

Abstract

## Ultralyd forekommer som bedste valg til apikal kavitetspræparation

*Introduktion* – Formålet med denne retrospektive kliniske og radiologiske undersøgelse var at evaluere behandlingsresultatet efter anvendelse af ultralyd til apikal kavitetspræparation og efterfølgende retrograd rodfyldning med IRM-cement efter en 2-5-års observationsperiode.

*Materiale og metoder* – Undersøgelsen involverede initialt 198 patienter. I alt blev 226 tænder og 342 rødder behandlet. Af disse var det muligt at evaluere 112 patienter, 126 tænder og 194 rødder efter 2-5 år.

*Resultater* – Den radiologiske klassifikation af røddernes heling viste komplet, inkomplet, usikker og utilfredsstillende heling i henholdsvis 96%, 2%, 0,5% og 1,5% af tilfældene. I henhold til en samlet subjektiv, klinisk og radiologisk vurdering af behandlingsresultatet viste 92% af tænderne et succesfuldt og 8% et mislykket behandlingsresultat.

*Konklusion* – Kombinationen af ultralydsinstrument til apikal kavitetspræparation og IRM-cement som retrogradt rodfyldningsmateriale medfører således generelt et tilfredsstillende behandlingsresultat.

**Emneord:**  
Periapical surgery;  
IRM-cement;  
root-end resection;  
ultrasound

# Ultralyd til apikal kavitetspræparation og retrograd rodfyldning med IRM-cement

Pouya Masroori Yazdi, tandlæge, Afdeling for Kæbekirurgi & Oral Patologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.

Johan Münster-Swendsen, tandlæge, privat praksis, Helsingør

Søren Schou, professor, specialtandlæge, ph.d., dr.odont., Afdeling for Kæbekirurgi & Oral Patologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.

I de fleste tilfælde kan patologiske periapikale forhold behandles ved hjælp af konventionel endodonti (1). Imidlertid kan mangelfuld heling efter konventionel endodonti eller andre forhold nødvendiggøre anvendelse af kirurgisk teknik, hvor rodkanalen forsegles ved hjælp af en retrograd rodfyldning. Formålet hered er at forhindre yderligere udsivning af bakterier og disses toksiner fra rodkanalen til det periapikale område.

Der anvendes i dag forskellige metoder til præparation af den apikale kavitet. Den konventionelle teknik består i en skrå resektion af rodspidsen (2-4 mm) og efterfølgende præparation af en underskåret apikal kavitet med rosenbor i et hånd- eller vinkelstykke. I en oversigtsartikel fra 1997, som involverede kliniske og radiologiske undersøgelser, blev det konkluderet, at den gennemsnitlige succesfrekvens var 59%, såfremt der blev anvendt rosenbor til apikal kavitetspræparation (2). En anden teknik indebærer præparation af en let konkav resektionsflade uden kavitetspræparation svarende til rodkanalen. Denne teknik anvendes i forbindelse med dentinbindende materiale (Gluma og Retroplast). Efterundersøgelser af retroplastteknikken har vist en succesfrekvens på 74-92% efter en observationsperiode på ½-12 år (3-6).

Anvendelse af ultralydsinstrument til apikal kavitetspræparation ved retrograd rodfyldning blev introduceret i starten af 90'erne (7). Ultralydspidsens udformning og størrelse i forhold til rosenboret er illustreret i Fig. 1. Som rodfyldningsmateriale efter apikal kavitetspræparation med ultralyd er der blevet anvendt forstærkede zinkilte-eugenol-cementer (IRM, SuperEBA) og Mineral Trioxide Aggregate (MTA), som er en mineralbaseret cement. Efterundersøgelser har vist en gennemsnitlig succesfre-

### Ultralydsspids



**Fig. 1.** Forskellen i størrelse og udformning mellem en ultralydsspids, et vinkelstykke med rosenbor og et håndstykke med rosenbor.

*Fig. 1. The difference in size and shape between an ultrasonic tip and two rotary handpieces with round burrs.*

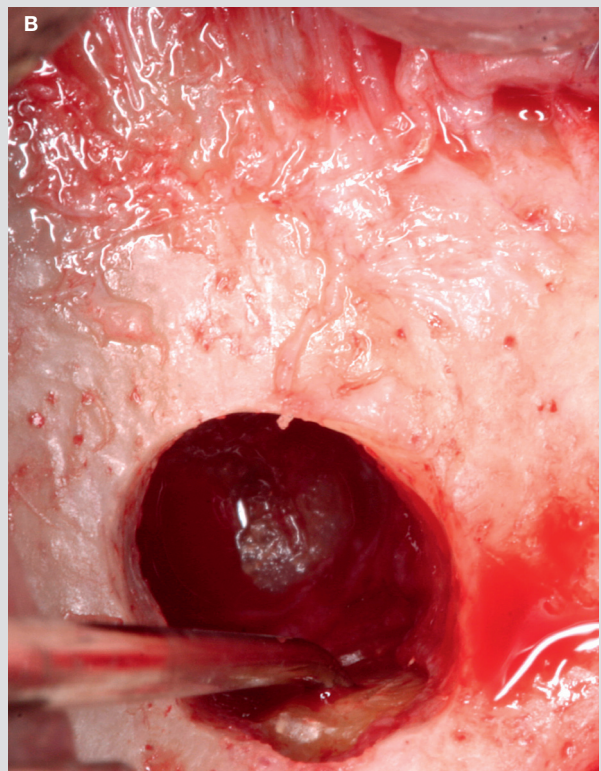
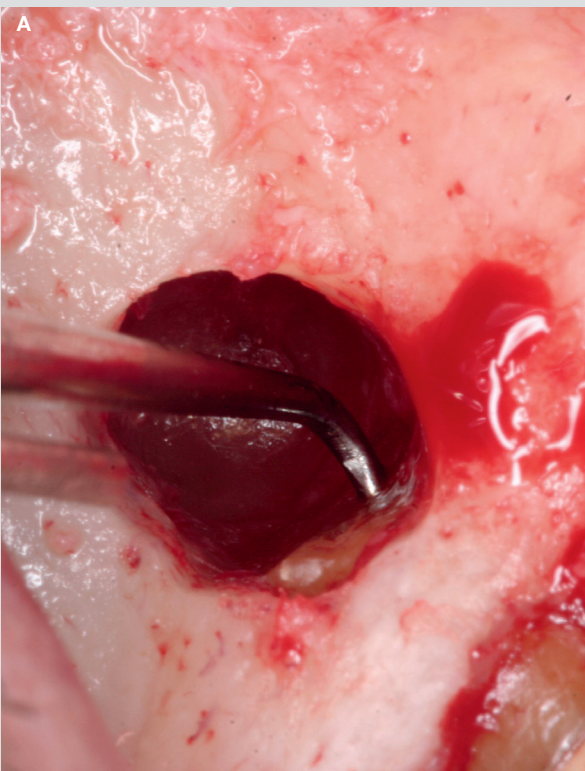
kvens på ca. 90% (5,8-32). En oversigt over disse undersøgelser præsenteres i Tabel 1. Det er karakteristisk for undersøgelserne, at der er store forskelle i inklusionskriterier, type af ultralydsapparat og ultralydsspids, anvendt retrogradt rodfyldningsmateriale, anvendte hjælpemidler og klassifikation af helingen. Der er derfor behov for yderligere kliniske og radiologiske undersøgelser af ultralydsinstrument til apikal kavitetsspræparation.

Formålet med denne retrospektive kliniske og radiologiske undersøgelse var derfor at evaluere behandlingsresultatet efter anvendelse af ultralyd til apikal kavitetsspræparation og efterfølgende retrograd rodfyldning med IRM-cement efter en 2-5-års observationsperiode. Endvidere var det formålet at vurdere udvalgte præ-, intra- og postoperative faktoreres indflydelse på behandlingsresultatet.

### Materiale og metoder

Undersøgelsen blev indledningsvis godkendt af Den Videnskabs-etiske Komité (Jnr. 03.271663). Inden indkaldelse af patienterne

### Apikal kavitetsspræparation



**Fig. 2.** Apikal kavitetsspræparation svarende til 4+ med ultralyd.

**A:** Ultralydsspidsen halvvejs nede i den palatinal rodkanal.

**B:** Ultralydsspidsen 3-4 mm nede i den faciale rodkanal.

*Fig. 2. Apical cavity preparation of the right first maxillary premolar with an ultrasound instrument.*

**A:** Ultrasonic tip halfway down in the palatal root canal.

**B:** Ultrasonic tip 3-4 mm down in the buccal root canal.

Kliniske undersøgelser					
Studiedesign	Anvendt teknik	Patientmateriale	Observationsperiode	Behandlingsresultat	Reference
Retrospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd samt guttaperka + SuperEBA	157 tænder	6 mdr. – 3 år	Succes: 92,4 % Mislykket: 7,6 %	(8)
Retrospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd samt Titaniumindlæg	108 tænder	1 mdr. – 1 år	Succes: 100 %	(9)
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Mikrobor + IRM	80 tænder	12 mdr.	Succes: 65 %	(10)
	Mikrobor + IRM + CO2-laser	80 tænder		Succes: 67,5 %	
	Ultralyd + IRM	80 tænder		Succes: 95 %	
	Ultralyd + IRM + CO2-laser	80 tænder		Succes: 90 %	
Retrospektiv, radiologisk	Ultralyd + SuperEBA + operationsmikroskop	94 rødder	3-14 mdr.	Komplet heling: 90,4 % Inkomplet heling: 6,4 % Utlifredstillende heling: 3,2 %	(11)
Retrospektiv, radiologisk	Rosenbor + Amalgam	207 rødder	1-6 år	Succes: 68 %	(12)
	Ultralyd + SuperEBA	95 rødder		Succes: 85 %	
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA	43 tænder	1 år	Succes: 82 % Forbedring: 14 % Mislykket: 4 %	(13)
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + IRM	102 tænder	1-4 år	Succes: 91,2 % Mislykket: 8,8 %	(14)
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA	25 tænder, 39 rødder	6-12 mdr.	Succes: 88 % Forbedret: 8 % Mislykket: 4 %	(15)
Retrospektiv, klinisk og radiologisk	Mikrobor + IRM	10 tænder	1 år	Succes: 40 %	(16)
	Ultralyd + IRM	10 tænder		Succes: 70 %	
	Ultralyd + IRM + repositionering af facial knoglelamel	9 tænder		Succes: 66,7 %	
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + IRM + operationsmikroskop	47 tænder	2 år	Succes: 87 %	(17)
	Ultralyd + MTA + operationsmikroskop	61 tænder		Succes: 92 %	
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Rodresektion alene + lupbrille eller ultralyd + amalgam/IRM/ SuperEBA/komposit resin/ MTA + lupbrille	94 tænder	4-8 år	Succes: 74 %	(18)
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA + lupbrille	46 tænder	1 år	Succes: 91,3 % Tvivlsom: 2,2 % Mislykket: 6,5 %	(19)
Retrospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA + lupbrille	168 tænder	5 år	Succes: 89 %	(20)
Prospektiv, randomiseret, klinisk og radiologisk	Ultralyd + IRM + lupbrille	50 tænder	1 år	Succes: 86 %	(21)
	Ultralyd + MTA + lupbrille	50 tænder		Succes: 92 %	
Retrospektiv, klinisk og radiologisk	Rosenbor + IRM	43 tænder	6 mdr. – 4 år	Succes: 44,2 %	(22)
	Ultralyd + IRM + operationsmikroskop	45 tænder		Succes: 91,1 %	

Kliniske undersøgelser (fortsat)					
Studiedesign	Anvendt teknik	Patientmateriale	Observationsperiode	Behandlingsresultat	Reference
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + endoskop	110 tænder	1 år	Succes: 91,8 %	(23)
Prospektiv, randomiseret, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA + lupbrille	32 tænder	1 år	Succes: 90,6 %	(24)
	Ultralyd + SuperEBA + endoskop	39 tænder		Succes: 94,9 %	
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA + endoskop	55 tænder	1 år	Succes: 76,4 %	(5)
	Ultralyd + MTA + endoskop	51 tænder		Succes: 90,2 %	
	Retroplast + endoskop	85 tænder		Succes: 84,7 %	
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA + endoskop	28 tænder	1 år	Succes: 93 %	(25)
Prospektiv, randomiseret, klinisk og radiologisk	Rosenbor + IRM	141 tænder	1 år	Succes: 70,9 %	(26)
	Ultralyd + IRM	149 tænder		Succes: 80,5 %	
Prospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + IRM	55 tænder	12-19 mdr.	Succes: 80 % Mislykket: 20 %	(27)
Prospektiv, klinisk og Radiologisk	Ultralyd + IRM/SuperEBA/MTA + operationsmikroskop (endodontisk læsion)	148 tænder	<1-5 år	Succes: 95,2 %	(28)
	Ultralyd + IRM/SuperEBA/MTA + operationsmikroskop (endodontisk+marginal læsion)	40 tænder		Succes: 77,5 %	
Prospektiv, klinisk og Radiologisk	Ultralyd + MTA + operationsmikroskop	276 tænder	4 mdr. – 72 år	Succes: 88,8 % Mislykket: 11,2 %	(29)
Prospektiv, randomiseret, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA + lupbrille	59 tænder	2 år	Succes: 91,5	(30)
	Ultralyd + SuperEBA + endoskop	41 tænder		Succes: 90 %	
Retrospektiv, klinisk og radiologisk	Ultralyd + SuperEBA	79 tænder	33 mdr. – 4 år	Succes: 83,5 % Tvivlsom: 11,4 % Mislykket: 5,1 %	(31)
	Ultralyd + SuperEBA + PerioGlas®	68 tænder		Succes: 73,5 % Tvivlsom: 22,1 % Mislykket: 4,4 %	
Prospektiv, randomiseret, radiologisk	Ultralyd + MTA + operationsmikroskop	25 tænder	1 år	Komplet heling: 85 % Inkomplet heling: 12 % Usikker heling: 0 % Utilfredsstillende heling: 0 %	(32)
	Rodresektion + afglatning af guttaperka + operationsmikroskop	21 tænder		Komplet heling: 28 % Inkomplet heling: 24 % Usikker heling: 24 % Utilfredsstillende heling: 8 %	

**Table 1.** Oversigt over kliniske undersøgelser, hvor ultralyd er anvendt til apikal kavitetspræparation.  
**Table 1.** Overview of clinical studies where ultrasound has been used for apical cavity preparation.



Initialt inkluderede patienter		Antal	%
Køn	Kvinde	114	58
	Mand	84	42
Behandlede tænder		226	100
Behandlede rødder		342	100
Tandtype (maksil)	Fronttand	31	14
	Præmolar	48	21
	Molar	56	25
Tandtype (mandibel)	Fronttand	6	3
	Præmolar	29	13
	Molar	56	25

**Tabel 2.** Karakteristika af initialt inkluderede patienter.  
**Table 2.** Characteristics of initially included patients.

blev de henvisende tandlægers tilladelse til at indkalde patienterne til kontrol indhentet.

#### Karakteristika af de initialt inkluderede patienter

Alle 198 konsekutivt behandlede patienter (226 tænder, 343 rødder), der havde fået foretaget retrograd rodfyldning med IRM-cement (intermediate zink oxide eugenol restorative material, Dentsply, DeTray GmbH, Konstanz, Germany) efter apikal kavitet præparation med ultralydsinstrument i en henvisningspraksis fra juni 2001 til maj 2004 blev initialt inkluderet i undersøgelsen. Karakteristika for de initialt inkluderede patienter præsenteres i Tabel 2. Patienternes gennemsnitsalder på operationstidspunktet var 56 år. Materialet domineredes af præmolarer og molarer.

#### Kirurgisk procedure

Alle kirurgiske procedurer blev foretaget af samme tandlæge (Johan Münster-Swendsen (JM-S)) i lokalanalgesi (Citanest/octapressin) og under antibiotikumdække (metronidazol 1.000 mg, 30 min. præoperativt). Desuden fik patienterne 12 mg medrol 30 min. præoperativt med henblik på mindskelse af den postoperative hævelse. Indledningsvis blev det apikale område blotlagt efter randsnit suppleret med 1-2 aflastningssnit. Rodspidsen blev lokaliseret efter eventuel fjernelse af knogle apikalt med stort rosenbor. Herefter blev eventuelt blødtvæv apikalt fjernet, og der blev foretaget resektion af rodspidsen (ca. 3 mm) ligeledes med stort rosenbor. Det blev tilstræbt, at resektionsfladen var vinkelret på rodaksen. Resektionsfladen blev endvidere præpareret let konkav med flammeformet diamant for at mindske displacering af IRM-cement til det periapikale væv. Den apikale kavitet præparation blev foretaget med ultralydsinstrument (XO Odontoson Retrosoids) (Fig. 2). Såfremt hæmostase ikke kunne opnås efter enukleation af blødtvæv, resektion og apikal kavitet præparation, blev steril gaze vædet med 0,1% adrenalin appliceret i knoglekavi-

teten, indtil hæmostase blev opnået. Den apikale kavitet blev fyldt med IRM-cement ved hjælp af et plastinstrument. Cementoverskud blev fjernet efter ca. 2-3 min., og resektionsfladen blev be-  
slebet let med flammeformet diamantbor (Fig. 3). Afslutningsvis blev der foretaget almindeligt sårtoilette efterfulgt af suturering. Der blev givet mundtlig og skriftlig postoperativ information, og følgende præparater blev ordineret:

- 500 mg metronidazol, samme aften.
- 8 mg medrol, samme aften.
- 1.000 mg panodil brusetbl., ved ophør af lokalanalgesi.
- 100 ml klorhexidin 0,2%, mundskylning x 3 dagligt.

Suturfjernelse blev foretaget 5-7 dage postoperativt.

#### Præoperative registreringer

Præoperative intraorale røntgenoptagelser blev taget med parallelteknik, og følgende registreringer blev foretaget: tidligere retrograd rodfyldning, tidspunkt for tidligere rodfyldning, længde af rodfyldning, adaptation mellem rodfyldning og rodkanal, største diameter af apikal opklaring og marginalt knogletab.

#### Intraoperative registreringer

Tilstedeværelse af kombineret perforation af såvel den faciale som den orale kompaktalamel blev registreret.

#### Postoperative registreringer

Umiddelbart postoperativt blev der taget intraorale røntgenoptagelser med parallelteknik, og den største diameter af den apikale opklaring blev registreret.

#### Evaluering af behandlingsresultatet

Ved undersøgelsen efter 2-5 år blev subjektive symptomer (smerte, ømhed, hævelse) svarende til den behandlede tand registreret. Endvidere blev kliniske tegn på periapikal inflam-



mation/infektion (perkussionsømhed, fistel, hævelse/rødme/palpationsømhed) registreret.

#### Radiologisk klassifikation af helingen på rodniveau

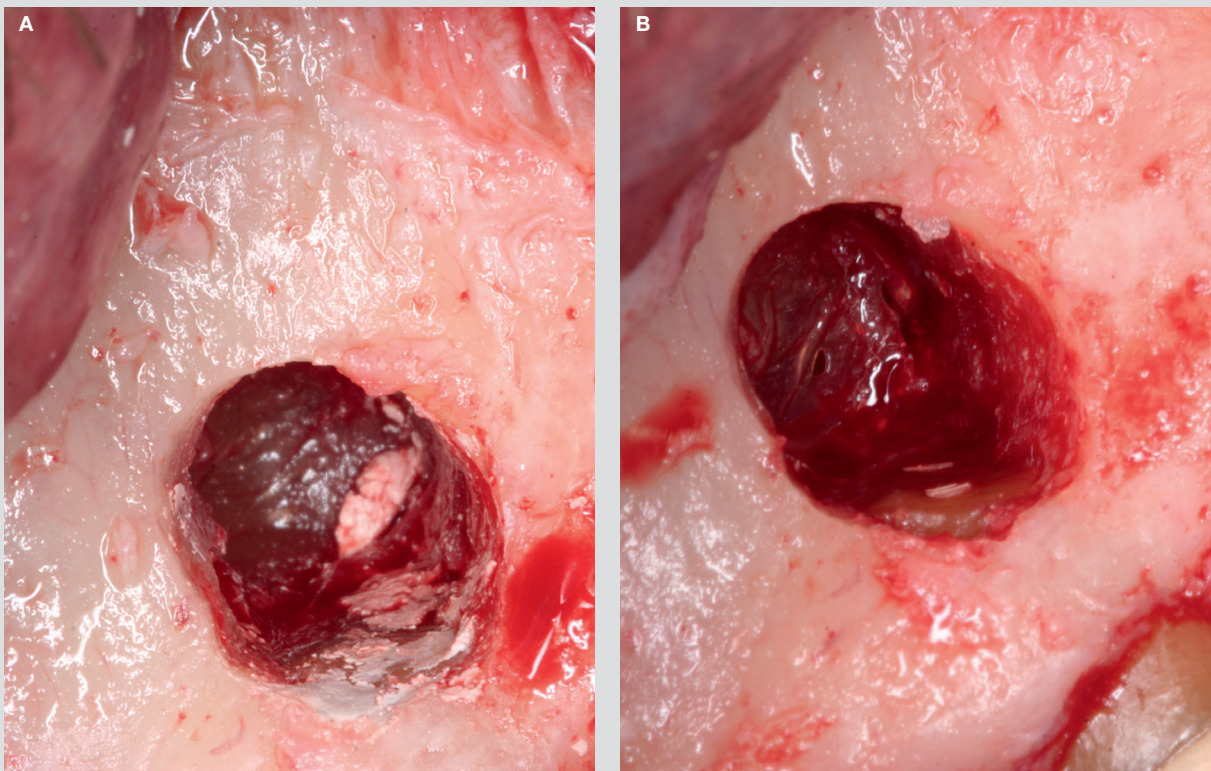
Et intraoralt røntgenbillede blev taget med parallelteknik ved undersøgelsen efter 2-5 år og sammenholdt med det postoperative røntgenbillede. Den periapikale knogleheling blev bedømt ifølge kriterier af Rud og medarbejdere (komplet, inkomplet, usikker og utilfredsstillende) (33). Hvis der i observationsperioden var blevet foretaget reoperation eller ekstraktion på grund af mislykket operation, blev den radiologiske evaluering af den/de pågældende rod/rødder udført på baggrund af røntgenbilledet fra reoperations- eller ekstraktionstidspunktet. Evalueringen af røntgenbillederne blev foretaget uafhængigt af tre tandlæger (Ib Sewerin, Johan Münster-Swendsen og Pouya Masroori Yazdi). Ved uenighed (14%) diskuterede de tre bedømmere sig frem til konsensus.

#### Klassifikation af helingen på tandniveau i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre

Behandlingsresultatet for hver enkelt tand blev vurderet i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre efter 2-5 år i henhold til kriterier af Zuolo og medarbejdere (14):

- **Succesfuld:** Fravær af subjektive symptomer samt fravær af kliniske tegn på periapikal inflammation på alle behandlede rødder. Endvidere komplet eller inkomplet radiologisk heling af alle behandlede rødder.
- **Tvivlsom:** Fravær af subjektive symptomer samt fravær af kliniske tegn på periapikal inflammation på alle behandlede rødder. Desuden usikker radiologisk heling svarende til en eller flere af de behandlede rødder.
- **Mislykket:** Tilstedeværelse af subjektive symptomer og/eller kliniske tegn på periapikal inflammation, og/eller radiologisk klassifikation som utilfredsstillende heling svarende til en eller flere af de behandlede rødder. Såfremt der i observationspe-

#### Retrograd rodfyldning



**Fig. 3.** Retrograd rodfyldning svarende til 4+ med IRM-cement.

**A:** Knoglekaviteten samt resektionsfladen umiddelbart efter applicering af IRM-cement.

**B:** Knoglekaviteten og resektionsfladen efter fjernelse af overskydende IRM-cement samt afglatning med diamantbor.

**Fig. 3.** Retrograde root-filling of the right first maxillary premolar with IRM-cement.

**A:** Bone cavity and resection surface immediately after application of IRM-cement.

**B:** Bone cavity and resection surface after removal of surplus IRM-cement.

Præoperative registreringer		Antal rødder	%
Tidligere retrograd rodfyldning	Sufficient	10	3
	Insufficient	7	2
	Ingen retrograd rodfyldning	309	90
	Ikke registreret	17	5
Tidspunkt for tidligere rodfyldning	Før operation som del af behandlingen	3	1
	Tidligere forsøgt før behandlingen	272	80
	Ingen rodfyldning	46	13
	Intraoperativt	4	1
	Ikke registreret	18	5
Længde af rodfyldning	0-1,5 mm fra vertex	116	34
	> 1,5 mm fra vertex	147	43
	For lang	5	2
	Ingen rodfyldning	46	13
	Ikke registreret	29	9
Adaptation mellem rodfyldning og rodkanal	Ingen radiolucens langs rodfyldningsmateriale	100	29
	Radiolucens langs rodfyldningsmateriale	174	51
	Ingen rodfyldning	46	13
	Ikke registreret	23	7
Største diameter af apikal opløring	< 5 mm	177	52
	5-10 mm	122	36
	> 10 mm	11	3
	Ikke registreret	33	10
Marginalt knogletab	< 2 mm	216	63
	2-5 mm	99	29
	> 5 mm	8	2

**Tabel 3.** Præoperative registreringer.  
**Table 3.** Preoperative registrations.

rioden blev foretaget reoperation eller ekstraktion som følge af subjektive symptomer og/eller persisterende periapikal patologi, blev operationen betragtet som mislykket.

#### Data-analyse

Statistical Analysis System for Personal Computers (SAS Institute, USA) blev brugt til analyse af data. Desuden blev de udvalgte præ-, intra- og postoperative faktoreres indflydelse på behandlingsresultatet vurderet ved hjælp af regressionsanalyse (GLM-procedure).  $X^2$ -test blev brugt til at sammenligne karakteristika af initialt og endeligt inkluderede tænder/rødder. Enheden for den statistiske analyse var den enkelte tand eller rod. Signifikansniveauet blev fastlagt til 0,05.

#### Dataanalyse af helingen på rodniveau

Følgende faktoreres indflydelse på den radiologiske heling blev vurderet: tidligere retrograd rodfyldning, tidspunkt for tidligere rodfyldning, længde af rodfyldning, adaptation mellem rodfyldning og rodkanal, største diameter af apikal opløring (præ- og postoperativt), marginalt knogleniveau, samt kombineret perforation af den faciale og orale knoglelamel.

#### Dataanalyse af helingen på tandniveau i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre

Følgende faktoreres indflydelse på helingen i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre blev evalueret: tandtype, køn, samt aldersgruppe (> 41 år samt ≤ 41 år). Det var ikke muligt at undersøge andre af de beskrevne præ- og postoperative faktoreres indflydelse, idet der var forskellig registrering på de behandlede tænders individuelle rødder.

Intra- og postoperative registreringer			
		Antal rødder	%
Intraoperativ registrering			
Kombineret perforation af facial og oral kompaktalamel	Ja	5	2
	Nej	323	94
	Ikke registreret	15	4
Postoperativ registrering			
Største diameter af apikal opklaring	< 5 mm	59	17
	5-10 mm	243	71
	> 10 mm	9	3
	Ikke registreret	32	9

**Tabel 4.** Intra- og postoperative registreringer.  
**Table 4.** Intra- and postoperative registrations.

### Resultater

Resultatet af de præoperative registreringer er præsenteret i Tabel 3, mens de intra- og postoperative registreringer fremgår af Tabel 4.

Ud af de initialt inkluderede 226 tænder/343 rødder blev 100 tænder/149 rødder ekskluderet af årsager anført i Tabel 5. Det endelige materiale bestod således af 126 tænder og 194 rødder. Den gennemsnitlige observationsperiode var 3,4 år med en variation fra to år til fem år. Der var ingen statistisk signifikante forskelle mellem de initialt inkluderede og de endeligt inkluderede tænder/rødder hvad angår præ- og intraoperative registrerede faktorer ( $P > 0,05$ ).

### Radiologisk klassifikation af helingen på rodniveau

Den radiologiske klassifikation af helingen på rodniveau fremgår af Tabel 6. Der blev observeret komplet heling svarende til 96% af de behandlede rødder. Et eksempel på komplet radiologisk heling fremgår af Fig. 4. Den radiologiske klassifikation var ikke statistisk signifikant afhængig af nogen af de præ-, intra- og postoperative faktorer ( $P > 0,05$ ).

### Klassifikation af helingen på tandniveau i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre

Klassifikationen af helingen på tandniveau i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre fremgår af Tabel 7. Der blev opnået et succesfuldt behandlingsresultat svarende til 92% af de behandlede tænder. Ingen af tænderne viste et tvivlsomt behandlingsresultat. Klassifikationen af helingen i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre var ikke statistisk signifikant afhængig af tandtype, alder eller køn ( $P > 0,05$ ).

### Diskussion

Formålet med undersøgelsen var retrospektivt at evaluere anvendelsen af ultralydsinstrument til apikal kavitetspræparation og efterfølgende retrograd rodfyldning med IRM-cement efter en 2-5-års observationsperiode. Den radiologiske klassifikation af helingen på rodniveau viste komplet heling i 96% af tilfældene. Dette tal er højere end i fire andre publicerede undersøgelser med en sammenlignelig observationsperiode, hvor ultralyd blev anvendt til apikal kavitetspræparation (12,20,28,29). I disse undersøgelser er der registreret en højere andel af inkomplet heling og usikker heling. I tre andre publicerede undersøgelser med en sammenlignelig observationsperiode, hvor ultralyd blev anvendt til apikal kavitetspræparation, er andelen af inkomplet heling og usikker he-

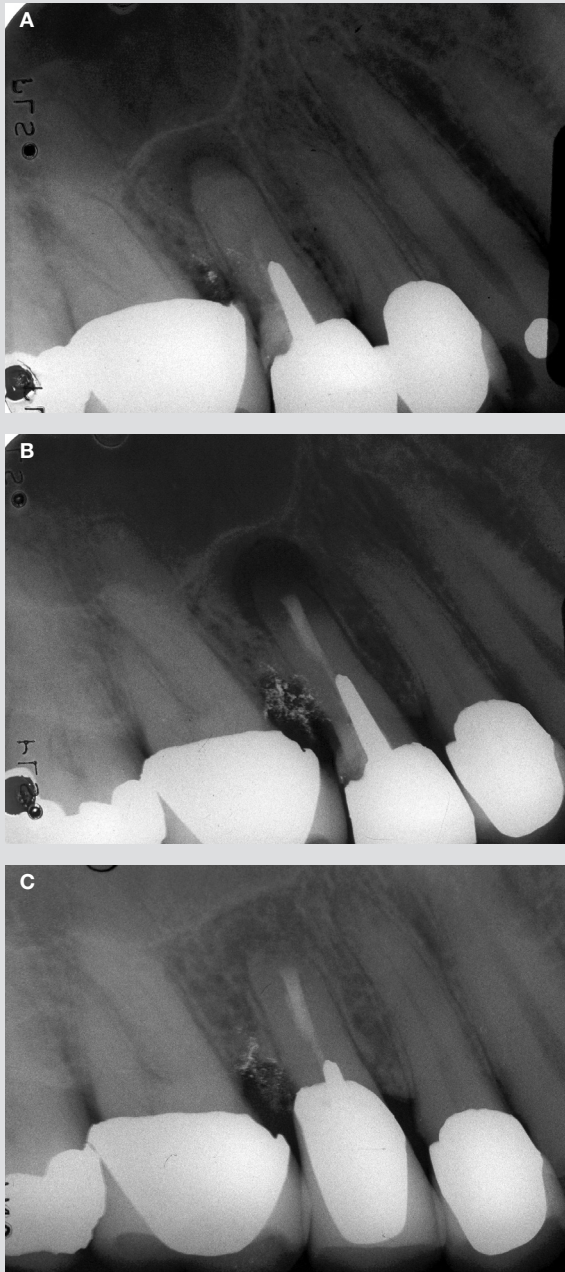
Eksklusion					
		Antal tænder	Antal rødder	% tænder	% rødder
Ekstraktion af andre årsager end mislykket operation		13	24	6	7
Patient ønsker ikke kontrol		45	72	20	21
Patient ikke kontaktfar		8	9	4	26
Patient død		5	7	2	2
Henvissende tandlæge tillod ikke kontrol		16	22	7	6
Andre årsager	Intraoperativ rodfyldning	3	3	1,3	0,9
	Rodfyldning < ½ år før operation	3	3	1,3	0,9
	Ekstraktion af ukendt årsag	3	4	1,3	1,1
	Parietal perforation observeret intraoperativt	2	3	0,8	0,9
	Mobilitet af 3. grad ved sidste kontrol	1	1	0,4	0,3
	Rodfraktur observeret ved sidste kontrol	1	1	0,4	0,3
Total		100	149	44	44

**Tabel 5.** Årsag til eksklusion.  
**Table 5.** Cause of exclusion.





Komplet heling



**Fig. 4.** Eksempel på radiologisk komplet heling.  
**A:** Præoperativt.  
**B:** Postoperativt. Læg venligst mærke til længden af den retrograde rodfyldning.  
**C:** Kontrol efter 4½ år, hvor der ses komplet heling.

**Fig. 4.** Example of radiographic complete healing.  
**A:** Preoperative.  
**B:** Postoperative. Please notice the length of the retrograde root-end filling.  
**C:** Final examination after 4½ years showing complete healing.

ling ikke oplyst (14,22,32). De tre tandlæger i denne undersøgelse var enige i klassifikationen af den radiologiske heling i 86% af tilfældene efter uafhængig evaluering af røntgenbillederne. Desuden blev der opnået konsensus ved de røntgenbilleder, hvor der var uenighed (14%). Der kan ikke gives en umiddelbar forklaring på årsagen til den lave frekvens af inkomplet heling samt usikker heling efter 2-5 års observationsperiode i denne undersøgelse. På tandniveau blev der registreret et succesfuldt behandlingsresultat i 92% af tilfældene i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre. Helingsfrekvensen på tandniveau i denne undersøgelse er derfor sammenlignelig med den gennemsnitlige succesfrekvens på ca. 90% i tidligere undersøgelser, som har fokuseret på ultralysinstrument til apikal kavitetpræparation (5,8-32).

Denne undersøgelse er retrospektiv med en drop-out andel på 44%. Som følge af denne høje drop-out andel blev der foretaget en grundig registrering af alle drop-out patienterne. Alle patienter, der ikke ønskede kontrol eller udeblev fra undersøgelsen efter 2-5 år, blev kontaktet telefonisk. Der blev indhentet information om, hvorvidt de opererede tænder stadig var til stede i munden, eller om de var blevet ekstraheret eller reopereret. Såfremt patienterne oplyste, at tænderne i observationsperioden var blevet ekstraheret eller reopereret, blev egen tandlæge om muligt kontaktet med henblik på udredning af årsagen hertil samt rekvirering af røntgenbillede fra ekstraktions- eller reoperationstidspunktet. Det viste sig, at 45 tænder var til stede i munden uden symptomer, mens 13 tænder var blevet ekstraheret som følge af især caries og marginal parodontitis. Desuden udgik otte tænder, idet patienterne ikke kunne kontaktes. Fem tænder udgik som følge af dødsfald, mens 16 tænder udgik, idet henvisende tandlæge ikke tillod kontrol af behandlingerne. Ydermere blev 13 tænder ekskluderet af andre årsager såsom parietal perforation observeret intraoperativt, eller fordi konventionel rodfyldning var blevet udført, mindre end ½ år før den pågældende retrograde rodfyldning blev udført. Endelig blev seks tænder inkluderet som mislykkede, idet henvisende tandlæger oplyste, at tænderne i observationsperioden var blevet reopereret eller ekstraheret som følge af mislykket operation.

**KLINISK RELEVANS**

Kirurgisk endodonti er indiceret i de tilfælde, hvor konventionel endodontisk behandling ikke har medført heling, eller hvor det er umuligt at foretage konventionel endodontisk behandling. Anvendelsen af ultralysinstrument til apikal kavitetpræparation og IRM-cement som retrogradt rodfyldningsmateriale resulterer i komplet heling svarende til 96% af de behandlede rødder. Det ser derfor ud, som om det er muligt at opnå et forbedret behandlingsresultat med ultralyd i forhold til rosenbor eller mikrobør til apikal kavitetpræparation. Undersøgelsen tyder derfor på, at tandlægen bør vælge ultralyd frem for rosenbor til apikal kavitetpræparation ved kirurgisk endodonti.

Radiologisk klassifikation		
	Antal	%
Komplet heling	186	95,9
Inkomplet heling	4	2,1
Usikker heling	1	0,5
Utilfredsstillende heling	3	1,5
Total	194	100

**Table 6.** Radiologisk klassifikation af heling på rodniveau.  
**Table 6.** Radiographic classification of healing on root level.

Behandlingsresultat			
		Antal	%
Succes		116	92,1
Mislykket	Ekstraktion i observationsperiode pga. persisterende periapikal patologi	1	0,8
	Reoperation i observationsperiode pga. persisterende periapikal patologi	1	0,8
	Subjektive symptomer og/eller kliniske/radiologiske tegn på persisterende periapikal patologi ved undersøgelse efter 2-5 år	8	6,4
Total		1	0,5

**Table 7.** Klassifikation af heling i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre.  
**Table 7.** Classification of healing according to subjective, clinical, and radiographic parameters.

Til trods for den grundige registrering af alle drop-out patienterne lever undersøgelsen ikke op til det højeste videnskabelige evidensniveau, idet det ikke er en prospektiv randomiseret klinisk undersøgelse.

Siden introduktionen af ultralyd til apikal kavitetspræparation har det været diskuteret, om denne teknik forbedrer prognosen efter kirurgisk endodonti i forhold til konventionel teknik med kavitetspræparation med rosenbor. En oversigtsartikel viste, at den gennemsnitlige succesfrekvens var 59%, såfremt der blev anvendt rosenbor til præparation af den apikale kavitet (2). Dette helingsresultat er således lavere end den gennemsnitlige succesfrekvens på ca. 90%, som er rapporteret ved ultralydsteknikken (5,8-32). Undersøgelserne, som har anvendt rosenbor, indeholder i højere grad ældre fyldningsmaterialer (amalgam og cavitet) (2). Forskelle i materialevalget kan derfor have spillet en rolle for ovenstående forskel i det gennemsnitlige helingsresultat. I 14 ud af de publicerede undersøgelser, hvor der blev anvendt ultralyd, er der tillige anvendt lupbrille, operationsmikroskop eller endoskop (5,17-25,28-30,32). Der kan derfor sættes spørgsmålstegn

ved, om det gennemsnitligt forbedrede behandlingsresultat i undersøgelserne involverende ultralyd er relateret til anvendelse af ultralydsteknikken eller til anvendelse af lupbrille, operationsmikroskop eller endoskop. Imidlertid synes behandlingsresultatet efter anvendelse af ultralyd til apikal kavitetspræparation at være uafhængigt af, om der blev anvendt lupbrille, operationsmikroskop eller endoskop (8-16,26,27,31).

Der er gennemført enkelte undersøgelser, hvor helingsresultatet efter anvendelse af ultralyd og rosenbor er blevet sammenlignet (10,12,16,26). Undersøgelserne er enkeltvis karakteriseret ved, at der er anvendt forskellige rodfyldningsmaterialer i forbindelse med de forskellige teknikker (12), at der er anvendt både prospektivt og retrospektivt patientmateriale i samme undersøgelse (10), samt at der er inkluderet få patienter og tænder med upræcis klassifikation af helingen (16). Med disse forbehold viser de gennemførte undersøgelser højere helingsfrekvens ved anvendelse af ultralyd i forhold til rosenbor til præparation af den apikale kavitet. I en nyligt publiceret prospektiv randomiseret undersøgelse blev det konkluderet, at ultralydsteknikken medfører et statistisk signifikant bedre behandlingsresultat i molarregionerne i forhold til den konventionelle teknik med rosenbor (26). I forhold til de ovenstående undersøgelser er der tale om en velgennemført undersøgelse med præcis klassifikation af helingsresultatet.

Der er også gennemført eksperimentelle undersøgelser, der sammenligner ultralyd og rosenbor til præparation af apikal kavitet. Endvidere er der gennemført eksperimentelle undersøgelser, som har fokuseret på en af disse teknikker. I en oversigtsartikel er en række fordele blandt andre blevet fremhævet ved anvendelse af ultralyd i forhold til konventionel teknik med rosenbor, nemlig længere kavitetspræparation, mere parallel kavitetspræparation

#### Faktaboks

- Ultralydsinstrument til apikal kavitetspræparation og efterfølgende retrograd rodfyldning med IRM-cement blev evalueret i denne retrospektive undersøgelse efter en 2-5-års observationsperiode.
- I alt blev 112 patienter med 126 tænder og 194 rødder endeligt inkluderet i undersøgelsen.
- Behandlingsresultatet blev bedømt radiologisk på rodniveau samt i henhold til subjektive, kliniske og radiologiske parametre på tandniveau.
- Radiologisk blev der observeret komplet heling svarende til 96% af rødderne. Endvidere blev der registreret et succesfuldt behandlingsresultat svarende til 92% af tænderne.
- Behandlingsresultatet på tandniveau er sammenligneligt med andre undersøgelser, hvor ultralydsinstrument er blevet anvendt til apikal kavitetspræparation.
- Ultralydsinstrument anvendt til apikal kavitetspræparation og efterfølgende anvendelse af IRM-cement som retrogradt rodfyldningsmateriale medfører i de fleste tilfælde et tilfredsstillende behandlingsresultat.



i forhold til rodaksen, mindre risiko for parietale perforationer, mindre vinkling af resektionsflade, mindre behov for fjernelse af rod og knogle samt bedre fjernelse af smørelaget i rodkanalen (34). Samme oversigtsartikel fremhæver, at ulempen ved ultralyd i forhold til rosenbor er en længere præparationstid af den apikale kavitet.

I enkelte eksperimentelle undersøgelser, hvor der blev anvendt ekstraherede tænder, er der registreret øget forekomst af mikrofrakturer samt krakelering af resektionsfladen ved anvendelse af ultralyd i forhold til konventionel teknik med rosenbor (34, 35). I andre undersøgelser blev der imidlertid ikke observeret forskelle (34,36). I undersøgelser, som blev foretaget på tænder i kadavere, er der enten ikke observeret mikrofrakturer ved ultralydsteknikken (34,37), eller der er observeret en sammenlignelig risiko for mikrofrakturer ved anvendelse af ultralyd og rosenbor til kavitetpræparationen (35).

Operatøren i denne undersøgelse havde inden inklusion af patienterne erfaring med ca. 50 operationer med ultralydsteknikken. Inden start på ultralydsteknikken havde operatøren endvidere i en længere årrække anvendt rosenbor til apikal kavitetpræparation. Ud over de beskrevne fordele har operatøren erfaret andre fordele ved ultralydsteknikken i forhold til den konventionelle teknik med rosenbor. De væsentligste er bedre overblik over operationskaviteten, større mulighed for reparation af laterale perforationer, mindre risiko for perforationer ved isthmuspræparationer, bedre retention af rodfyldningsmaterialet samt forbedret tilgængelighed ved operationer foretaget gennem sinus maxillaris. Operationerne inklusive anlæggelse af lokal-analgesi varede mellem 20-60 min. Operatøren har erfaret, at operationerne med anvendelse af ultralyd har været længere end ved den konventionelle teknik med rosenbor. Dette er forårsaget af den længere præparationstid af den apikale kavitet ved ultralyd i forhold til rosenbor, som derfor kan betegnes som en ulempe. Der er desuden økonomiske omkostninger ved anvendelse af ultralydsteknikken i form af anskaffelse af små ultralydsspidser og i visse tilfælde anskaffelse af en separat kirurgisk enhed.

På baggrund af ovenstående undersøgelser og kliniske erfaringer kan det konkluderes, at ultralyd bør anvendes frem for rosenbor til præparation af apikal kavitet.

Retroplastteknikken adskiller sig fra ultralydsteknikken ved, at der ikke foretages en apikal kavitetpræparation, men at hele resektionsfladen hules let med et rosenbor eller et kugleformet diamantbor. Fordelen ved ikke at foretage en apikal kavitetpræparation er, at risikoen for parietal perforation elimineres. Desuden er retroplastteknikken fordelagtig i de tilfælde, hvor rodkanalen er svær at identificere eller præparere, fx som følge af obliteration eller tilstedeværelse af lange rodstifter. Ulempen ved proceduren er, at retroplast er et dentinbindende materiale, som dermed gør retroplastteknikken teknikfølsom. Endelig er det en ulempe, at eventuelle bikanaler placeret koronalt for resektionsfladen ikke kan forsegles indefra, idet der ikke foretages en apikal kavitetpræparation. Retroplastteknikken og ultralydsteknikken

er blevet sammenlignet i en enkelt klinisk undersøgelse, hvor der ikke er registreret signifikant forskel i behandlingsresultatet (5). De to teknikker bør derfor fortsat betragtes som alternativer til hinanden.

Det var også formålet med undersøgelsen at vurdere, om udvalgte præ-, intra- og postoperative faktorer påvirkede behandlingsresultatet. Visse undersøgelser har vist, at behandlingsresultatet er statistisk afhængigt af størrelsen af den apikale opklaring, perforation af såvel den faciale som den orale kompaktalamel, kvaliteten af den tidligere rodfyldning, tilstedeværelse af stift i rodkanal samt præoperative smerter (5,38). Dog har andre undersøgelser ikke fundet ovenstående faktorer som værende af signifikant betydning for behandlingsresultatet. I nærværende undersøgelse påvirkede ingen af de præ-, intra- og postoperative faktorer signifikant behandlingsresultatet. En væsentlig årsag hertil kan være, at der sjældent blev observeret et mislykket behandlingsresultat. ■

### Taksigelse

Overtandlæge, specialtandlæge Simon Storgård Jensen takkes for stor hjælp ved udarbejdelse af den endelige artikel. Lektor, ph.d. Kaj Stoltze takkes ligeledes for stor hjælp med de statistiske analyser. Endelig takkes docent, dr.odont. Ib Sewerin for stor hjælp ved vurdering af røntgenbillederne.

---

### Abstract (English)

*Surgical endodontics using ultrasound for apical cavity preparation and IRM-cement as root-end filling material*

*Introduction* – Surgical endodontic treatment frequently involves ultrasound for apical cavity preparation. The aim of this retrospective clinical and radiographic study was to evaluate the treatment outcome after using ultrasound for apical cavity preparation, and of IRM-cement as root-end filling material, after a 2 to 5 years follow-up period.

*Material and methods* – The study involved initially 198 patients with 226 treated teeth and 342 treated roots. It was possible to evaluate the treatment outcome in 112 patients with 126 treated teeth and 194 treated roots.

*Results* – The radiographic evaluation revealed that 96%, 2%, 0.5%, and 1.5% of the treated roots were characterized by complete, incomplete, uncertain, and unsatisfactory healing, respectively. The treatment outcome evaluated by subjective, clinical, and radiographic parameters revealed a successful treatment outcome in 92% of the treated teeth, while an unsatisfactory treatment outcome was observed in 8%.

*Conclusion* – The present study showed that apical cavity preparation using ultrasound combined with IRM-cement as root-end filling material was in most cases characterized by a successful treatment outcome.

## Litteratur

1. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J* 2007; 40: 921-39.
2. Hepworth MJ, Friedman S. Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. *J Can Dent Assoc* 1997; 63: 364-71.
3. Rud J, Munksgaard EC, Andreasen JO, Rud V. Retrograde root filling with composite and a dentin-bonding agent. 2. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7: 126-31.
4. Rud J, Rud V, Munksgaard EC. Periapical healing of mandibular molars after root-end sealing with dentine-bonded composite. *Int Endod J* 2001; 34: 285-92.
5. von Arx T, Jensen SS, Hänni S. Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *J Endod* 2007; 33: 123-8.
6. Yazdi PM, Schou S, Jensen SS, Stoltze K, Kenrad B, Sewerin I. Dentine-bonded resin composite (Retroplast) for root-end filling: a prospective clinical and radiographic study with a mean follow-up period of 8 years. *Int Endod J* 2007; 40: 493-503.
7. Carr GB. Microscopes in endodontics. *J Calif Dent Assoc* 1992; 11: 55-61.
8. Sumi Y, Hattori H, Hayashi K, Ueda M. Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 590-3.
9. Sumi Y, Hattori H, Hayashi K, Ueda M. Titanium-inlay – a new root-end filling material. *J Endod* 1997; 23: 121-3.
10. Bader G, Lejeune S. Prospective study of two retrograde endodontic apical preparations with and without the use of CO<sub>2</sub> laser. *Endod Dent Traumatol* 1998; 14: 75-8.
11. Rubinstein RA, Kim S. Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operating microscope and Super-EBA as root-end filling material. *J Endod* 1999; 25: 43-8.
12. Testori T, Capelli M, Milani S, Weinstein RL. Success and failure in periradicular surgery: a longitudinal retrospective analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 87: 493-8.
13. von Arx T, Kurt B. Root-end cavity preparation after apicoectomy using a new type of sonic and diamond-surfaced retrotip: a 1-year follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57: 656-61.
14. Zuolo ML, Ferreira MO, Gutmann JL. Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study. *Int Endod J* 2000; 33: 91-8.
15. von Arx T, Gerber C, Hardt N. Periradicular surgery of molars: a prospective clinical study with a one-year follow-up. *Int Endod J* 2001; 34: 520-5.
16. Vallecillo Capilla M, Muñoz Soto E, Reyes Botella C, Prados Sánchez E, Olmedo Gaya MV. Periapical surgery of 29 teeth. A comparison of conventional technique, microsaw and ultrasound. *Med Oral* 2002; 7: 46-9, 50-3.
17. Chong BS, Pitt Ford TR, Hudson MB. A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *Int Endod J* 2003; 36: 520-6.
18. Wang N, Knight K, Dao T, Friedman S. Treatment outcome in endodontics-The Toronto Study. Phases I and II: apical surgery. *J Endod* 2004; 30: 751-61.
19. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Endodontic surgery with ultrasonic retrotips: one-year follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100: 380-7.
20. Gagliani MM, Gorni FG, Strohmenger L. Periapical resurgery versus periapical surgery: a 5-year longitudinal comparison. *Int Endod J* 2005; 38: 320-7.
21. Lindeboom JA, Frenken JW, Kroon FH, van den Akker HP. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100: 495-500.
22. Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D, Fuss Z. Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. *J Endod* 2006; 32: 412-6.
23. Filippi A, Meier ML, Lambrecht JT. Periradicular surgery with endoscopy – a clinical prospective study. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2006; 116: 12-7.
24. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Endodontic surgery using 2 different magnification devices: preliminary results of a randomized controlled study. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64: 235-42.
25. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Weinstein R. Endoscopic periradicular surgery: a prospective clinical study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007; 45: 242-4.
26. de Lange J, Putterts T, Baas EM, van Ingen JM. Ultrasonic root-end preparation in apical surgery: a prospective randomized study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: 841-5.
27. Wälivaara DA, Abrahamsson P, Isaksson S, Blomqvist JE, Sämfors KA. Prospective study of periapically infected teeth treated with periapical surgery including ultrasonic preparation and retrograde intermediate restorative material root-end fillings. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 931-5.
28. Kim E, Song JS, Jung IY, Lee SJ, Kim S. Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal-endodontic origin. *J Endod* 2008; 34: 546-51.
29. Saunders WP. A prospective clinical study of periradicular surgery using mineral trioxide aggregate as a root-end filling. *J Endod* 2008; 34: 660-5.
30. Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T, Weinstein R. Microscope versus endoscope in root-end management: a randomized controlled study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008; 37: 1022-6.
31. Pantchev A, Nohler E, Tegelberg A. Endodontic surgery with and without inserts of bioactive glass PerioGlas(R)-a clinical and radiographic follow-up. *Oral Maxillofac Surg* 2009; 13: 21-6.
32. Christiansen R, Kirkevang LL, Hørsted-Bindslev P, Wenzel A. Randomized clinical trial of root-end resection followed by root-end filling with mineral trioxide aggregate or smoothing of the orthograde gutta-percha root filling – 1-year follow-up. *Int Endod J* 2009; 42: 105-14.
33. Rud J, Andreasen JO, Jensen JE. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1972; 1: 195-214.
34. von Arx T, Walker WA 3rd. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16: 47-62.
35. Gray GJ, Hatton JF, Holtzmann DJ, Jenkins DB, Nielsen CJ. Quality of root-end preparations using ultrasonic and rotary instrumentation in cadavers. *J Endod* 2000; 26: 281-3.
36. Rainwater A, Jeanson BG, Sarkar N. Effects of ultrasonic root-end preparation on microcrack formation and leakage. *J Endod* 2000; 26: 72-5.
37. De Bruyne MA, De Moor RJ. SEM analysis of the integrity of resected root apices of cadaver and extracted teeth after ultrasonic root-end preparation at different intensities. *Int Endod J* 2005; 38: 310-9.
38. Friedman S. The prognosis and expected outcome of apical surgery. *Endodontic Topics* 2005; 11: 219-62.