

ABSTRACT

FORMÅL – Formålet med studiet var at undersøge langtidsoverlevelsen af rodfyldte tænder med særligt fokus på betydning af den koronale restaurering.

MATERIALE OG METODER – I undersøgelsen indgik patienter, som havde fået rodbehandlet en eller flere tænder på Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Aarhus Universitet, i perioden 2014-2019. Præoperative kliniske og radiologiske fund blev hentet i patientjournalen, og inkluderede patienter blev tilbudt en opfølgende klinisk og radiologisk undersøgelse af deres rodbehandlede tænder i 2024-2025. Faktorer, der påvirkede overlevelsen af rodfyldte tænder, inklusive restaureringstype, blev analyseret ved hjælp af Cox-regressionsanalyse. Gennemsnitlig observationstid var otte år.

RESULTATER – I alt deltog 119 patienter med 165 rodfyldte tænder; indirekte restaureringer omfattede 73 patienter, og 92 havde fået en direkte restaurering. Ud af de 165 tænder var 55 blevet ekstraheret. Der sås en statistisk signifikant bedre overlevelse af rodfyldte tænder, der havde modtaget en indirekte restaurering sammenlignet med en direkte restaurering (HR: 0,44; P = 0,02; CI: 0,22-0,87). Rodfyldningstæthed var associeret med bedre overlevelse, og lavt marginalt knogleniveau var associeret med dårligere overlevelse.

KONKLUSION – Studiet viste en signifikant bedre langtidsoverlevelse af rodfyldte tænder med indirekte restaureringer fremfor direkte restaureringer. Resultatet skal tages med forbehold for en sandsynlig selektion af, hvilke tænder man vælger at restaurere med en indirekte restaurering.

EMNEORD Endodontics | endodontically treated teeth | permanent dental restorations | permanent dental fillings | crowns



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
WILLIAM ASTRUP KAABER
williamkaaber@dent.au.dk

Prognostiske faktorer relateret til langtidsoverlevelse af rodfyldte tænder

WILLIAM ASTRUP KAABER, tandlægestuderende, forskningsstipendiat. Sektion for Oral Radiologi og Endodonti, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

BAHRAM RANJKESH, adjunkt, ph.d., Sektion for Protetik, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

LISE-LOTTE KIRKEVANG, professor, dr.odont., ph.d., Sektion for Oral Radiologi og Endodonti, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Health, Aarhus Universitet

Accepteret til publikation den 15. december 2025

[Online før print]

DET PRIMÆRE MÅL for en rodbehandling er at forebygge eller behandle apikal parodontitis, at behandle smerter relateret til endodontisk sygdom og sikre funktion, æstetik og fonetisk brug af en rodfyldt tand (1-5). At bevare sine naturlige tænder forbindes i dag med forøget selvsikkerhed, bedre tyggefunktion, ernæringstilstand og en positiv forøgelse af livskvalitet (6,7). En rodbehandling kan ses som en forebyggelse af tandtab, hvis en tand har udviklet pulpal- eller periapikal sygdom.

Anvendelse af en aseptisk teknik, inkluderende sterilt arbejdsfelt med kofferdam, er sammen med kemomekanisk kanalpræparation og rodfyldning afgørende for et godt behandlingsresultat. S3-niveau kliniske guidelines udarbejdet af European Society of Endodontology anbefaler alle førnævnte aspekter af rodbehandling som bedste praksis ved behandling af tænder med pulpitis eller apikal parodontitis (6). Studier har vist, at rodfyldte tænder har dårligere overlevelseshastigheder end ikke-rodfyldte tænder (8). Dog er årsager til ekstraktion af rodbehandlede tænder ikke kun relaterede til endodontiske faktorer. Ekstraktion kan også skyldes kompromitteret parodontalt fæste- og knogleniveau, mængden af tilbageværende koronal tandsubstans, fraktur og tandtypen (9).

Flere studier har vist, at forlænget retention af rodfyldte tænder samt lavere risiko for tilbagevendende apikal sygdom

er tæt knyttet til den koronale restaurering og deri tilhørende forsegling af kanalsystemet fra mundhulen (10,11). Nogle studier har vist en forøget overlevelse af rodfyldte tænder, når de restaureres med indirekte restaureringer (kroner og broer) fremfor direkte restaureringer (fyldninger) (12,13). Da indirekte restaureringer ofte har en omsluttende præparation, bliver de generelt forbundet med en lavere frakturrisiko af især rodfyldte tænder (14,15). Valget af koronal restaurering afhænger ikke blot af tand- og mundhulefaktorer, men også af patientens økonomi og præferencer, samt af den behandlende tandlæges oplevelser og erfaringer (16).

Formålet med denne undersøgelse var at undersøge prognostiske faktorer, der påvirker langtidsoverlevelsen af rodfyldte tænder behandlet af tandlægestuderende på Institut for Odontologi og Oral Sundhed (IOOS), Aarhus Universitet, i perioden 2014-2019 med særligt fokus på betydning af den koronale restaurering.

MATERIALER OG METODER

I perioden 2014-2019 modtog 1.216 patienter rodbehandling af én eller flere tænder på Institut for Odontologi og Oral Sundhed (IOOS), Aarhus Universitet. Protokollen for udførelse af rodbehandlinger på IOOS kan læses i Tabel 1. De Videnskabetiske Komitéer for Region Midtjylland blev kontaktet, sagsnr. 1-10-72-6-24.

I perioden fra 2024-2025 blev 937 patientjournaler med 1.204 rodbehandlede tænder gennemgået systematisk (Fig. 1), og relevante kliniske og radiologiske fund vedrørende de rodfyldte tænder blev registreret (Tabel 2). Patienter blev inkluderet i undersøgelsen, hvis journalen indeholdt tilstrækkeligt materiale til registrering af præ-, intra- og postoperative faktorer for den rodbehandlede tand. Faktorerne omfattede tandtype, rodfyldningskvalitet, resttandssubstans og apikal parodontitis ved behandlingsstart. Når journalmaterialet var vurderet som inklusivt, kontaktedes patienterne med brev med tilbud om ►

Behandlingsprotokol

Protokol for rodbehandling og koronal restaureringsvalg på IOOS

Præoperativt

1. Tandens gøres klar til aseptisk behandling. Ekskavering af caries og opbygning ved behov.

Intraoperativt

1. Oplukning og påsættelse af kofferdam
2. Rodmålsbestemmelse med elektronisk apexlokator og røntgenkalibrering
3. Glidespor (Glide path) med K-Flex håndfile
4. Kemomekanisk præparation af kanalerne
 - a. Skyllning af kanalerne med NaOCl
 - b. Mekanisk præparation med ProTaperNext-file
 - c. Evt. mellemseanceindlæg med CaOH₂ mellem udrensningsbesøg
 - d. Masterpoint-røntgen og tilpasning af masterpoints
 - e. Slutskyllning af præparerede kanaler med NaOCl og EDTA
5. Rodfyldning med gutta-percha og AH+ med kold, lateral kondenseringsteknik
6. Overdækning af færdig rodfyldning med Fuji Triage Pink
7. Fyldning af oplukningskaviteten med IRM

Postoperativt

1. Endelig fyldning i plast
2. Vurdering af opheling og rodforhold efter 6-12 måneder
3. Ved sufficient tegn på heling og fravær af symptomer, da krone og opbygning, hvis indiceret

Tabel 1. Behandlingsprotokol, der benyttes til rodbehandling og efterfølgende restaurering af tænder på IOOS.

Table 1. Treatment protocol used for root canal treatment and subsequent restoration of teeth at IOOS.

Oversigt over patienter og tænder i undersøgelsen

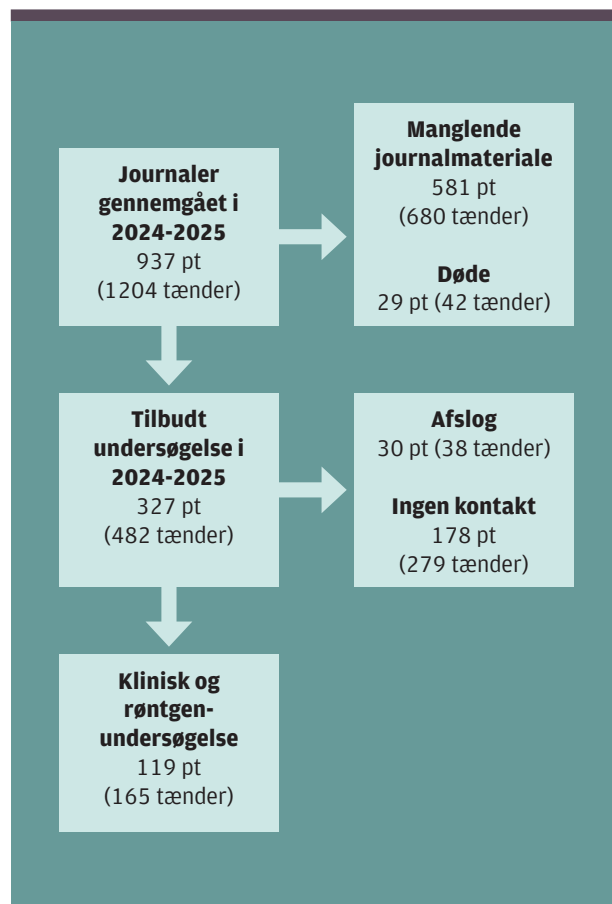


Fig. 1. Flowchart over patienter (pt) og tænder.

Fig. 1. Flowchart of patients (pt) and teeth.

en opfølgningsundersøgelse, og de blev derefter kontaktet telefonisk for deltagelse. Ved accept af deltagelse i undersøgelsen fik patienterne en tid til en klinisk og radiologisk undersøgelse på IOOS. Undersøgelsen blev foretaget af en forskningsstuderende under opsyn af vejledere. Patienternes anamnese blev optaget med fokus på de rodfyldte tænder. Periapikale røntgenbilleder af tænderne blev taget, og de periapikale forhold blev vurderet med Periapical Index Score (PAI-score) af en kalibreret observatør (17). De kliniske registreringer omfattede tand-

type og restaureringstype. I den nærværende undersøgelse vil fremover benyttes betegnelserne direkte restaureringer omfattende fyldninger, og indirekte restaureringer omfattende kroner, partielle kroner, onlays og broer. Begge dele er uafhængige af materialetype. Kvaliteten af restaureringen blev vurderet ud fra modificerede FDI-kriterier (18). Radiologisk blev niveauet af den marginale knogle målt fra emaljementgrænsen til rodspidsen og udtrykt i procent som den tilbageværende marginale knogle. Kvaliteten af rodfyldningen blev vurderet som afstand

Behandlingsforløb og radiologisk opfølgning

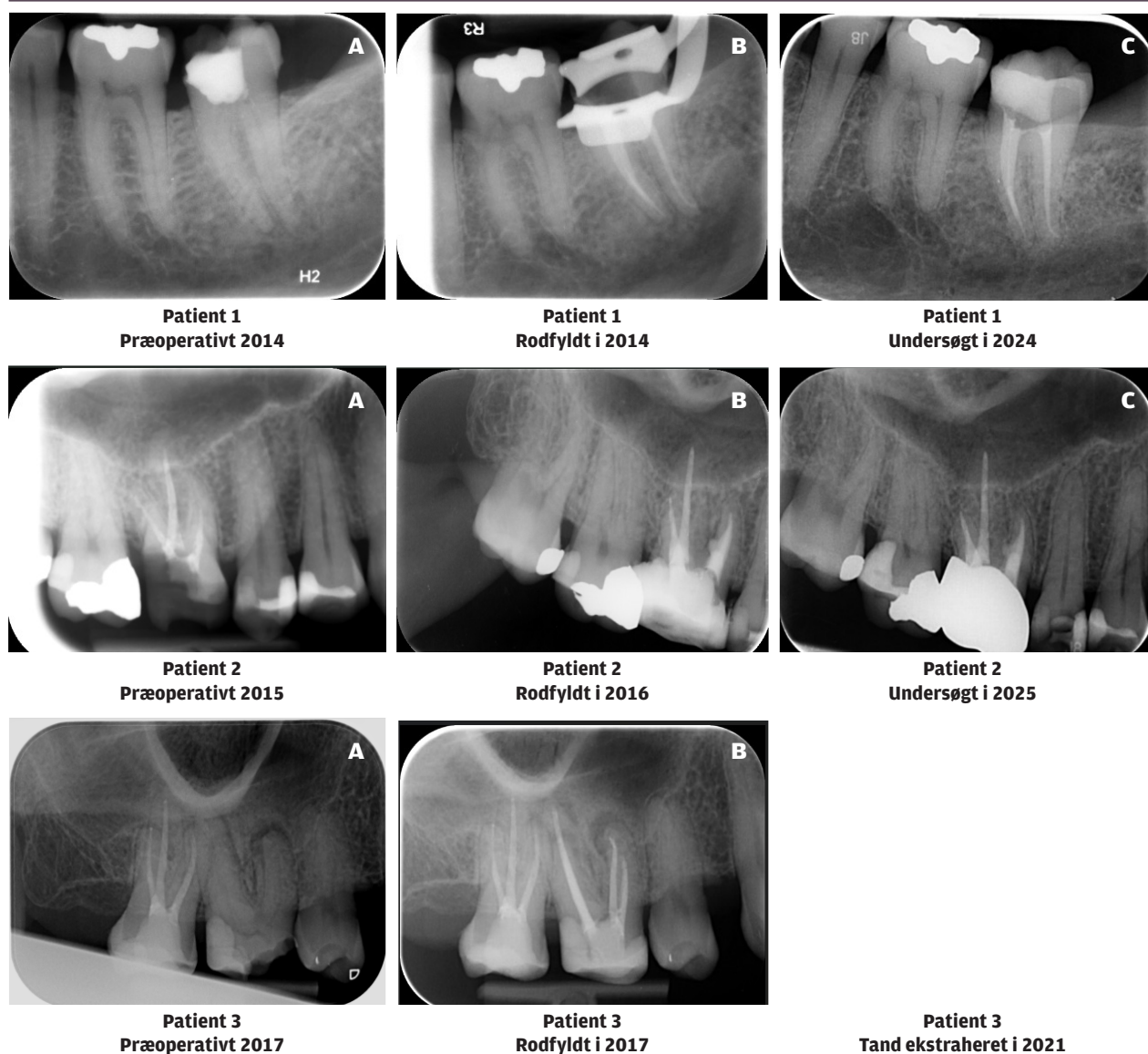


Fig. 2. Eksempler på behandlingsforløb og radiologisk opfølgning af tre patienter. Billeder **A** og **B** er historiske og indhentet i patientjournalerne. Billede **C** er taget ved en klinisk og radiologisk undersøgelse på IOOS. Billederne er vist med patientsamtykke.

Fig. 2. Examples of treatment courses and radiological follow-up of three patients. Images **A** and **B** are historical and obtained from the patient records. Image **C** was ex-posed during a clinical and radiological examination at IOOS. Images are shown with patient consent.

fra apex målt på røntgen samt tæthed og homogenitet vurderet ligeledes radiologisk (Tabel 2). Mængden af tandsubstans (resttandsubstans) på rodfyldningstidspunktet blev estimeret ud fra en kombination af de kliniske registreringer fra patientjournalen samt røntgenbilleder på rodfyldningstidspunktet. Se Fig. 2 for eksempler på opfølgning af patienter.

Datamanagement og analyse

Data blev overført til et regneark for senere analyse. Cox-regressionsanalyse blev brugt til at estimere relativ risiko for ekstraktion mellem indirekte og direkte restaurerede tænder, samtidigt med at der blev korrigeret for prognostiske faktorer. Der blev korrigeret for korrelation mellem tænder fra samme patient. I analysen startede alle tænder i den direkte gruppe.

klinisk relevans

Denne undersøgelse viser, at rodfyldte tænder har bedre langtidsprognose, når de forsynes med en indirekte restaurering (fx krone) frem for en direkte fyldning. Efter ca. otte års opfølgning var overlevelsen markant højere for tænder med indirekte restaureringer. En tæt rodfyldning øgede chancen for, at tanden blev bevaret, mens lavt marginalt knogleniveau var forbundet med dårligere overlevelse. Resultaterne understøtter vigtigheden af god rodfyldningskvalitet og en holdbar koronal restaurering. Resultaterne skal dog tolkes med forbehold for, at antallet af behandlinger er begrænset, og at der kan være selektion i, hvilke tænder der restaureres indirekte.

Variabelbeskrivelse

Rodfyldte tænder (N = 165)					
Variabel	Definition	Antal	% af tænder	% med direkte restaurering	% med indirekte restaurering
Koronal restaurering					
Direkte	Alle typer fyldninger	92	55,8		
Indirekte	Kroner, onlays og broer	73	44,2		
Apikal tilstand					
Sunde apikale forhold	Initial PAI ≤ 2	63	38,2	43	57
Apikal parodontitis	Initial PAI ≥ 3	102	61,8	52,9	47,1
Rodfyldningslængde					
For kort	> 2 mm fra radiologisk apex	44	26,7	43,2	56,8
Tilfredsstillende	Indenfor 2 mm af radiologisk apex	121	73,3	50,4	49,6
For lang	Overekstenderet gennem apex	0	0	0	0
Rodfyldningstæthed					
Insufficient	Med luftinklusioner og/eller med dårlig tilpasning til kanalen	18	10,9	56	44
Sufficient	Uden luftinklusioner og med god tilpasning til kanalen	147	89,1	49	51
Resttandsubstans					
Tabt ≥ 3 tandflader	Vurderet klinisk og på periapikalt røntgen	31	18,8	45,4	54,6
Tabt ≤ 2 tandflader	Vurderet klinisk og på periapikalt røntgen	134	81,2	67,9	32,1
Tandtype					
Molar	Både under- og overkæbe	67	40,6	44,8	55,2
Præmolar	Både under- og overkæbe	61	37	52,5	47,5
Front	Både under- og overkæbe	37	22,4	48,6	51,4
Restknogle, marginalt					
100-80 %	Vurderet på periapikalt røntgen	110	66,7	43,7	56,3
79-60 %	Vurderet på periapikalt røntgen	45	27,3	55,3	44,7
< 60 %	Vurderet på periapikalt røntgen	10	6	80	20

Tabel 2. Beskrivelse af variable. Antal samt andel rodfyldte tænder samt andel af rodfyldte tænder med hhv. direkte og indirekte restaurering for hver variabel.

Table 2. Description of studied variables. Number of and proportion of root filled teeth and proportion of root filled teeth with direct or indirect restoration for each variable.

De tænder, der efterfølgende modtog en indirekte restaurering, blev på tidspunktet for fastsættelse af denne flyttet over i den indirekte gruppe. For hver variabel blev resultatet af analysen præsenteret som en hazard ratio (HR) med tilhørende 95 % konfidensinterval (CI) og en P-værdi (P) for hypotesen om ingen sammenhæng. En HR angiver forholdet mellem risikoen for ekstraktion i en kategori i relation til risikoen for ekstraktion i en referencekategori. Hvis HR er 1, betyder det, at der ikke er forskel på de to grupper. Hvis HR er højere end 1, vil den givne intervention have en større risiko end referencegruppen, hvorimod en HR lavere end 1 betyder, at risikoen er lavere end i referencegruppen.

RESULTATER

I perioden fra september 2024 til juli 2025 inkluderedes 119 patienter med 165 rodfyldte tænder. Se Fig. 1 for det fulde overblik over patientdeltagelsen. Den gennemsnitlige observationsperiode for de rodfyldte tænder var 7,9 år (0,14 år – 11 år).

Af de 165 rodfyldte tænder var 55 tænder blevet ekstrahe-
ret. I alt havde 73 tænder fået en indirekte koronal restaurering under observationsperioden, og 92 tænder havde fået direkte koronale restaureringer. I gruppen med de indirekte restaure-
rede tænder var 14 blevet ekstrahe-
ret, hvilket gav en overle-
velse på 80,2 %. I gruppen med de direkte restaurerede tænder
var 41 blevet ekstrahe-
ret, hvilket gav en overlevelse på 55,4 %.

Analyse af ekstraktionsrisiko mellem de to restaureringsgrupper

Variabel	Definition	Hazard Ratio (HR)	p-værdi	95 % konfidensinterval (CI)	
Koronal restaurering					
Direkte	Alle typer fyldninger	1			
Indirekte	Kroner, broer og onlays	0,44	0,02	0,22	0,87
Apikal tilstand					
Sunde apikale forhold	Initial PAI ≤ 2	1			
Apikal parodontitis	Initial PAI ≥ 3	1,35	0,33	0,74	2,47
Rodfyldningslængde					
For kort	>2 mm fra radiologisk apex	1			
Tilfredsstillende	≤ 2 mm af radiologisk apex	0,72	0,35	0,36	1,44
Rodfyldningstæthed					
Insufficient	Med luftinklusioner og/eller med dårlig tilpasning til kanalen	1			
Sufficient	Uden luftinklusioner og med god tilpasning til kanalen	0,44	0,04	0,20	0,96
Resttandssubstans					
Tabt ≤ 2 tandflader	Vurderet klinisk og på røntgen	1			
Tabt ≥ 3 tandflader	Vurderet klinisk og på røntgen	1,71	0,16	0,82	3,59
Tandtype					
Molar	Både under- og overkæbe	0,96	0,88	0,54	1,71
Præmolar og front	Både under- og overkæbe	1			
Restknogle, marginalt					
≥ 60 %	Vurderet på periapikalt røntgen	1			
< 60 %	Vurderet på periapikalt røntgen	3,78	0,00	1,61	8,84

Tabel 3. Overlevelse af rodfyldte tænder restaureret med direkte eller indirekte restaurering. Cox-regressionsanalyse, med justering for mulige prognostiske faktorer. Hazard Ratio, HR, p-værdi (p) og konfidensinterval (CI).

Table 3. Survival of root filled teeth restored with direct or indirect restoration. Cox regression analysis with adjustment for possible prognostic factors. Hazard ratio, HR, p-value (p) and confidence interval (CI).

Andelen af indirekte og direkte restaureringer for de forklarende faktorer blev beregnet (Tabel 2). I Cox-regressionsanalysen blev indirekte og direkte restaurerede rodfuldte tænder sammenlignet, og analysen blev justeret for forekomst af apikal parodontitis ved rodfyldningstidspunktet, rodfyldningskvalitet, resttandssubstans, tandtype og den marginale restknogle (Tabel 3). Overordnet sås en statistisk signifikant bedre overlevelse af rodfuldte tænder, der havde modtaget en indirekte restaurering i løbet af observationsperioden ($P = 0,02$). Risikoen for ekstraktion var lavere, hvis den rodfuldte tand var blevet behandlet med en indirekte restaurering i løbet af observationsperioden i forhold til risikoen for ekstraktion, hvis tanden havde modtaget en direkte restaurering (HR 0,44; $P = 0,02$; CI: 0,22-0,87). Sufficient rodfyldningstæthed var statistisk signifikant for en bedre overlevelse af tænderne i den indirekte gruppe ($P = 0,04$). Et marginalt restknogleniveau på $< 60\%$ var statistisk signifikant for en dårligere overlevelse af tænderne i den indirekte gruppe sammenlignet med den direkte gruppe ($P < 0,001$).

DISKUSSION

Denne historisk prospektive kohorte bestod af patienter på IOOS, som betaler mindre for tandbehandling og forventes at skulle bruge mere tid i tandlægestolen, end hvis de blev behandlet i privat praksis. Resultaterne skal derfor også ses i lyset af det lave antal af inkluderede tænder og høje frafald i kohorten. Derudover foretages en selektion gennem forundersø-

gelser, og patienterne og tænderne vurderes som egnede eller uegnede til behandling i studenterregi. Samlet medfører det, at patientpopulationen på IOOS sandsynligvis ikke er direkte sammenlignelig med patienter, der generelt behandles i privat praksis grundet selektion og patientkarakteristik. Det kan overvejes, om der foretages flere ekstraktioner på IOOS sammenlignet med privat praksis, simpelthen fordi patienterne har en dårligere tandstatus og ofte opsøger IOOS pga. økonomi. Til gengæld vil man ikke forvente, at den mulige selektion vil ændre væsentligt på estimerne, når man ser på associationer mellem de beskrevne prognostiske faktorer og behandlingsresultatet.

Det økonomiske aspekt i relation til selektion underbygges i Tabel 2, hvor 2/3 af tænder med få resttandflader har fået direkte restaureringer, selvom studier har vist, at sådanne tænder frakturerer oftere og har dårligere overlevelsesser, hvis de ikke indirekte restaureres (14,19).

Metode

Ofte vælger man at observere resultatet af en rodbehandling i 6-12 måneder, før man overvejer at foretage en kronebehandling på en rodfuldt tand. Hvis man har en fast observationsperiode, vil dette medføre, at den reelle observationstid for effekt af en indirekte restaurering bliver tilsvarende kortere. Det er derfor vigtigt at inkludere reel tid med en direkte eller indirekte restaurering, når man vurderer overlevelse af ►

Illustration af de to gruppers observationstid

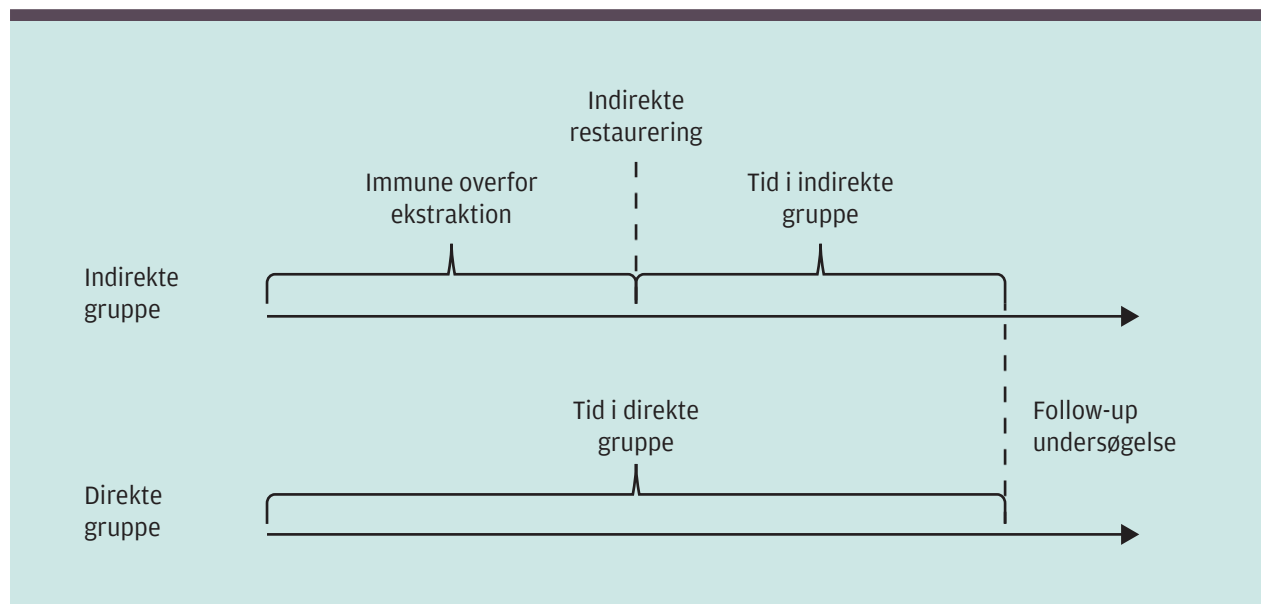


Fig. 3. Illustration af beregning af observationstiden. Tænder, der får en indirekte restaurering, kan af gode grunde ikke ekstraheres (være immune overfor ekstraktion) indtil tidspunktet for den indirekte restaurering. Det medfører, at observationsperioden for de to typer restaureringer ikke er lige lang, og at tænder, der er ekstraheret inden en evt. indirekte restaurering, altid vil have været i den direkte gruppe.

Fig. 3. Illustration of the calculation of observation time. Teeth receiving an indirect restoration cannot be extracted for good reasons (will be immune to extraction) until the time of the indirect restoration. This means that the observation period for the two types of restorations will not be of equal length, and that teeth extracted before a possible indirect restoration always will have belonged to the direct restoration group.

rodfyldte tænder i relation til restaureringstype. Alle rodfyldte tænder fik efter rodfyldning en direkte restaurering og var dermed i den direkte gruppe. De tænder, der senere fik en indirekte restaurering, blev på restaureringstidspunktet flyttet til den indirekte gruppe. Tiden fra rodfyldningstidspunktet til en indirekte restaurering varierede (min. tre måneder, maks. ni år). Observationstiden for de indirekte restaureringer blev derfor tilsvarende kortere (Fig. 3).

Blandt andre studier, der har vurderet effekten af direkte eller indirekte restaurering på overlevelse af rodfyldte tænder, finder man kun få studier, der har inkluderet reel tid ved fastsættelse af observationsperioden for de to behandlingstyper (20,21). De fleste studier har ikke nævnt, om man har taget højde for denne effekt i analyserne og heller ikke diskuteret problematikken (19,22-28). Forskelligheden i metode vanskeliggør en direkte sammenligning mellem studierne.

Overlevelse

Behandlingsresultatet i denne undersøgelse var overlevelse af den rodfyldte tand. Dette blev valgt på baggrund af European Society of Endodontology's nyligt publicerede guideline for behandling af pulpal og periapikal sygdom, hvori man definerede tandoverlevelse som det mest kritiske behandlingsresultat set ud fra et patientcentreret synspunkt (6). I nærværende undersøgelse blev der ikke skelnet, om en tand havde apikal parodontitis efter endt observationsperiode.

Den overordnede overlevelse af de rodfyldte tænder var 66,7 % over gennemsnitlig observationsperiode på ca. otte år. Andre studier har rapporteret overlevelse varierende fra 79-95 % over observationsperioder på 4-20 år, og generelt har man rapporteret en faldende overlevelse ved længere observationsperioder (23,29). Den relativt lave overlevelse i nærværende undersøgelse kan muligvis være forbundet med forskelle i patientgrundlag, men dette er ikke undersøgt yderligere.

Overlevelsen af de rodfyldte tænder med direkte restaureringer var ca. 25 % dårligere end af de rodfyldte tænder, der modtog en indirekte restaurering, uafhængigt af de prognostiske faktorer nævnt i Tabel 3. Det kan der være flere forklaringer på. En indirekte restaurering er i udgangspunkt en dyrere behandling end en direkte restaurering, og både patienter og tandlæger vil inkludere faktorer som bl.a. resttandssubstans og parodontal status i beslutningen, om tanden skal restaureres med den ene eller anden restaureringstype. Dette studie var et historisk prospektivt kohortestudie, og derfor blev der ikke trukket lod mellem koronale restaureringstyper, som man ville have gjort, hvis det havde været en randomiseret, klinisk undersøgelse.

I Cox-regressionsanalysen fandt man en øget risiko for ekstraktion af tænder med en direkte restaurering, selv efter at der blev justeret for effekten af specifikke parametre (Tabel 3). Flere systematiske reviews har ligeledes rapporteret, at evidensen tyder på en signifikant bedre overlevelse af rodfyldte tænder, når der sættes krone på efter rodbehandling (11,30-33). Studierne sår dog også tvivl om den reelle kliniske effekt af den indirekte restaurering, da det ikke er muligt at adskille resultatet fra effekten af, hvilke rodfyldte tænder man vælger

at restaurere indirekte. Man kan ikke afgøre endegyldigt, om forskellen i overlevelsen skyldes de indirekte restaureringers formodede beskyttende effekt, eller om de rodfyldte tænder, der får foretaget denne behandling, overlever bedre, fordi de helt overordnet har bedre tandspecifikke og orale forhold.

Rodfyldningskvalitet

Der sås en statistisk signifikant sammenhæng mellem rodfyldningstætheden og overlevelse af rodfyldte tænder med indirekte restaureringer (Tabel 3). Det er dog vigtigt at sætte disse resultater i kontekst, da flere studier har vist, at rodfyldte tænder med en sufficient rodfyldning modtager indirekte restaureringer hyppigere end tænder, der har en insufficient rodfyldning (34,35).

Rodbehandlingerne i denne undersøgelse var foretaget af tandlægestuderende under supervision af tandlæger med speciel endodontisk interesse. Et tidligere studie har vist, at 2/3 af rodfyldninger foretaget under lignende forhold blev vurderet acceptable, og at en acceptabel rodfyldning medførte forøget overlevelse af tanden (36). I en oversigtsartikel konkluderede man, at den tekniske kvalitet af rodfyldninger foretaget af studerende var lav, men denne oversigt inkluderede dog kun studier, der rapporterede resultater af rodbehandlinger udført med håndinstrumentering (36). I den nærværende undersøgelse var alle rodbehandlinger udført med roterende nikkeltitanium (NiTi)-instrumenter og blev vurderet til at have en overvejende tilfredsstillende kvalitet. Dette stemmer overens med andre studier, der viser, at brug af roterende NiTi-instrumenter højner kvaliteten af rodfyldningen og øger både endodontisk succes og rodfyldte tænders overlevelse (37,38). Henholdsvis 89,1 % og 73,3 % af rodfyldningerne blev vurderet tilfredsstillende på røntgenbilleder i tæthed og længde (Tabel 2).

Marginal restknogle

Den marginale restknogle viste også en statistisk signifikant sammenhæng i analysen, men modsatrettet. Der sås en statistisk signifikant højere HR for rodfyldte tænder med indirekte restaureringer, når den marginale restknogle var < 60 %. Dette er dog ikke så mærkeligt, da fast protetik primært udføres på tænder med en favorabel krone-rod-ratio. Parodontalt kompromitterede tænder har dårligere prognose, når de bruges som krone- og bropiller (39). I den nærværende undersøgelse var der dog relativt få tænder med en marginal restknogle < 60 %, og konfidensintervallet var bredt (Tabel 2). Flere observationer er nødvendige for at validere dette fund.

Resttandssubstans, tandtype, PAI

De øvrige prognostiske faktorer havde ikke signifikant betydning for overlevelsen af rodfyldte tænder. En lille mængde resttandssubstans, om tanden var en molar, og om tanden havde apikal parodontitis præoperativt, viste ikke tendens til forringet overlevelse mellem restaureringsgrupperne over observationsperioden. Dette var overraskende, da andre studier har vist, at disse variable var associerede med en dårligere overlevelse af rodfyldte tænder (9,11,14,15,30).

Begrænsninger

Studiet var et historisk prospektivt kohortestudie uden randomisering til de forskellige typer af koronale restaureringer. Man kan forvente, at der er en selektion i, hvilke tænder man vælger at sætte en indirekte restaurering på, da en indirekte restaurering er væsentlig dyrere end en direkte restaurering. Man vil derfor være tilbageholdende med at sætte indirekte restaureringer på tvivlsomme tænder.

Andre begrænsninger ved nærværende undersøgelse var generalisering af restaureringstyper. Der var ikke fokus på årsager til ekstraktion, men dette kunne være relevant at undersøge i fremtidige studier. Disse bør ligeledes udformes som randomiserede, kliniske studier, der vil kunne give en mere

sikker vurdering af effekten af forskellige typer af koronal restaurering.

KONKLUSION

Studiet viste en signifikant bedre langtidsoverlevelse af rod-fyldte tænder med indirekte restaureringer fremfor direkte restaureringer. En tæt rod fyldning var associeret med bedre overlevelse af indirekte restaurerede, rod fyldte tænder, mens en marginal restknogle på $< 60\%$ var associeret med en dårligere overlevelse. Resultatet skal tages med forbehold for usikkerhed forbundet med antallet af tænder i studiepopulationen samt en sandsynlig selektion af, hvilke tænder man vælger at restaurere indirekte. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

PROGNOSTIC FACTORS RELATED TO LONG-TERM SURVIVAL OF ROOT-FILLED TEETH

PURPOSE - The purpose was to investigate long-term survival of root filled teeth with focus on the influence of the coronal restoration.

MATERIAL AND METHODS - The study included patients who had root canal treatment performed in the period between 2014 to 2019. Preoperative information was retrieved from the patient record. Included patients were offered a follow-up examination of their root filled teeth in 2024-2025. Mean observation period was 8 years. Factors influencing the survival of root filled teeth, including the effect of restoration, were analyzed using Cox regression analysis.

RESULTS - A total of 119 patients with 165 root filled teeth participated, 73 had received an indirect restoration, and 92 had received a direct restoration. Out of the 165 teeth, 55 had been extracted. There was a statistically significantly better survival of root filled teeth with an indirect restoration compared to a direct restoration (HR: 0.44; $p = 0.02$; CI: 0.22-0.87). A dense root filling was associated with better survival, and low marginal bone level was associated with worse survival.

CONCLUSION - Root filled teeth restored with indirect restorations showed significantly better long-term survival compared to those with direct restorations. However, this finding should be interpreted cautiously, as there may be a selection bias in choosing the restoration type.

LITTERATUR

1. Caplan DJ, Cai J, Yin G et al. Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. *J Public Health Dent* 2005;65:90-6.
2. Kirkevang LL, Vaeth M, Wenzel A. Ten-year follow-up of root filled teeth: a radio-graphic study of a Danish population. *Int Endod J* 2014;47:980-8.
3. Razdan A, Schropp I, Kirkevang LL et al. Root filled teeth in two parallel Danish co-horts: A repeated longitudinal cohort study. *Int Endod J* 2023;56:558-72.
4. Bjørndal L, Kirkevang LL, Whitworth J, eds. Textbook of endodontology, 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2018;16:292-8.
5. Ørstavik D. Essential Endodontology. Prevention and treatment of apical periodontitis, 3rd ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2019.
6. Duncan HF, Kirkevang LL, Peters OA et al. Treatment of pulpal and apical disease: The European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. *Int Endod J* 2023;56 (Supp 3):238-95.
7. Dugas NN, Lawrence HP, Friedman S et al. Quality of life and satisfaction outcomes of endodontic treatment. *J Endod* 2002;28:819-27.
8. Kirkevang LL, Ørstavik D, Bahrami G et al. Prediction of periapical status and tooth extraction. *Int Endod J* 2017;50:5-14.
9. EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. European Society of Endodontology position statement: The restoration of root filled teeth. *Int Endod J* 2021;54:1974-81.
10. Kirkevang LL, Hörsted-Bindslev P, Vaeth et al. Risk factors for developing apical periodontitis in a general population. *Int Endod J* 2007;40:290-9.
11. Fransson H, Dawson V. Tooth survival after endodontic treatment. *Int Endod J* 2023;56 (Supp 2):140-53.
12. Ng YL, Mann V, S Rahbaran et al. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J* 2008;41:6-31.
13. DL Borén, Jonasson P, Kvist T. Long-term survival of endodontically treated teeth at a public dental specialist clinic. *J Endod* 2015;41:176-81.
14. Dammaschke T, Nykiel K, Schäfer E et al. Influence of coronal restorations on the fracture resistance of root canal-treated premolar and molar teeth: a retrospective study. *Aust Endod J* 2013;39:48-56.
15. Suksaphar W, Banomyong D, Ngoenwiwatkul Y et al. Survival rates from fracture of endodontically treated premolars restored with full-coverage crowns or direct resin composite restorations: a retrospective study. *J Endod* 2018;44:233-8.

16. Dawson VS, Fransson H, Wolf E. Coronal restoration of the root filled tooth – a qualitative analysis of the dentists' decision-making process. *Int Endod J* 2021;54:490-500.
17. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radio-graphic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol* 1986;2:20-34.
18. Hickel R, Mesinger S, Opdam N et al. Revised FDI criteria for evaluating direct and indirect dental restorations-recommendations for its clinical use, interpretation, and reporting. *Clin Oral Investig* 2023;27:2573-92.
19. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 2002;87:256-63.
20. Pratt I, Aminoshariae A, Mickel A et al. Eight-year retrospective study of the critical time lapse between root canal completion and crown placement: Its influence on the survival of endodontically treated teeth. *J Endod* 2016;42:1598-1603.
21. Stenhagen S, Skeie H, Bårdsen A et al. Influence of the coronal restoration on the outcome of endodontically treated teeth. *Acta Odontol Scand* 2020;78:81-6.
22. Bijelic-Donova J, Myyryläinen T, Karsila V et al. Direct short-fiber reinforced compo-site resin restorations and glass-ceramic endocrowns in endodontically treated molars: a 4-year clinical study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2022;30:284-95.
23. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J* 2011;44:610-25.
24. Smith R, Drummond K, Lovell A et al. A comparison of radiographically determined periapical healing and tooth survival outcomes of root canal (re)treatment performed in two care pathways within the United Kingdom Armed Forces. *Int Endod J* 2024;57:667-81.
25. Tickle M, Milsom K, Qualtrough A et al. The failure rate of NHS funded molar endo-dontic treatment delivered in general dental practice. *Br Dent J* 2008;204:E8; discussion 254-5.
26. Skupien JA, Opdam N, Winnen R et al. A practice-based study on the survival of restored endodontically treated teeth. *J Endod* 2013;39:1335-40.
27. Fransson H, Dawson VS, Frisk F. Survival of root-filled teeth in the swedish adult population. *J Endod*.2016;42:216-20.
28. Prati C, Pirani C, Zamparini F. A 20-year historical prospective cohort study of root canal treatments. A Multilevel analysis. *Int Endod J* 2018;51:955-68.
29. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J* 2010;43:171-89.
30. Sequeira-Byron P, Fedorowicz Z, Carter B et al. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;2015:CD009109.
31. Shu X, Mai QQ, Blatz M et al. Direct and indirect restorations for endodontically treated teeth: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent* 2018;20:183-94.
32. Stavropoulou AF, Koidis PT. A systematic review of single crowns on endodontically treated teeth. *J Dent* 2007;35:761-7.
33. Chugal NM, Clive JM, Spångberg LS. Endodontic treatment outcome: effect of the permanent restoration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:576-82.
34. Göransson H, Lougui T, Castman L et al. Survival of root filled teeth in general dentistry in a Swedish county: a 6-year follow-up study. *Acta Odontol Scand* 2021;79:396-401.
35. Ribeiro DM, Réus JC, Felipe WT et al. Technical quality of root canal treatment performed by undergraduate students using hand instrumentation: a meta-analysis. *Int Endod J* 2018;51:269-83.
36. Burke FM, Lynch CD, Ní Ríordáin et al. Technical quality of root canal fillings performed in a dental school and the associated retention of root-filled teeth: a clinical follow-up study over a 5-year period. *J Oral Rehabil* 2009;36:508-15.
37. Pettiette MT, Delano EO, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endod* 2001;27:124-7.
38. Schäfer E, Bürklein S. Impact of nickel-titanium instrumentation of the root canal on clinical outcomes: a focused review. *Odontology* 2012;100:130-6.
39. Grossmann Y, Sadan A. The prosthodontic concept of crown-to-root ratio: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2005;93:559-62.