

ABSTRACT

Et vellykket udfald af en endodontisk behandling hænger nøje sammen med veludførte behandlingsprocedurer. En korrekt placeret oplukningskavititet af passende størrelse og med adgang i lige linje til kanalerne er en forudsætning for, at efterfølgende endodontiske procedurer kan udføres tilfredsstillende. Rodmålet fastlægges under aseptiske betingelser ved hjælp af en elektronisk apexlokalisator i kombination med røntgenoptagelser, typisk efter koronal udvidelse. Derefter udrenses og formes rodkanalerne, i langt de fleste tilfælde ved hjælp af roterende eller reciprokerende NiTi-instrumenter. Dette sker under hyppig skylning, sædvanligvis med natriumhypoklorit i lav koncentration. Når denne kemomekaniske instrumentering er vel gennemført, er rodfyldning det næste vigtige skridt. En rodfyldning af god kvalitet, dvs. afsluttet højst 2 mm fra den radiologiske apex og uden utætheder, er af afgørende betydning for behandlingsresultatet, mens materialer og teknikker betyder mindre. Endelig bør tanden forsynes med en permanent restaurering hurtigst muligt efter rodfyldningen med henblik på at undgå frakturer og reinfektion. Hvis disse procedurer gennemføres tilfredsstillende, kan man forvente høje succesrater.

EMNEORD Endodontics | dental pulp diseases | periapical periodontitis | dental restoration | treatment outcome



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
VICTORIA DAWSON
Victoria.Dawson@mau.se

Sådan optimerer du behandlingsresultatet

VICTORIA DAWSON, lektor, ph.d., Department of Endodontics, Faculty of Odontology, Malmö University, Malmö, Sweden

ELISA KRISTIN ARNARSDÓTTIR, tandlæge, MSc, Private Practice in Reykjavik, Iceland, Faculty of Odontology, University of Iceland, Reykjavik, Iceland

LEONA MALMBERG, lektor, senior consultant, DDS, Department of Endodontics, Faculty of Odontology, Malmö University, Malmö, Sweden

HOMAN ZANDI, assistant professor, ph.d., Department of Endodontics, Institute of Clinical Dentistry, University of Oslo, Oslo, Norway

MERETE MARKVART, associate professor, tandlæge, ph.d., Research area Cariology and Endodontics, Section of Clinical Oral Microbiology, Department of Odontology, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

► Accepteret til publikation den 6. august 2022

Tandlægebladet 2023;127:122-7

ENDODONTISKE BEHANDLINGER HAR TIL FORMÅL at forebygge eller eliminere rodkanalinfektion og apikal parodontitis (AP). Fra et klinisk synspunkt defineres en vellykket behandling almindeligvis ved, at der ved røntgenundersøgelse ses normale periapikale forhold, og at der er fravær af kliniske sygdomstegn og symptomer. For patienten er det derimod mest vigtigt, at den rodbehandlede tand er funktionsdygtig, og at det ikke gør ondt i tanden.

Man har fundet høje succesrater (normale periapikale forhold) for tænder, der ikke havde AP inden behandlingen (1-3), mens succesraten er en smule lavere for tænder med AP (1,4). Et vellykket endodontisk behandlingsresultat hænger nøje sammen med velgennemførte behandlingsprocedurer, fra aseptisk arbejde til afsluttende restaurering. I sådanne tilfælde vil de fleste periapikale sygdomme vise tegn på heling et år efter behandlingen, men hvis heling ikke ses, bør man observere i op til fire år for at give vævet tid til at hele (5).

I denne artikel gennemgår vi de enkelte endodontiske behandlingsprocedurer og deres betydning for det endelige resultat.

ASEPTISK ARBEJDE

I dag sigter endodontiske behandlingsprotokoller på at eliminere mikroorganismer og forhindre indtrængen af nye mikro-

organismer i rodkanalsystemet. Eftersom de endodontiske patogener hovedsagelig er orale kommensaler, er det en forudsætning for en sikker og effektiv endodontisk behandling, at man isolerer tanden fra det orale miljø ved hjælp af kofferdam (6). For at minimere risikoen for kontamination er det også påkrævet at desinficere den isolerede tand og kofferdamanlægget (6). Desuden skal alle de materialer og instrumenter, der anvendes under rodbehandlingen, være sterile eller effektivt desinficerede. Guttaperkapoints bør desinficeres før brug i en opløsning af fx klorhexidin, alkohol eller natriumhypoklorit (7,8).

Der er indikationer på, at tandlægen kan forårsage kontamination af rodkanalsystemet, idet man har påvist forekomst af hudkommensaler som fx *Cutibacterium acnes* og *Staphylococcus aureus* i forbindelse med endodontiske infektioner (9,10). Der er ligeledes påvist signifikant forhøjede bakteriel på operationshandsker, hvilket også medfører risiko for kontamination (11,12). Dette understreger betydningen af god håndhygiejne. Man bør anlægge en niks pille-strategi, dvs. gøre sig umage for at undgå at berøre de dele af instrumenter og materialer, der kommer i kontakt med rodkanalerne, for at begrænse risikoen for kontamination.

Hvert eneste tiltag, der har til hensigt at opretholde en aseptisk tilstand under behandlingen, har betydning, da alle forsøg på at reducere den mikrobiologiske belastning tilsammen forbedrer muligheden for at opnå et vellykket behandlingsresultat.

OPLUKNING OG LOKALISERING AF KANALERNE

Udformningen af oplukningskaviteten skal sikre, at hele loftet på pulpacammeret fjernes, at alt koronalt pulpavæv fjernes, og at alle rodkanaler lokaliseres med adgang til kanalerne i en lige linje. Samtidig skal man søge at bevare så meget sund tandsubstans som muligt. En sufficient oplukning er en forudsætning for tilfredsstillende udrensning, udformning og fyldning af rodkanalsystemet (13). Hvis præparationen er for konservativ, er der fare for, at man ikke finder alle kanalerne (14). Der er også forhøjet risiko for iatrogene skader og mangelfuld udrensning og udformning af rodkanalerne (15), hvis kaviteten ikke er optimal udformet, og det kan påvirke resultatet af behandlingen i negativ retning (3,16-17).

Før præparationen af oplukningskaviteten skal carieret væv og defekte fyldninger fjernes, så man kan forebygge bakteriel kontamination under behandlingen og få overblik over eventuelle frakturer. Endvidere bør man vurdere tandens muligheder for permanent restaurering.

Kavitets udformning bestemmes af pulpacammerets interne anatomi og afspejler tandens ydre form i højde med emaljementgrænsen. Pulpacammerets udstrækning og beliggenhed samt afstanden fra okklusalfladen til kammerets koronale del (og dermed boreddybden) bør bedømmes på bitewings og periapikale røntgenoptagelser, inden behandlingen påbegyndes. Tandens hældning skal ligeledes vurderes, så man kan vinkle boret rigtigt og derved undgå perforationer og andre procedurefejl.

Eftersom mange af de tænder, der har behov for rodbehandling, er stærkt restaurerede, kan det føre til procedurefejl, hvis man baserer sin oplukning på den okklusale anatomi. Det er

Oplukning af underkæbemolar

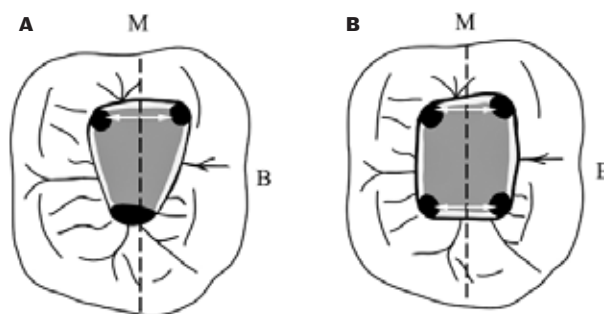


Fig. 1. Bortset fra overkæbemolarer ligger kanalindgangene med lige stor afstand til en mesiodistalt forløbende linje gennem pulpacammerets bund (punteret linje), og de ligger desuden på en linje vinkelret på den mesiodistale linje (hvide pile) (igen bortset fra overkæbemolarer). Denne symmetri illustreres her ved hjælp af to underkæbemolarer (A, B). Pulpacammerets bund er altid mørkere end væggene.

Fig. 1. Excluding the maxillary molars, the canal orifices are equidistant from a line drawn through the pulp chamber floor in a mesial distal direction (dashed line) and lie on a line perpendicular to the mesial distal line (white arrows), except for maxillary molars. Mandibular molars (A, B) are shown as examples of this symmetry. The floor of the chamber is always darker than the walls.

derfor mere sikkert at følge emaljementgrænsens anatomi, som er det mest præcise udgangspunkt for lokalisering af pulpacammeret, idet kammeret i dette niveau befinder sig centralt i tanden (18).

Kanalindgangene ligger i gulvet af pulpacavum tæt på overgangen mellem væg og gulv, og ofte i niveau med grænsen mellem krone og rod. Lokalisering af kanalindgangene er kun et spørgsmål om symmetri (18) (Fig. 1). Ved oplukning af overkæbemolarer kan man mellem indgangene trække en imaginær linje, der danner en trekant ("the molar triangle") (Fig. 2A), men den hyppigt forekommende kanal nummer to i den mesiobukkale rod (MB2) (19) ligger dog ofte lidt mesialt for den lige linje mellem den mesiobukkale og den palatinale kanalindgang (Fig. 2B).

Den endelige udformning af oplukningskaviteten afhænger af kanalindgangenes placering og bør først foretages, efter at man har fjernet hele pulpacammerets loft, har overblik over hele kammerets gulv og har lokaliseret alle kanalerne.

INSTRUMENTERING AF RODKANALER OG FASTLÆGGELSE AF RODMÅL

Når man har skaffet adgang til rodkanalsystemet, kan den kemomekaniske instrumentering påbegyndes. Formålet er at foretage en mekanisk fjernelse af alt vitalt og/eller nekrotisk væv, at forme rodkanalerne og at lette en optimal tilførsel af skyllevæsker, så hele rodkanalsystemets overflade bliver rensset mekanisk og/eller kemisk. I langt de fleste tilfælde kan man anvende roterende eller reciprokerende NiTi-filsystemer. Disse instrumenters fleksibilitet kan overvinde mange af de vanskeligheder, der kan opstå, hvis man udelukkende anvender instrumenter af rustfrit stål (20).

Instrumenteringen kan inddeles i fire faser. Fase 1: Placér en håndfil i rodkanalen og dan en glidebane ved hjælp af hånd- ▶

Oplukning af overkæbemolar

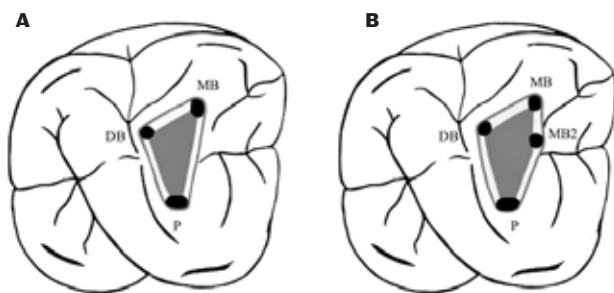


Fig. 2. Ved oplukning af en overkæbemolar vil en imaginær linje mellem kanalindgangene ses at danne en trekant (A). MB2 ligger ofte lidt mesialt for linjen mellem mesiobukkale og palatinal kanalindgang (B). Man bliver derfor nødt til at eksterndere oplukningskaviteten lidt i mesial retning.

Fig. 2. When accessing the maxillary molars an imaginary line can be drawn between the orifices of the tooth to form the molar triangle (A). The location of the MB2 usually skews the triangle, since its frequently located mesial to or directly on the line drawn between the MB and P orifices (B). A corresponding move of the access wall mesially needs then to be made.

file i størrelserne 10-15. Denne glidebane vil lette den centrale placering af de senere instrumenter. Fase 2: Koronal udvidelse med roterende eller reciprokerende NiTi-file med henblik på at sikre adgang i lige linje. Adgang i lige linje betyder, at en forbøjet håndfil kan nå foramen apicale eller den første rodafbøjning uden at deformeres, og derved formindskes risikoen for procedurefejl under instrumenteringen. Den opadgående bevægelse foregår i kontakt med rodkanalvæggen, typisk mod den lingvale skulder i for- og hjørnetænder og væk fra furkaturen i præmolarer og molarer, og der udøves et minimalt tryk apikalt. Den koronale udvidelses placering kan variere afhængigt af eventuelle rodafbøjninger, og den bør stoppe inden en afbøjning for at undgå hyldedannelse. Fase 3: Sikring af adgang i lige linje ved hjælp af håndfile og fastlæggelse af rodmålet ved hjælp af en elektronisk apexlokalisator (EAL). Det mest præcise rodmål opnås efter koronal udvidelse (21). Traditionelt har man fastlagt rodmålet ved en kombination af taktillførmelse og røntgenoptagelser, men ved hjælp af EAL i kombination med røntgenoptagelser opnår man det mest nøjagtige rodmål, idet EAL tager højde for lokale anatomiske forhold som den apikale konstriktion, der ikke kan ses på røntgen. Fase 4: Afsluttende apikal præparation med fokus på at ramme hele rodkanalens periferi. Da rodkanalens morfologi og størrelse kan variere (22), er det afgørende at vælge den afsluttende filstørrelse på baggrund af rodkanalens apikale dimensioner. Størrelsen på apex bestemmes med den første fil, der når passivt til rodmålet og binder ved apex; fra den første fil, der binder, øger man præparationen med 2-3 filstørrelser. Hvis fx filstørrelse 20 binder, udvider man kanalen til størrelse 35. Den afsluttende fil anvendes med crown-down-tilgang.

RODKANALSKYLNING OG MELLEMSANCEINDLÆG

Den mekaniske udrensning skal ledsages af skylning med en antibakteriel opløsning for at bekæmpe den mikrobielle infek-

tion. Skylningen har til formål at opløse og bortskaffe vitalt og nekrotisk væv, mikroorganismer, dentindebris og smørelag samt at opnå kemisk nedbrydning af biofilm uden at beskadige rodkanalvæggen eller de periradikulære væv (23,24). Desværre findes der ikke ét skyllemiddel, der alene kan opfylde alle disse ønsker. Man har anvendt utallige opløsninger, såsom saltvand, brintoverilte, jod og klorhexidin, men førstvalget er nu natriumhypoklorit (NaOCl) (24). NaOCl har i koncentrationer fra 0,5 % til 6 % gode antibakterielle og vævsopløsende egenskaber (25). Hvis opløsningens pH sænkes, forøges den baktericide virkning, mens de vævsopløsende egenskaber forøges, når pH hæves (26). Det er vist, at høje og lave koncentrationer af NaOCl har samme antibakterielle virkning, og at lavere koncentrationer (0,5-1 %) er mindre skadelige for de periradikulære væv end højere koncentrationer (27). Store mængder af skyllevæske og lang eksponeringstid under udrensningen har vist sig at have en positiv effekt på rodkanalinfektionen (28), og man kan derfor kompensere for en lavere koncentration ved at skylle meget og længe. Der ser dog ud til at være en øvre grænse, hvor en øget mængde skyllevæske ikke længere påvirker desinfektionen (29). Ultralydsaktiveret skylning (UAI) sætter skyllevæsken i bevægelse, aktiverer dens kemiske virkninger og forøger kontakten mellem skyllevæske og rodkanalvægge, hvorved der opstår nedbrydning af biofilm inde i rodkanalsystemet (30). Små skyllekanyler med åbning på siden (gauge 30) anbringes 1 mm fra rodmålet for at sikre god, turbulent væskestrømning (31). Under instrumenteringen danner der sig et smørelag på kanalvæggene; det kan fjernes med kelerende stoffer som ethylendiamintetraacetat (EDTA) eller citronsyre (24). Det kan dog ikke anbefales at skylle skiftevis med NaOCl og EDTA, da dette reducerer den antibakterielle virkning af klorionerne (23).

Indlæg med calciumhydroxid [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] i rodkanalen kan understøtte den antimikrobielle effekt af den kemomekaniske bearbejdning, idet indlægget eliminerer mikroorganismer, som ikke er tilgængelige for instrumentering og skylning (32). Det må dog bemærkes, at de tilgængelige studier over emnet tyder på, at helingsrate og forekomst af postoperativ smerte er på samme niveau, uanset om behandlingen foregår i én eller flere seancer (33). Mellem seancerne skal oplukningskaviteten forsegles med et midlertidigt fyldningsmateriale. Fyldningen skal være så tyk som muligt for at forebygge lækage af bakterier (34).

RODFYLDNINGSMATERIALER OG -TEKNIKKER

Når den kemomekaniske instrumentering er afsluttet på tilfredsstillende vis, er det næste vigtige trin at fylde det præparerede kanalrum. Hensigten er at forhindre bakterielle produkter i at trænge igennem til det periapikale område, at forhindre vævsvæske i at trænge ind i rodkanalen og at indkapsle eventuelle tilbageværende bakterier ved at skabe en tæt forsegling over hele rodkanalsystemets længde (6). Hertil anvendes et kernemateriale, som regel guttaperka, i kombination med et tyndt lag sealer. Der findes flere forskellige typer sealere på markedet, fx materialer som zinkilteeugenol, epoxy resin og tricalciumsilikat (35). Rodfyldningsteknikkerne omfatter bl.a. enkeltpoint, lateral kondensering og teknikker med opvarm-

ning af guttaperka med henblik på at opnå bedre adaptation til kanalvæggene. Alle teknikkerne har fordele og ulemper (36). De fleste undersøgelser af rodfyldningsmaterialer og -teknikker er foretaget i laboratorier, og der er kun få kliniske studier. Der er derfor ikke grundlag for at anbefale specifikke materialer eller teknikker frem for andre (37). Rodfyldningens tekniske kvalitet er til gengæld yderst vigtig. En rodfyldning af god kvalitet, dvs. en der ender højst 2 mm fra den radiologisk bedømte apex og ikke har nogen utætheder, har signifikant bedre chancer for vellykket udfald på den endodontiske behandling (2-4). Rodfyldninger, der ender > 2 mm fra den radiologiske apex eller er overekstenderede og/eller har utætheder, har derimod forøget risiko for at mislykkes (1-3). For korte rodfyldninger og utætheder kan give tilbageværende mikroorganismer mulighed for at overleve og rekolonisere i de tomme rum, og i tilfælde af koronal lækage er reinfektion uundgåelig. Rodfyldninger, der rager ud igennem apex, er typisk tegn på overinstrumentering med indbygget risiko for ekstrusion af inficeret debris og vanskeligheder med at opnå en tæt forsegling i kanalens apikale del, og dermed stiger risikoen for mislykket behandling (1-3).

Som nævnt har rodfyldningens kvalitet større betydning for det færdige resultat end de anvendte materialer og teknikker. Det bør dog understreges, at materialerne ideelt set bør være biokompatible, uopløselige i vævsvæsker og radioopake. Endelig bør de også kunne fjernes i forbindelse med eventuel nonkirurgisk revisionsbehandling. De skal kunne forsegle, men ikke skrumpes og ikke tillade bakterievækst (6).

RESTAURERING AF DEN RODFYLDTE TAND

Afslutningsvis er en permanent restaurering af høj kvalitet af største vigtighed for et vellykket slutresultat af den endodontiske behandling (3,4). De vigtigste formål med restaureringen er at skabe en effektiv forsegling mod bakteriel lækage og at gøre den rodfyldte tand i stand til at modstå belastninger fra okklusion og tygning, dvs. beskytte den mod fraktur. I hvert enkelt tilfælde må man på baggrund af en række faktorer overveje, om dette bedst opnås med en direkte eller en indirekte restaurering (38,39) (Tabel 1). Det er i denne sammenhæng også vigtigt at bevare så meget sund tandsubstans som muligt (38).

Både indirekte og direkte restaureringer kan yde effektiv forsegling mod bakteriel lækage; Der er ikke fundet forskelle i succesrater (succes defineret ved normale periapikale forhold) mellem direkte og indirekte restaurerede rodfyldte tænder (3,40-41). Der forekommer dog oftere omlavning af direkte end af indirekte restaureringer (42), hvilket tyder på en højere fejlrate for direkte restaureringer og dermed potentielt en svigtende forsegling mod lækage af bakterier.

Overlevelsesraten er højere for rodfyldte tænder, der er forsynet med indirekte restaurering, end for rodfyldte tænder med direkte restaurering (43-46). På det aktuelle evidensgrundlag er det ikke muligt at give generelle anbefalinger for restaurering af rodfyldte tænder (47), men man bør overveje indirekte restaurering ved rodfyldte præmolare og molare, der mangler mindst én approximal væg, og i tilfælde med synlige infraktioner (38). Hvert tilfælde bør dog vurderes individuelt med inddragelse af såvel kliniske som patientrelaterede forhold.

Klinisk relevans

Som klinikere bestræber vi os på at friholde patienterne for infektiøse foci og samtidig bevare så mange tænder som muligt i funktionsdygtig stand. I forbindelse med infektiøse endodontiske tilstande er en systematisk tilgang til behandlingsprocedurerne, herunder korrekt oplukning, aseptiske arbejdsgange, biomekanisk udrensning og en tæt rodfyldning, nødvendige forudsætninger for at opnå sunde forhold. En vellykket behandling sikrer, at tanden hurtigt kan forsynes med en permanent restaurering, så rodkanalsystemet kan blive effektivt forsejlet.

Den permanente restaurering bør fremstilles hurtigst muligt efter afslutningen af rodbehandlingen. Der er påvist højere overlevelsesrater for tænder, der er restaureret kort efter rodbehandlingen, sammenlignet med tænder, hvor restaureringen blev foretaget mere end 60 dage efter (48,49). Rodfyldte tænder uden permanent restaurering har højere risiko for bakteriel lækage gennem den temporære fyldning (50), og frakturrisikoen er ligeledes forøget (40). Det kan generelt ikke anbefales at afvente heling af den periapikale læsion, før man fremstiller en indirekte restaurering, kun i tilfælde med usikker prognose.

En permanent restaurering, der fremstilles hurtigt efter rodbehandlingen og beskytter og forsejler den rodbehandlede tand, fremmer mulighederne for et vellykket behandlingsresultat. ♦

Restaurering af en rodfyldt tand

Kliniske forhold	Patientrelaterede forhold
<ul style="list-style-type: none"> Resttandssubstans <ul style="list-style-type: none"> - mængde - kvalitet (forekomst af revner) Okklusal belastning Placering i tandrækken Antal approximale kontakter Tandens endodontiske og parodontale tilstand Tandens strategiske betydning Nabotændernes og det øvrige tandsæts tilstand (caries, parodontium, restaureringer) Æstetik 	<ul style="list-style-type: none"> Holdninger Forventninger (fx æstetik, restaureringens langtidsholdbarhed) Økonomi Præferencer Almen helbredstilstand Tandsundhed (fx cariesrisiko) Sociale vaner Motivation Komplians Andre (fx odontofobi)

Tabel 1. Faktorer man bør tage i betragtning før restaurering af en rodfyldt tand.
Table 1. Factors to be considered when planning restoration of a root filled tooth.

ABSTRACT (ENGLISH)

OPTIMIZE YOUR TREATMENT OUTCOME

A successful outcome of the endodontic treatment is strongly associated with well performed treatment procedures. An adequate access cavity preparation which is correctly positioned, of adequate size and with straight-line access to the canals, is a prerequisite for the subsequent endodontic treatment procedures to be properly performed. Under aseptic conditions, after gaining access to the root canals, the working length is determined by electronic apex locator combined with radiographs, preferably after coronal flaring. The root canals are then cleaned and shaped, in the vast majority of cases rotary or reciprocating Ni-Ti instruments can

be used. This is performed in conjunction with the use of an irrigation solution, usually sodium hypochlorite with a low concentration. Once the chemo-mechanical instrumentation has been thoroughly performed, the next essential step is filling of the root canals. A root filling of good quality, that is, ending within 2 mm from the radiographic apex and without any voids, is of significant importance for the outcome while the materials and techniques appear less important. Finally, the tooth should be permanently restored as soon as possible after root filling, to prevent fracture and reinfection. Provided that the treatment procedures have been adequately performed, high success rates can be expected.

LITTERATUR

1. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G et al. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498-504.
2. Ricucci D, Russo J, Rutberg M et al. A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:825-42.
3. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J* 2011;44:583-609.
4. Ng YL, Mann V, Rahbaran S 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.
5. Ørstavik D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *Int Endod J* 1996;29:150-5.
6. EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006;39:921-30.
7. Gomes BP, Vianna ME, Matsumoto CU et al. Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:512-7.
8. Subha N, Prabhakar V, Koshy M et al. Efficacy of peracetic acid in rapid disinfection of Resilon and gutta-percha cones compared with sodium hypochlorite, chlorhexidine, and povidone-iodine. *J Endod* 2013;39:1261-4.
9. Sunde PT, Olsen I, Debelian GJ et al. Microbiota of periapical lesions refractory to endodontic therapy. *J Endod* 2002;28:304-10.
10. Niazi SA, Clarke D, Do T et al. Propionibacterium acnes and Staphylococcus epidermidis isolated from refractory endodontic lesions are opportunistic pathogens. *J Clin Microbiol* 2010;48:3859-69.
11. Niazi SA, Vincer L, Mannocci F. Glove contamination during endodontic treatment is one of the sources of nosocomial endodontic propionibacterium acnes infections. *J Endod* 2016;42:1202-11.
12. Zahran S, Mannocci F, Koller G. Assessing the iatrogenic contribution to contamination during root canal treatment. *J Endod* 2022;48:479-86.
13. Gutmann J, Fan B. Tooth morphology, isolation and access. In: Hargreaves KM, Berman LH, Rotstein I, eds. *Cohen's pathways of the pulp*. 11th ed. St Louis, MO: Elsevier, 2016;142-4.
14. Shabbir J, Zehra T, Najmi N et al. Access cavity preparations: Classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. *J Endod* 2021;47:1229-44.
15. Mannan G, Smallwood ER, Gulabivala K. Effects of access cavity location and design on degree and distribution of instrumented root canal surface in maxillary anterior teeth. *Int Endod J* 2001;34:176-83.
16. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975;1:255-62.
17. Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc* 1970;80:1341-7.
18. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. *J Endod* 2004;30:5-16.
19. Martins JNR, Marques D, Silva EJNL et al. Prevalence studies on root canal anatomy using cone-beam computed tomographic imaging: A systematic review. *J Endod* 2019;45:372-86.
20. Glossen CR, Haller RH, Dove SB et al. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex instruments. *J Endod* 1995;21:146-51.
21. León-López M, Cabanillas-Balsera D, Areal-Quecuty V et al. Influence of coronal preflaring on the accuracy of electronic working length determination: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Med* 2021;10:2760.
22. Markvart M, Darvann TA, Larsen P et al. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J* 2012;45:273-81.
23. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z et al. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* 2014;216:299-303.
24. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-98.
25. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985;18:35-40.
26. Fukuzaki S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Sci* 2006;11:147-57.
27. Verma N, Sangwan P, Tewari S et al. Effect of different concentrations of sodium hypochlorite on outcome of primary root canal treatment: A randomized controlled trial. *J Endod* 2019;45:357-63.
28. Gazzaneo I, Vieira GCS, Pérez AR et al. Root canal disinfection by single- and multiple-instrument systems: effects of sodium hypochlorite volume, concentration, and retention time. *J Endod* 2019;45:736-41.
29. Brito PR, Souza LC, Machado de Oliveira JC et al. Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal Enterococcus faecalis populations: an in vitro study. *J Endod* 2009;35:1422-7.
30. Mohammadi Z, Shalavi S, Giardino L et al. Impact of ultrasonic activation on the effectiveness of sodium hypochlorite: A review. *Iran Endod J* 2015;10:216-20.

31. Boutsioukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E et al. Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. *Int Endod J* 2007;40:504-13.
32. Mohammadi Z, Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J* 2011;44:697-730.
33. Su Y, Wang C, Ye L. Healing rate and post-obturation pain of single-versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *J Endod* 2011;37:125-32.
34. Zandi H, Petronijevic N, Mdala I et al. Outcome of endodontic retreatment using 2 root canal irrigants and influence of infection on healing as determined by a molecular method: A randomized clinical trial. *J Endod* 2019;45:1089-98.
35. Zhou HM, Shen Y, Zheng W et al. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod* 2013;39:1281-6.
36. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? *Endod Topics* 2015;32:86-96.
37. SBU. Rotfyllning. Stockholm: Statens beredning för medicinsk och social utvärdering (SBU); 2010. SBU-rapport nr. 203. (Set 2022 februar). Tilgængelig fra: URL: <https://www.sbu.se/sv/publikationer/SBU-utvardeerar/rotfyllning/>
38. EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY developed by: Mannoci F, Bhuva B, Roig M, Zarow M et al. European Society of Endodontology position statement: The restoration of root filled teeth. *Int Endod J* 2021;54:1974-81.
39. 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.
40. 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.
41. Prati C, Pirani C, Zamparini F et al. A 20-year historical prospective cohort study of root canal treatments. A multilevel analysis. *Int Endod J* 2018;51:955-68.
42. Dawson VS, Isberg PE, Kvist T et al. Further treatments of root-filled teeth in the Swedish adult population: a comparison of teeth restored with direct and indirect coronal restorations. *J Endod* 2017;43:1428-32.
43. 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.
44. Chen SC, Chueh LH, Hsiao CK et al. First untoward events and reasons for tooth extraction after nonsurgical endodontic treatment in Taiwan. *J Endod* 2008;34:671-4.
45. Landys Borén D, Jonasson P, Kvist T. Long-term survival of endodontically treated teeth at a public dental specialist clinic. *J Endod* 2015;41:176-81.
46. Fransson H, Bjørndal L, Frisk F et al. Factors associated with extraction following root canal filling in adults. *J Dent Res* 2021;100:608-14.
47. 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. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.cd009109.pub3>
48. Pratt I, Aminoshariae A, Montagnese TA 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.
49. Yee K, Bhagavatula P, Stover S et al. Survival rates of teeth with primary endodontic treatment after core/post and crown placement. *J Endod* 2018;44:220-5.
50. Balto H. An assessment of microbial coronal leakage of temporary filling materials in endodontically treated teeth. *J Endod* 2002;28:762-4.