

Endodontiska material

Socialstyrelsen klassificerar sin utgivning i olika dokumenttyper. Detta är ett **underlag från experter**. Det innebär att det bygger på vetenskap och/eller beprövad erfarenhet som tas fram av huvudsakligen externa experter på uppdrag av Socialstyrelsen. Experternas material kan ge underlag till myndighetens ställningstaganden. Författarna svarar själva för innehåll och slutsatser. Socialstyrelsen drar inga egna slutsatser.

Artikelnr 2008-123-4

Publicerad www.socialstyrelsen.se, februari 2008

Innehåll

Bakgrund.....	5
Principer	6
Kärnmaterial.....	8
Sealer	10
Försök till förbättringar av sealer.....	12
Tekniker för applikation.....	14
Problem och diskussioner	15
Kort sammanfattning	17
Kunskapslänkar	17
Referenser	18

Bakgrund

1. Apikal periodontit

Rotfyllning är den sista åtgärden för att antingen förebygga eller bota apikal periodontit. Apikal periodontit eller periapikal osteit är en gemensam beteckning på de kliniska och röntgenologiska fynd av periapikal inflammation som är ett svar på infektioner i rotkanalsystemet. Det övergripande målet för hela behandlingen är därför att antingen förhindra att mikrober kommer in i rotkanalen eller att eliminera mikrober som redan har infekterat den¹.

2. Rotfyllningens funktion

Rotfyllningen ska bidra till att förhindra bakteriell penetration längs rotfyllningen in till apikalområdet; till att täcka och eliminera eventuellt kvarvarande organismer; samt att fylla ut hålrum som annars kan fyllas av näringsrik vätska och ge grogrund för mikrober².

3. Ortograd och retrograd rotfyllning

Rotfyllningen placeras i ortograd riktning (från kronpulpan) när detta är möjligt. I de fall där tekniska förhållanden gör detta omöjligt, placeras fyllningen, efter kirurgisk friläggning och preparation, direkt i rotspetsen. Vid ortograd rotfyllning har man i första hand målsättningen att desinficera rotkanalsystemet innan fyllning. Vid retrograd fyllning skall man förhindra utträde av mikrober från en eventuellt infekterad pulpanal och dentintubuli.

Principer

a. Kärnmaterial

Guttaperka har varit det ledande fyllningsmaterialet i över 100 år och är det fortfarande. Guttaperkan (och dess alternativ, metall- och plaststift) fungerar som en kolv genom att pressa cement eller sealer ut i det utrensade rotkanalsystemets förgreningar. Rotfyllningens viktigaste funktioner (försegla, täcka och fylla ut) utgörs därför av sealern, men applikationen av sealer kan bli ofullständig utan kolvfunktionen.

b. Värme- eller kemisk plastificering

Vid uppvärmning eller behandling med organiska lösningsmedel (kloroform) mjuknar guttaperkan och blir flytande på ytan. Man har tänkt att detta ska kunna kompensera för sealern och att den mjuka guttaperkan ska tränga in i alla förgreningar av rotkanalsystemet ("root filling in three dimensions"). Kloroform har använts för detta ändamål nästan lika länge som guttaperka har använts som rotfyllningsmedel och tekniken blev känd som "Callahan-metoden"³. När man tillsatte harts eller kollofonium till kloroformen menade man dessutom att man fick en limverkan till dentinytan; ren guttaperka har ingen bindning till dentin. Denna princip låg till grund för 'hartschloroformtekniken' i Sverige⁴ och 'Kloroperka-metoden' i Norge⁵. Kloroform kan ha biologiska nackdelar i form av toxicitet och karcinogenicitet^{6,7}. Uppvärmning av guttaperkan är ett tilltalande alternativ. Här sker få eller inga kemiska förändringar i massan och passningen till dentinet blir optimal. Problemet är att det inte blir någon limverkan och att en viss krympning äger rum vid avkylning⁸.

c. Sealer

Cementet fyller ut mellan kärnmaterial och den preparerade rotkanalen, och ger rotfyllningen dess förseglande egenskaper, därav namnet sealer. För att sealern skall fylla sina funktioner optimalt, bör den tillfredsställa en rad teknologiska och biologiska krav, till exempel vävnadsvänlighet, motstånd mot upplösning i biologiska vätskor och dimensionsstabilitet, förutom rent praktiska egenskaper, såsom röntgenkontrast och adekvat arbetstid⁹.

d. Referensmetoden: Kall lateralkondensering

Om den bearbetade rotkanalen är ett mycket komplicerat hålrum, bör fyllnadsmaterialet vara plastiskt och pressas ut i alla förgreningarna. Standardmetoden för detta är lateral kondensering¹⁰. Guttaperkaspetsarna pressas lateralt i kanalen med hjälp av långa guttaperkaspridare under ett så kraftigt tryck att guttaperkan deformeras och det blir plats för nya spetsar. Dessa fylls på tills kanalen är fylld med en nästan homogen massa av guttaperka med enbart mikrospalterna fyllda av den flytande sealern¹¹⁻¹⁴.

e. Retrograda rotfyllningar

Retrograda rotfyllningar lägges i dentinet efter rotspetsamputation.

Standardmetoden innebär preparation av en kavitet där rotkanalen/den gamla rotfyllningen ligger, och placering av ett plastiskt rotfyllningsmaterial i denna kavitet. När det används ett adhesivt rotfyllningsmaterial, görs en skålformad preparation, och materialet bondas till den preparerade ytan.

Kärnmaterial

a. Guttaperka

Sammansättning

Guttaperka är ett extrakt från träd i *Sapotaceae*-familjen¹⁵. Den är en linjär 1,4-polyisopren i kristallin form. Den liknar latex, som har en så kallad *cis*-struktur, medan guttaperka uppträder i *trans*-form, vilket betyder att ämnet är styvare och mer plastiskt (gummi är kemiskt behandlad latex med tvärbindingar som gör det gummielastiskt). Guttaperkaspetsar för rotfyllning innehåller bara 15-20 % guttaperka, medan huvudmaterialet är zinkoxid (ZnO), som kan utgöra över 80 %. Små mängder av färgämnen kan också tillsättas och ibland tillsätts ämnen med högre röntgenkontrast än ZnO. Kadmiumrött användes tidigare, men numera finns kadmium bara i knappt mätbara mängder i många guttaperkaspetsar. Det finns emellertid inte mycket nypublicerade data på sammansättningen¹⁶⁻¹⁹.

Egenskaper, biologiska och fysikaliska

Traditionellt sett uppfattas guttaperka som mycket vävnadsvänlig utan biologiska komplikationer som t.ex. toxicitet. Det bryts praktiskt taget ej ned av mikrober²⁰ eller human²¹ vävnad. Risken för allergi mot guttaperka är också liten²². Stora partiklar av guttaperka ger få och små reaktioner när de implanteras på försöksdjur. Däremot kan finfördelad guttaperka inducera och kanske underhålla inflammationsreaktioner i sådana försök²³. Det finns knappt några rapporter om allergiska komplikationer vid användning av guttaperka och det kan vara så, att sealer materialet har spelat en viss roll i dessa fall²⁴. Det verkar tveksamt om guttaperka korsreagerar med latex, även om de kemiskt är ganska lika varandra¹⁵. Eftersom plasticiteten ökar dramatiskt vid uppvärmning, har man utvecklat tekniker för applicering av varm guttaperka i rotkanalen vid rotfyllning. Varm vertikal kondensering utvecklades av Schilder²⁵ och har varit ett viktigt alternativ till kall lateral kondensering sedan dess.

b. Plastmaterial

En resin med termoplastiska egenskaper som gör att den liknar guttaperka, har lanserats som en förbättring av guttaperka. Den viktigaste fördelen med en sådan plast är att den kan binda till sealern och skapa en kemisk kontinuitet, ett monoblock, som binder till dentinväggarna i en kontinuerlig massa. Huvudingrediensen i denna plast är polycaprolacton, som är en polyester med ganska låg smältpunkt; i massan finns också resin med metakryloxy-grupper som kan binda till resin-sealern. Fillern är bioaktivt glas med bariumklorid för röntgenkontrast²⁶.

b. Annat

Kärnor av metall (silver, titan) har använts. Inga sådana kärnor rekommenderas i dagens praxis i endodonti.

Konceptet om att ett monoblock skulle vara möjligt att använda som

komplett obturation av rotkanalen har medfört flera modifikationer av konventionella guttaperkastift. Det har lanserats guttaperka med ett yttre lager av en hydrofil metakrylatresin som är bundet med en diisocyanat via polybutadien till guttaperka i kärnmaterialet²⁷. Detta yttre lager kan binda till en metakrylatbaserad sealer. Det tillverkas också guttaperka-points med inbakade partiklar av samma typ som används i glasjonomercement²⁸.

En silikonbaserad sealer har finriven guttaperka inbakad i massan, och rekommenderas för användning utan fast kärna²⁹.

Sealers

- a. Zinkoxideugenolcement
Inom europeisk och amerikansk endodonti har ZnO-eugenolsealer dominerat mycket länge^{30,31}. Modifikationerna för endodonti gäller härdningstiden, som kontrolleras med natriumborat, viskositeten, som regleras av kornstorleken och tillsats av harts, samt röntgenkontrasten, vilken regleras med barium- och vismutsalter. Dessa sealertyper har god klinisk dokumentation och ses ständigt som referensmaterial³¹⁻³³. Nackdelar kan vara en viss löslighet och eventuell toxicitet samt risk för allergi mot eugenol^{34,35}.
- b. Epoxiresinbaserade sealertyper
De första versionerna av epoxisealers hade methenamin som katalysator för att starta polymeriseringen. Eftersom små mängder formaldehyd utvecklas under denna reaktion³⁶⁻³⁸, ersattes methenamin i de senare versionerna med andra aminer som inte eller i liten grad ger sådana biprodukter. Däremot blir sammansättningen mycket mer komplex. Dessa produkter har använts i nästan 50 år och har god klinisk dokumentation^{32,39}. Epoxisammansättningar är emellertid mycket reaktiva och kan ge allergiska reaktioner hos sensibiliserade exponerade individer⁴⁰.
- c. Silikonbaserade sealertyper
Silikonmaterial har provats sedan 1970-talet⁴¹. I moderna upplagor är kemin förbättrad så att de inte avger syre och inte krymper under härdning. Sammansättningen är mindre känd än den för traditionella material, men en produkt har tekniska, biologiska och kliniska studier bakom sig som dokumenterar goda basala och kliniska egenskaper⁴². Nu har en arvtagare kommit med finriven guttaperka inbakad i materialet, där man rekommenderar användning utan guttaperkaspetsar⁴³.
- d. Glasjonomer
Dessa cementsorter är kända för att vara vävnadsvänliga⁴⁴ och kan kanske hämma bakteriell aktivitet⁴⁵. Det föreligger klinisk dokumentation som verkar vara tillfredsställande⁴⁶, medan laboratorieförsök avseende täthet⁴⁷ och krympning⁴⁸ inte placerar denna typ av sealer bland de bättre. Dessa sealers marknadsförs nästan ej längre, men det finns en ny produkt där sealern kombineras med guttaperka som har korn av glasjonomer inbakad i massan och i ytan⁴⁹.
- e. Kalciumhydroxid
Sealers med kalciumhydroxid eller kalciumoxid används också i stor utsträckning. Tanken är att de goda egenskaperna som kan ses hos inlägg med $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ska fortsätta i själva rotfyllningen.
De mest kända produkterna är varianter av underfyllningsmaterial med $\text{Ca}(\text{OH})_2$ och kommer i form av en deg baserad på salicylater som knappt härdar, men som bildar en ganska stark hinna mot dentinet och guttaperkaspetsarna. De fysikaliska egenskaperna är därför ganska dåliga⁴⁸, men studier visar att dessa material har väldigt goda biologiska⁵⁰.

och kliniska egenskaper³³.

Zinkoxideugenol-sealers med Ca(OH)_2 används; och någon produkt uppvisar goda biologiska⁵¹⁻⁵⁵ och kliniska³³ egenskaper. Dessa produkter har emellertid inte fått någon stor plats bland de sealers som används för rotfyllningar. Detsamma kan sägas om epoxiplaster med tillsatt Ca(OH)_2 ^{56,57}.

f. Lösningssmedelbaserade metoder

Kloroform löser harts och guttaperka. Harts i kloroform i koncentrationer på 5-8 % används i Sverige under beteckningen hartskloroform. Man har försökt framställa motsvarande lösningar/suspensioner med andra lösningssmedel, t. ex. eukalyptol, xylol, terpentin, metylkloroform, halotan och limonen^{59,60}. Även om förbättrade rutiner för arbetshygien reducerar exponeringen av kloroform⁶¹, finns det inga dokumenterade fördelar hos dessa material som säger att man bör använda ett karcinogent ämne som kloroform i endodontiska rutinfall³².

Försök till förbättringar av sealer

- a. Adhesion och integration
Dentinbindningstekniker har revolutionerat operativ tandbehandling och möjliggjort kemisk och mikromekanisk retention av fyllnadsmaterial⁶². Eftersom bakteriell passage också blockeras eller hämmas⁶³⁻⁶⁶, är det naturligt att sådana material också utvecklas för rotfyllning⁶⁷. Flera forskningsrapporter om sådana material har publicerats⁶⁸⁻⁷⁰, men det är inga produkter som har fått någon större spridning och det är osäkert om dentinbindningen är väsentlig för de essentiella funktioner som rotfyllningen har⁶⁶.
- b. Antibakteriella tillsatser
Detta är ett kontroversiellt tema som har engagerat endodontin i flera decennier. De flesta sealersorter⁷¹⁻⁷⁶, till och med guttaperkaspetsarna^{77,78}, är i någon grad antimikrobiella. Även om principen för fyllningen inte kräver sådan effekt², hävdas det ofta att antibakteriella verkningar av rotfyllningsmassan bidrar till en lyckad behandling. Därför marknadsförs produkter med sådana tillsatser, som till exempel jodoform⁷⁹ och klorhexidin^{80,81} i guttaperkaspetsar och jodoform⁷¹ och klorhexidin^{82,83} i sealer. Det forskas också på detta, inte minst på basis av glasjonomercement, som man har tillsatt olika antimikrobiella substanser till⁸⁴⁻⁸⁷. Sådana produkter har emellertid inte fått någon kommersiell användning.

Material för retrograda fyllningar

- a. Amalgam
Amalgam rekommenderas ej längre för detta ändamål⁸⁸.
- b. Zinkoxideugenol-cement
Metakrylatförstärkt zinkoxideugenol-cement har god dokumentation och en solid position i klinisk praxis. Materialet är enkelt att hantera och tål relativt stora variationer i fuktighet och i kavitetsform. Hög lyckandefrekvens har uppgetts för apikalkirurgi med detta material som fyllningsmaterial.
Etoxy-benzo-syra (EBA) används i vissa sammansättningar för zinkoxid-eugenol för att ge ett starkare cement, och har använts särskilt ofta i retrograda rotfyllningar. Också med detta material har etablerade centra rapporterat en hög lyckandefrekvens⁸⁹⁻⁹⁰.
- c. Glasjonomercement
I klinisk forskning används glasjonomercement som retrograd rotfyllningsmaterial med delvis goda kliniska resultat. Dock verkar lyckandefrekvensen ej vara så hög som för förstärkt zinkoxideugenol, adhesiva resiner eller cement av Portland-typ⁹¹.
- d. Cement av Portland-typ
Ordinära Portlandcement har utvecklats för användning vid retrograda

rotfyllningar och för reparation av perforationer genom rothinnan. Sådana produkter har fått en stor användning och en allmän acceptans kanske som materialtypen att föredra för dessa fall⁸⁸.

e. Resincement

Adhesiv teknik gör det möjligt med ett helt annat sätt att närma sig retrograd behandling. Konventionella apikala preparationer måste gå djupt in i rotkanalen för att avlägsna de bakterier som går ut genom bikanaler och som infekterar dentinkanaler. Vid adhesiv fyllning täcks alla öppningar apikalt ifrån, så att vägarna ut från det infekterade rotkanalssystemet stängs. Därutöver har plasten en potential att fungera som underlag för celladhesion och bildande av ett nytt periodontalfäste. Det finns flera studier som dokumenterar mycket goda behandlingsresultat⁹¹⁻⁹³.

Tekniker för applikation

- a. Kall lateralkondensering
Detta är den metod som har störst utbredning bland tandläkarutbildningarna i Europa och Amerika¹⁰. Metoden söker för det första att maximera utpressningen av sealers i fickor och oregelbundenheter i den preparerade rotkanalen, och att fylla det mesta möjliga av kanalen med guttaperka hellre än sealer, som fysikaliskt och biologiskt har varit ansedd som rotfyllningens svaga punkt.
- b. Varm vertikalkondensering
Förenklat beskrivet fylls rotkanalen från apex och uppåt i kanalen med bitar av guttaperka, som förs på plats vid rumstemperatur men som pressas upp med varma instrument som gör massan plastisk så att den kan pressas ut i rotkanalens ojämnheter.
- c. Injektion
Det finns pistoler som värmer upp guttaperka så att den kan injiceras i rotkanalen⁹³. De används gärna i varm vertikal kondenseringsteknik, där den apikala delen av fyllningen kondenseras manuellt, medan påfyllningen av massa i den koronala 2/3 sker med pistolen.
- d. Förvärmning av kärnmaterial
Guttaperka, på en plastkärna som värms upp och därefter pressas in i rotkanalen⁹⁴, ger en något bättre kontroll av placeringen. Flera produkter finns tillgängliga för denna metodik. En modifierad teknik kombinerar standardiserad teknik med lateralkondensering med guttaperka som gjorts plastisk med värme⁹⁵.
- e. Kemisk modifikation av guttaperka
I marknadsföringen av dessa produkter kan vi se att det läggs vikt på om det är 'alfafas'- eller 'betafas'-guttaperka som används⁹⁶. Alfaguttaperka anses vara mer tunnflytande än betafasguttaperka, och är därför bättre på att flyta ut i ojämnheter i rotkanalsystemet. Analyser visar att produkter som marknadsförs som alfaguttaperka, kan vara rena betatyper⁹⁷, utan att man har rapporterat om kliniska problem med dessa produkter. Det verkar alltså inte vara dokumenterat att alfafasguttaperka har speciella fördelar⁹⁶.
- f. Adhesiva fyllingsmaterial⁹⁸
En kombination av ett nytt kärnmaterial, baserat på polymerer av polyester och en metakrylatresin-baserad sealer, har väckt stort intresse de senaste åren. Principen har använts i en annan kombinationsteknik där guttaperkan täckts i förväg med ett lager av plast som kan binda till en annan plastsealer med adhesiva egenskaper. Dessutom har glasjonomer fått sin renässans vid en kombination av sealer och guttaperka med korn av glasjonomer⁹⁸.

Problem och diskussioner

a. Bakteriologiska och toxiska egenskaper

De rotfyllningssealers som används mest på marknaden har en betydande grad av antibakteriell effekt, i varje fall under den första tiden under och efter stelning⁹⁹⁻¹⁰³. Det är rimligt att anta att detta kan ha en positiv effekt vid behandling av infekterade tänder, även om silikonbaserade produkter utan antimikrobiell effekt har visat lika goda kliniska resultat i en klinisk uppföljningsstudie⁴². Toxiska biverkningar av starka kemikalier har misskrediterat produkter med sådana tillsatser¹⁰⁴, men det görs försök med tillsatser av mera vävnadsvänliga, antimikrobiella tillsatser, speciellt jod och klorhexidin^{81,105}.

Rotfyllningsmaterial regleras, som andra dentala material, av det europeiska direktivet om medicintekniska produkter. Produkter som man tidigare inte har fått sälja i Skandinavien, kommer nu med CE-märkning. Detta gäller också N2, ett zinkoxideugenolcement med tillsats av paraformaldehyd. Materialet som sådant har nu passerat regelverket i EU, men de argument som användes mot dess användning tidigare, gäller än idag. Formaldehyd är kraftigt allergent och en möjlig carcinogen, och N2 marknadsfördes tillsammans med en behandlingsteknik som strider mot allmänt accepterade principer inom den moderna endodontin.

b. Rotbehandling och fyllning i en sittning

Behandling av infekterade rötter vid ett tillfälle är ett mycket brännbart tema i endodontin^{106,107}. Det forskas mycket på biologiska och kliniska resultat av sådan behandling. Om bakteriernas överlevnad i rotkanalsystemet efter fyllning kan förhindras av själva fyllnadsmaterialet, kan man se att kalciumhydroxidbehandlingen kan ersättas av motsvarande verkningar av själva fyllningen. Den dokumentation som finns fram till idag^{108,109} ger emellertid inte stöd för rutinmässig användning av denna princip, men flera rapporter indikerar att detta kan bli ett reellt behandlingsalternativ inom kort, när procedurerna och prognoserna kartlagts bättre^{110,111}.

c. Toxiska komponenter

Rotfyllningsmaterial står i en speciell ställning när det gäller exponering till kroppens vävnad. De är bara i undantagsfall i kontakt med munhållans miljö, så toxiska och allergena komponenter kommer sällan ut den vägen. I roten utgör dentinet en relativt ogenomtränglig barriär^{112,113} för utlösning av substanser från rotfyllningar. Däremot kan komponenter och utlösta ämnen från rotfyllningar nå den periapikala vävnaden¹¹⁴, speciellt från rotöppna, överinstrumenterade eller överfyllda tänder. Det är tradition i skandinavisk endodonti att man inte ska placera rotfyllningsmassa, sealer eller guttaperka, i den periapikala vävnaden utanför rotspetsen. Ändå förekommer lokala och regionala skador¹⁰⁴ från rotfyllningsmassa som placerats i eller vid sinus maxillaris¹¹⁵ och canalis mandibularis¹¹⁶. Till och med hematogen spridning via lokala artärer

kan förekomma. Det blir viktigt att alltid använda material som i minsta möjliga grad är toxiska eller allergena^{117,118}.

d. Adhesiva fyllningar i rotkanalen

Adhesion till dentin verkar logiskt sett att vara viktig. Det är emellertid ej alltid säkert att detta i alla lägen är fördelaktigt. Produkterna för adhesiva fyllningar är avsedda att användas på dentin utan ett sk. smear-layer. Det har visat sig vara omöjligt att få till detta på alla ytor i kliniken. Adhesionen kan emellertid även bli god även om smear-layer inte avlägsnas¹¹⁹⁻¹²¹. Slutligen kan det också vara ett problem att de geometriska förhållandena för adhesion är ogynnsamma. Den kontraktion som alltid kommer att finnas vid härdning av plaster, blir till stor grad överförd till kontaktytan mellan dentin och sealer när ett styvt material används, och sealern kan därför släppa från dentinet. Ett mjukt material kan lättare ta upp sådana spänningar, men över tid kommer bindningen lättare att brytas. Långtidsstudier på läckage hos adhesiva rotfyllningssystem har uppvisat mindre goda resultat än de man uppnådde i de första korttidsstudierna¹²², även om resultaten varierar²⁹.

Kliniska långtidsstudier

Det finns mycket begränsad information rörande jämförelser av behandlingsresultat efter lång observationstid. Kortfattat kan man säga att fyllningsmaterialet i ganska liten grad påverkar behandlingsresultatet^{32,33,39,42,116}. Man verkar kunna uppnå ganska likartade resultat med epoxi-, zinkoxideugenol-, silikon- och metakrylatbaserade sealers och olika kärnmaterial. Det är kvaliteten på den tekniska behandlingen och av de antimikrobiella åtgärderna under resans gång som är avgörande för ett långvarigt lyckat resultat^{1,2}.

Kort sammanfattning

- Tekniker för uppmjukning av guttaperka kan underlätta rotfyllningsprocessen och förkorta tiden;
- Ingen teknik klarar sig utan användning av sealer;
- ZnO-eugenolsealertyper är pålitliga; AH-serien är väldokumenterad; silikonbaserade varianter är intressanta biologiskt; Ca(OH)₂-baserad sealer har mycket goda biologiska egenskaper;
- Adhesiv teknik för rotfyllning är ett lovande alternativ till konventionella sealer-guttaperka-metoder;
- Alkaliska cement och adhesiva plaster har fått god klinisk dokumentation som retrograda fyllningsmaterial vid apikalkirurgi;
- Lokala och regionala komplikationer kan förebyggas, bl. a. genom val av produkter med minsta möjliga toxiska eller allergena potential.

Kunskapslänkar

[PubMed, National Library of Medicine](#)
[NIOM](#)

Referenser

1. Ørstavik D, Pitt Ford TR. Apical Periodontitis: Microbial Infection and Host Responses. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, editors. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*: Blackwell Munksgaard; 2008. p. 1-9.
2. Sundqvist G, Figdor D. Endodontic Treatment of Apical Periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, editors. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. Blackwell Scientific; 1998. p. 242-277.
3. Callahan JR. Rosin solution for the sealing of the dentinal tubuli and as an adjuvant in the filling of root canals. *J Allied Dent Soc* 1914; 9:53-63.
4. Andersson K, Jonsson M, Sjögren U. Metoder och material vid endodontibehandling. *Tandläkartidningen* 1986; 78:940-44.
5. Nygaard-Østby B. Om rottyllingsmaterialer. *Nor Tannlegefor Tid* 1938; 48:577-84.
6. Fawell J. Risk assessment case study-chloroform and related substances. *Food Chem Toxicol* 2000;38(1 Suppl):91-5.
7. Butterworth BE, Bogdanffy MS. A comprehensive approach for integration of toxicity and cancer risk assessments. *Regul Toxicol Pharmacol* 1999; 29:23-36.
8. Lee CO, Chang Y, Cobb CM, Robinson S, Hellmuth EM. Dimensional stability of thermosensitive gutta-percha. *J Endod* 1997; 23:579-82.
9. ISO 6876:2001. Dental root canal sealing materials. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland 2001.
10. Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics* 2005; 12:2-24.
11. Capurro MA, Goldberg F, Balbachan L, Macchi RL. Evaluation of the dimensional stability of different thermoplasticized gutta-percha fillings using simulated glass root canals. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9:160-4.
12. Amditis C, Blackler SM, Bryant RW, Hewitt GH. The adaptation achieved by four root canal filling techniques as assessed by three methods. *Aust Dent J* 1992; 37:439-44.
13. Reader CM, Himel VT, Germain LP, Hoen MM. Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. *J Endod* 1993; 19:404-8.
14. Deitch AK, Liewehr FR, West LA, Patton WR. A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. *J Endod* 2002; 28:665-7.

15. Kang PB, Vogt K, Gruninger SE, Marshall M, Siew C, Meyer DM. The immuno cross-reactivity of gutta percha points. *Dent Mater.* 2007 Mar;23(3):380-4. Epub 2006 Mar 14.
16. Marciano J, Michailso PM. Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications. *J Endod* 1989; 15:149-53.
17. Kartal N, Yanikoglu F, Gonul T, Afsar H. Evaluation of the variation in chemical composition and surface topography of different brands of gutta percha cones. *J Marmara Univ Dent Fac* 1992; 1:257-62.
18. Gurgel-Filho ED, Andrade Feitosa JP, Teixeira FB, Monteiro de Paula RC, Araújo Silva JB, Souza-Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *Int Endod J.* 2003 Apr;36(4):302-7.
19. Maniglia-Ferreira C, Silva JB Jr, Paula RC, Feitosa JP, Cortez DG, Zaia AA, Souza-Filho FJ. Brazilian gutta-percha points. Part I: chemical composition and X-ray diffraction analysis. *Braz Oral Res.* 2005 Jul-Sep;19(3):193-7. Epub 2005 Nov 21.
20. Warneke S, Arenskötter M, Tenberge KB, Steinbüchel A. Bacterial degradation of poly(trans-1,4-isoprene) (gutta percha). *Microbiology.* 2007 Feb;153(Pt 2):347-56.
21. Maniglia-Ferreira C, Silva JB Jr, de Paula RC, Feitosa JP, Zaia AA, Ferraz CC, Gomes BP, Souza-Filho FJ. Degradation of trans-polyisoprene over time following the analysis of root fillings removed during conventional retreatment. *Int Endod J.* 2007 Jan;40(1):25-30.
22. Olsson B, Wennberg A. Early tissue reaction to endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1:138-41.
23. Sjogren U, Sundqvist G, Nair PN. Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. *Eur J Oral Sci* 1995; 103:313-21.
24. Gazelius B, Olgart L, Wrangsjö K. Unexpected symptoms to root filling with gutta-percha. case report. *Int Endod J* 1986; 19:202-4.
25. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967; 723-44.
26. Tay FR, Pashley DH, Williams MC, Raina R, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, King NM. Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation. I. Alkaline hydrolysis. *J Endod.* 2005 Aug;31(8):593-8.
27. Tay FR, Loushine RJ, Monticelli F, Weller RN, Breschi L, Ferrari M, Pashley DH. Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. *J Endod.* 2005 Sep;31(9):659-64
28. United States Patent 7,021,936 Koch et al. April 4, 2006
29. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *Int Endod J.* 2007 Nov 12; [Epub ahead of print]
30. Rickert UG, Dixon CM. Tissue tolerance to foreign materials. *Transactions, 8th International Dental Congress, Vol IIIA, Vienna 1931; 15f.*

31. Grossman LI, Shepard LI, Pearson LA. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964; 17:368-74.
32. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. Clinical performance of three endodontic sealers. *Endodontics & Dental Traumatology* 1987; 3:178-86.
33. Waltimo TM, Boiesen J, Eriksen HM, Ørstavik D. Clinical performance of 3 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 92:89-92.
34. Barkin ME, Boyd JP, Cohen S. Acute allergic reaction to eugenol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57:441-2.
35. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S. Biological properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73:729-37.
37. Cohen BI, Pagnillo MK, Musikant BL, Deutsch AS. Formaldehyde evaluation from endodontic materials. *Oral Health* 1998; 88:37-9.
38. Leonardo MR, Bezerra da Silva LA, Filho MT, Santana da Silva R. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88:221-5.
39. Ørstavik D, Hørsted-Bindslev P. A comparison of endodontic treatment results at two dental schools. *Int Endod J* 1993; 26:348-54.
40. Hørsted P, Søholm B. Overfølsomhed over for rodfyldningsmaterialet AH26. *Tandlægebladet* 1976; 80:194-7.
41. Oguntebi BR, Shen C. Effect of different sealers on thermoplasticized Gutta-percha root canal obturations. *J Endod* 1992; 18:363-6.
42. Huuononen S, Lenander-Lumikari M, Sigurdsson A, Ørstavik D: Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicone-based and a zinc-oxide eugenol-based sealer. *Int Endod J* 2003, in press.
43. Kontakiotis EG, Tzanetakakis GN, Loizides AL. A 12-month longitudinal in vitro leakage study on a new silicon-based root canal filling material (Gutta-Flow). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Jun;103(6):854-9. Epub 2007 Apr 20.
44. Sidhu SK, Schmalz G. The biocompatibility of glass-ionomer cement materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 2001; 14:387-96.
45. Abdulkader A, Duguid R, Saunders EM. The antimicrobial activity of endodontic sealers to anaerobic bacteria. *Int Endod J* 1996; 29:280-3.
46. Friedman S, Lost C, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J Endod* 1995; 21:384-90.
47. Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Ørstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J* 1999; 32:370-5.
48. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater* 2001; 17:512-9.
49. Monticelli F, Sadek FT, Schuster GS, Volkmann KR, Looney SW, Ferrari M, Toledano M, Pashley DH, Tay FR. Efficacy of two con-

- temporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. *J Endod.* 2007 Mar;33(3):310-3.
50. Berbert FL, Leonardo MR, Silva LA, Tanomaru Filho M, Bramante CM. Influence of root canal dressings and sealers on repair of apical periodontitis after endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93:184-9.
 51. : Soares I, Goldberg F, Massone EJ, Soares IM. Periapical tissue response to two calcium hydroxide-containing endodontic sealers. *J Endod.* 1990 Apr;16(4):166-9.
 52. Guglielmotti MB, Zmener O, Cabrini RL. A radiographic, histological, and histometric study of endodontic materials. *J Endod.* 1989 Jan;15(1):1-5.
 53. Leonardo MR, Silva LA, Utrilla LS, Assed S, Ether SS. Calcium hydroxide root canal sealers--histopathologic evaluation of apical and periapical repair after endodontic treatment. *J Endod.* 1997 Jul;23(7):428-32.
 54. Fuss Z, Weiss EI, Shalhav M. Antibacterial activity of calcium hydroxide-containing endodontic sealers on *Enterococcus faecalis* in vitro. *Int Endod J.* 1997 Nov;30(6):397-402.
 55. Ersev H, Schmalz G, Bayirli G, Schweikl H. Cytotoxic and mutagenic potencies of various root canal filling materials in eukaryotic and prokaryotic cells in vitro. *J Endod.* 1999 May;25(5):359-63.
 56. Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Tanomaru JM, Gonçalves M. Evaluation of the radiopacity of calcium hydroxide- and glass-ionomer-based root canal sealers. *Int Endod J.* 2007 Oct 4.
 57. Eldeniz AU, Mustafa K, Ørstavik D, Dahl JE. Cytotoxicity of new resin-, calcium hydroxide- and silicone-based root canal sealers on fibroblasts derived from human gingiva and L929 cell lines. *Int Endod J.* 2007 May;40(5):329-37. Epub 2007 Feb 19.
 58. Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoglu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ion release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Mar;103(3):e86-91. Epub 2007 Jan 22.
 59. Lambjerg-Hansen H, Asmussen E. Plastificering af guttaperka-points. *Tandlægebladet* 1993; 97:204-6.
 60. Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod* 1998; 24:38-40.
 61. Allard U, Andersson L. Exposure of dental personnel to chloroform in root-filling procedures. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8:155-9.
 36. Spangberg LS, Barbosa SV, Lavigne GD. AH 26 releases formaldehyde. *J Endod* 1993; 19:596-8.
 62. Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int* 2002; 33:213-24.
 63. Brannstrom M, Nordenvall KJ. Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of Concise enamel bond. Composite fillings in etched and unetched cavities. *J Dent Res* 1978; 57:3-10.

64. Mejare B, Mejare I, Edwardsson S. Acid etching and composite resin restorations. A culturing and histologic study on bacterial penetration. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3:1-5.
65. Zivkovic S, Bojovic S, Pavlica D. Bacterial penetration of restored cavities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91:353-8.
66. Assouline LS, Fuss Z, Mazor Y, Weiss EI. Bacterial penetration and proliferation in root canal dentinal tubules after applying dentin adhesives in vitro. *J Endod* 2001; 27:398-400.
67. Reeh ES, Combe EC. New core and sealer materials for root canal obturation and retrofilling. *J Endod* 2002; 28:520-3.
68. Timpawat S, Harnirattisai C, Senawongs P. Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to the root canal wall. *J Endod* 2001; 27:168-71.
69. Kataoka H, Yoshioka T, Suda H, Imai Y. Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. *J Endod* 2000; 26:230-5.
70. Rud J, Munksgaard EC, Andreasen JO, Rud V, Asmussen E. Retrograde root filling with composite and a dentin-bonding agent. 1. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7:118-25.
71. Saggar V, Chandra S, Jaiswal JN, Singh M. Antimicrobial efficacy of iodoformized zinc oxide-eugenol sealer on micro-organisms of root canal. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 1991; 9:1-3.
72. Heling I, Chandler NP. The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *J Endod* 1996; 22:257-9.
73. Shalhav M, Fuss Z, Weiss EI. In vitro antibacterial activity of a glass ionomer endodontic sealer. *J Endod* 1997; 23:616-9.
74. Fuss Z, Charniaque O, Pilo R, Weiss E. Effect of various mixing ratios on antibacterial properties and hardness of endodontic sealers. *J Endod* 2000; 26:519-22.
75. Lai CC, Huang FM, Yang HW, Chan Y, Huang MS, Chou MY, Chang YC. Antimicrobial activity of four root canal sealers against endodontic pathogens. *Clin Oral Investig* 2001; 5:236-9.
76. Pezelj-Ribaric S, Brekalo I, Abram M, Doric M, Miletic I, Karlovic Z. Influence of calcium hydroxide root-canal sealer on microbial growth in vitro. *Folia Microbiol (Praha)* 2002; 47:458-60.
77. Moorer WR, Genet JM. Evidence for antibacterial activity of endodontic gutta-percha cones. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53:503-7.
78. Moorer WR, Genet JM. Antibacterial activity of gutta-percha cones attributed to the zinc oxide component. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53:508-17.
79. Martin H, Martin TR. Iodoform gutta percha: MGP, a new endodontic paradigm. *Dent Today* 1999; 18:76-81.
80. Barthel CR, Zimmer S, Zilliges S, Schiller R, Gobel UB, Roulet JF. In situ antimicrobial effectiveness of chlorhexidine and calcium hydroxide: gel and paste versus gutta-percha points. *J Endod* 2002; 28:427-30.
81. Podbielski A, Boeckh C, Haller B. Growth inhibitory activity of gutta-percha points containing root canal medications on common endodon-

- tic bacterial pathogens as determined by an optimized quantitative in vitro assay. *J Endod* 2000; 26:398-403.
82. Nambu T. Study on antibacterial root canal sealer containing chlorhexidine dihydrochloride. I. Influence of components of a base sealer on its properties. *Dent Mater J* 1984; 3:56-70.
 83. Nambu T. Study on antibacterial root canal sealer containing chlorhexidine dihydrochloride. II. Investigation of antibacterial activity and follow-up study on clinical usage. *Dent Mater J*. 1984; 3:288-311.
 84. McDougall IG, Patel V, Santerre P, Friedman S. Resistance of experimental glass ionomer cement sealers to bacterial penetration in vitro. *J Endod* 1999; 25:739-42.
 85. Friedman S, Komorowski R, Maillet W, Klimaite R, Nguyen HQ, Torneck CD. In vivo resistance of coronally induced bacterial ingress by an experimental glass ionomer cement root canal sealer. *J Endod* 2000; 26:1-5.
 86. Patel V, Santerre JP, Friedman S. Suppression of bacterial adherence by experimental root canal sealers. *J Endod* 2000; 26:20-4.
 87. Padachey N, Patel V, Santerre P, Cvitkovitch D, Lawrence HP, Friedman S. Resistance of a novel root canal sealer to bacterial ingress in vitro. *J Endod* 2000; 26:656-9.
 88. Chong BS, Pitt Ford TR. Root-end filling materials: rationale and tissue response. *Endodontic Topics* 2005; 11:114-130.
 89. 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 Oct;34(7):520-5.
 90. 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 Feb;33(2):123-8.
 91. Jensen SS, Nattestad A, Egdø P, Sewerin I, Munksgaard EC, Schou S. A prospective, randomized, comparative clinical study of resin composite and glass ionomer cement for retrograde root filling. *Clin Oral Investig*. 2002 Dec;6(4):236-43. Epub 2002 Oct 30.
 92. 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 Jul;40(7):493-503. Epub 2007 Apr 19.
 - 93.. Ingle JJ. A new paradigm for filling and sealing root canals. *Compend Contin Educ Dent* 1995; 16:306, 308, 310 passim; quiz 322. Review.
 94. Lares C, elDeeb ME. The sealing ability of the Thermafil obturation technique. *J Endod* 1990; 16:474-9.
 95. Da Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier I, Ørstavik D, Haapasalo M. A comparative study of lateral condensation, heat-softened gutta-percha, and a modified master cone heat-softened backfilling technique. *Int Endod J* 2003; in press.
 96. Gilhooly RM, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91:89-94.

97. Combe EC, Cohen BD, Cummings K. Alpha- and beta-forms of gutta-percha in products for root canal filling. *Int Endod J* 2001; 34:447-51.
99. al-Khatib ZZ, Baum RH, Morse DR, Yesilsoy C, Bhambhani S, Furst ML. The antimicrobial effect of various endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990 Dec;70(6):784-90.
98. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics Part 2: bonding in the root canal system – the promise and the problems: a review. *J. Endod.* 2006; 32: 1125-1134.
100. Siqueira JF Jr, Favieri A, Gahyva SM, Moraes SR, Lima KC, Lopes HP. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J Endod.* 2000 May;26(5):274-7.
101. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Int Endod J.* 2004 Mar;37(3):193-8.
102. Kayaoglu G, Erten H, Alaçam T, Ørstavik D. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2005 Jul;38(7):483-8.
103. Pizzo G, Giammanco GM, Cumbo E, Nicolosi G, Gallina G. In vitro antibacterial activity of endodontic sealers. *J Dent.* 2006 Jan;34(1):35-40.
104. Gluskin A. Mishaps and serious complications in endodontic obturation. *Endodontic Topics* 2005; 12: 52-70.
105. Shur AL, Sedgley CM, Fenno JC. The antimicrobial efficacy of 'MGP' gutta-percha in vitro. *Int Endod J.* 2003 Sep;36(9):616-21.
106. Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1997;30:297-306.
107. Trope M, Delano EO, Ørstavik D. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment. *J Endod* 1999; 25:345-50.
108. Peters LB, Wesselink PR. Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. *Int Endod J* 2002; 35:660-7.
109. Trope M, Debelian G. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, editors. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis: Blackwell Munksgaard; 2008. pp. 347-380.*
110. Sathorn C, Parashos P, Messer HH. Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2005 Jun;38(6):347-55.
111. Figini L, Lodi G, Gorni F, Gagliani M. Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007 Oct 17;(4):CD005296.
112. Hume WR, Massey WL. Keeping the pulp alive: the pharmacology and toxicology of agents applied to dentine. *Aust Dent J* 1990; 35:32-7.

113. Pashley DH. Dentine permeability and its role in the pathobiology of dentine sensitivity. *Arch Oral Biol* 1994; 39:Suppl:73S-80S.
114. Tepel J, Darwisch el Sawaf M, Hoppe W. Reaction of inflamed peri-apical tissue to intracanal medicaments and root canal sealers. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10:233-8.
115. Bjørnland T, Haanaes HR, Margrethe E, Beyer-Olsen S. Sinusitis caused by endodontic materials displaced into the maxillary sinus. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3:37-40.
116. Ørstavik D, Brodin P, Aas E. Paraesthesia following endodontic treatment: survey of the literature and report of a case. *Int Endod J* 1983; 16:167-72.
117. Dahl JE. Toxicity of endodontic filling materials. *Endodontic Topics* 2005; 12: 39-43.
118. Hensten A, Jacobsen N. Allergic reactions in endodontic practice. *Endodontic Topics* 2005; 12: 44-51.
119. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J*. 2002 Oct;35(10):859-66.
120. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo MP, Ørstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod*. 2003 Sep;29(9):595-601.
121. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Tensile Bond strength of an adhesive resin root canal obturation system. (Manuscript submitted for publication).
122. Paqué F, Sirtes G. Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/AH Plus: immediate and 16-months leakage. *Int Endod J*. 2007 Sep;40(9):722-9. Epub 2007 Jul 23.

Dokumentinformation

Institution:	Socialstyrelsen, Kunskapscenter för Dentala Material
Titel:	Endodontiska material
Dokumentdatum:	2008-02-22
Version:	2.0
Personlig huvud- man/huvudexpert:	Dag Ørstavik NIOM P.O. Box 70 N-1305 Haslum Norge
Dokumenttyp:	Underlag från experter