 20%-tne limunske kiseline kroz 5 minuta. Zub je postoperativno oslobođen okluzijskih opterećenja i praćen kroz 3 godine nakon čega je utvrđeno da je funkcionalno u redu i da nema znakova periodontalnih promjena.

Godine 1984. Oliet (12) opisuje pokušaj liječenja 3 uzdužno prelomljena zuba. U sva tri slučaja radilo se o meziodistalno orjentiranim pukotinama jednokorijenskih zuba, a u dva slučaja prijelomom je bila zahvaćena i kruna zuba. Njegova se metoda sastoji u sljedećem: zub se izvadi, endodonska se obrada obavi izvan usne šupljine, dijelovi se međusobno cementiraju cijanoakrilatom, na krunu se postave žičane ligature te se zub reimplantira. Za taj je postupak važno da zub izvan alveole ne bude više od 30 minuta. U jednom su se slučaju odvojili prelomljeni dijelovi dok se postavljao definitivan ispun u krunu zuba. U druga dva slučaja, u sljedećih 16 mjeseci nastala je resorpcija kosti i korijena, ali zubi su bili bez simptoma i s normalnom funkcijom. Nakon toga bolesnici više nisu praćeni. Autor smatra da je dugoročna prognoza slaba.

Stewart godine 1988. opisuje tri slučaja uzdužno puknutih zuba i konzervativan oblik liječenja istih (4). Prvi je slučaj prelomljeni jednokorijenski zub u gornjoj čeljusti s vidljivom prijelomnom pukotinom na rendgenskoj snimci. Zub je endodonski obrađen i napunjen kalcij-hidroksidom uz dodatak barij-sulfata. Kruna zuba je rekonstruirana. Nakon godinu dana na rendgenu je opaženo cijeljenje, a konačni rendgenski snimak nakon 10 godina ne pokazuje znakove uzdužnog prijeloma. Drugi je slučaj pretkutnjak u gornjoj čeljusti na kojem su bili klinički znakovi što su upućivali na uzdužni prijelom iako nije bilo očiglednog nalaza na rendgenu. Primijenjen je isti postupak liječenja: kanal se napuni Ca(OH)_2 , a kruna se rekonstruirala glasionomernim cementom. Nakon 5 mjeseci nastaju komplikacije u smislu periradikularne lezije, ali autor ih pripisuje susjednom kutnjaku. Treći slučaj je dvokorijenski pretkutnjak u gornjoj čeljusti koji je obrađen istim postupkom ali je ovaj put glasionomerni cement utisnut duboko u korijenski kanal da bi poslužio za bolje vezanje prelomljenih dijelova.

Prikaz slučajeva

U svakodnevnoj praksi susrećemo se s problemom uzdužnog prijeloma korijena zuba.

U dvogodišnjem razdoblju registrirali smo 19 zubi s uzdužnim prijelomom korijena.

U gornjoj čeljusti bilo je 17 zubi, a u donjoj 2 zuba.

U tri zuba ili 15,8% izvedena je protetska nadogradnja u korijenskom kanalu, a svi ostali zubi, njih 84,2% bili su ispunjeni fosfatnim cementom i gutaperkom.

U svim slučajevima radilo se o već operiranim-apikotomiranim zubima, a na ponovni pregled bolesnici dolaze zbog recidiva ostitičkog procesa i pojave fistula. Od operacije do odlaska na pregled proteklo je od dva tjedna do dvije godine.

U nekim se slučajevima uzdužni prijelom korijena mogao potvrditi rendgenskom snimkom i ti su zubi odmah izvađeni. Većina rendgenskih nalaza ipak nije pokazivala znakove uzdužnog prijeloma korijena. Za te je zube konačna dijagnoza postavljena tek nakon što je korijen prikazan kirurškim putem. Neki su bolesnici bili operirani nekoliko puta jer uzdužna pukotina nije bila vidljiva zbog specifičnog položaja.

Neki korijenovi bili su potpuno raskoljeni sa širokim prostorom između prelomljenih dijelova koji je ispunjen upalnim granulacijama i cementnom masom. Kod drugih je pak prijelomna pukotina zahvaćala samo jednu stranu korijena.

Uzdužnim prijelomom najčešće su zahvaćeni drugi gornji sjekutići. To su također zubi koji se najčešće reseciraju (18,19,20).

Općenito se može reći da je u svim slučajevima masa krune zuba, zbog opsežnog karijesa, bila znatno smanjena ili je trepanacijski otvor bio jako velik i nepravilno smješten.

Zaključak

Potrebno je oprezno trepanirati zube postupno i što nježnije širiti i čistiti korijenski kanal.

Zube ne treba konzervativno liječiti pod svaku cijenu i unedogled jer to izaziva gubitak mase krune zuba i prenaprezanja koja nastaju u korijenskim strukturama za vrijeme mnogih instrumentacija.

Posebice oprezno treba puniti korijenske kanale koristeći se rjeđim fosfatnim cementom koji može u suvišku isteći kroz trepanacijski otvor. Ako se korijenski kanal puni tehnikom lateralne kondenzacije, valja oprezno dozirati silu pritiska na gutaperku u kanalu.

Tehnika apikotomije ne može se dovesti u vezu s nastankom uzdužnog prijeloma korijena jer su sve resekcije apeksa učinjene pomoću rotacijskih instrumenata, a ne čekićem i dljetom.

U slučajevima kada za recidiv ostitičkog procesa ne možemo naći neko očigledno objašnjenje, poput neodgovarajuće punjenog kanala, široke parodontne pukotine, loše reseciranog korijena i sl., treba posumnjati na uzdužni prijelom korijena.

Za vrijeme apikotomije, pri pregledu korijena reseciranu je površinu potrebno sondirati finom zubarskom sondom jer pukotina ponekad postaje vidljiva tek nakon što se ugura vršak sonde, osobito ako je smještena na aproksimalnim stranama ili palatinalno gdje nije dostupna izravnom pogledu.

Kako je u našoj praksi broj dijagnosticiranih uzdužnih prijeloma u usporedbi s ukupnim brojem punjenih i reseciranih zuba razmjerno malen, osobito prema podacima koje iznosi Morfis (2), može se zaključiti da stomatolozi u Hrvatskoj i dalje zube češće pune standardnom metodom, a ne tehnikom lateralne kondenzacije.

LONGITUDINAL FRACTURE OF THE TOOTH ROOT - CURRENT KNOWLEDGE AND ETIOLOGY, DIAGNOSTICS AND THERAPHY, WHITH A REVIEW OF CASES

Summary

Longitudinal fracture of the tooth root represents one of the most unfavourable complications in the treatment of teeth. Although much has been said about the causes leading to longitudinal fractures, the question of the main etiologic factor is difficult to answer. Foreign literature most often mentions the method of treatment and filling of the root canal. In spite of the many attempts that have been made in the treatment of longitudinal fractures, no satisfactory solution has yet been found which could be universally applied in the case of all longitudinal root fractures. Examples from our practice confirm the experience reported in foreign literature, although the frequency of such fractures in this country is rarer. During conservative treatment of the tooth special attention should be paid to the forces applied in the instrumentation of the canal and the technique of filling the canal should be carefully chosen in order to avoid overloading the structure of the tooth root.

Key words: *longitudinal root fracture, etiology, diagnosis treatment*

Adresa za dopisivanje:
Address for correspondence:

Marko Krmpotić, dr.stom.
Klinički zavod za oralnu kirurgiju
Klinička bolnica "Dubrava"
Avenija izviđača 6
10 000 Zagreb
Hrvatska

Literatura

1. WALTON RE, MICHELICH RJ, SMITH GN. The histopathogenesis of vertical root fractures. *Journal of Endodontics* 1984;10:48-56.
2. MORFIS AS. Vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;69:631-635.
3. PITTS DL, NATKIN E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. *Journal of Endodontics* 1983;9:338-346.
4. STEWART GG. The detection and treatment of vertical root fractures. *Journal of Orthodontics* 1988;14:47-53.
5. FACHIN ELAINE VF. Vertical root fracture: a case report. *Quintessence International* 1993;24:497-500.
6. VERTUCCI FJ. Management of a vertical root fracture. *Journal of Endodontics* 1985;11:126-131.
7. STEWART GG. Calcium hydroxide-induced root healing. *JADA* 1975;90:793-800.
8. MICHANOWICZ AE, MICHANOWICZ JP, ABOURASS M. Cementogenic repair of root fractures. *JADA* 1971;82:569-579.
9. SINAI IH, KATZ HR. Management of a vertical root fracture. *Journal of Endodontics* 1978;4:316-317.
10. EBEL HE, GUYER SE, LEFKOWITZ W. Restoration of teeth with subgingival and subosseous fractures. *J Prosthet Dent* 1975;34:634-639.
11. ABDAL AK, RETIEF DH, JAMISON HC. The apical seal via the retrosurgical approach. *Oral Surg* 1982;54:213-217.
12. OLIET S. Treating vertical root fractures. *Journal of Endodontics* 1984;10:391-396.
13. YANG SF, RIVERA EM, WALTON RE. Vertical root fracture in nonendodontically treated teeth. *Journal of Endodontics* 1995;21:337-339.
14. MEISTER F, LOMMEL TJ, GERSTEIN H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg* 1980;49:243-253.
15. HOLCOMB JQ, PITTS DL, NICHOLLS JI. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *Journal of Endodontics* 1987;13:277-284.
16. SAW LM, MESSER HH. Root strain associated with different obturation techniques. *Journal of Endodontics* 1995;21:314-320.

17. DANG DA, WALTON RE. Vertical root fracture and root distortion: effect of spreader design. *Journal of Endodontics* 1989;15:294-301.
18. AMŠEL V, KNEŽEVIĆ G. Statistički prikaz ambulantnog rada u razdoblju od 1958.-1988.godine. *Acta Stomatol Croat* 1968;3:107-111.
19. AMŠEL V, GRGUREVIĆ J. Statistički prikaz operativnih zahvata Zavoda za oralnu kirurgiju Stomatološkog fakulteta u Zagrebu. Zbornik radova Simpozija stomatologa Slavonije i Baranje 1975.
20. AMŠEL V, GRGUREVIĆ J. Analiza uzroka periapikalnih procesa rješavanih resekcijom korijena. *Stomatološki dani Hrvatske* 1975. Zbornik radova.