

Sivakami Rethnam, Inge Fristad, Marit Slåttelid Skeie og Asgeir Bårdsen

Biologiske prinsipper for behandling av umodne permanente tenner med pulpaskade

Målet med denne artikkelen er å gi en oversikt over ulike endodontiske behandlingsprinsipper som i dag bør benyttes ved pulpaskade i umodne permanente tenner. Langtids kalsiumhydroksidbehandling har tradisjonelt vært brukt for å oppnå hårdvevslukking eller apeksifisering i slike kasus. Basert på dagens kunnskap om pulpas tilhelingspotensial i unge tenner og nylig forskning som viser at dentinet svekkes med langvarig kalsiumhydroksidbehandling, er ikke apeksifisering med kalsiumhydroksid lengre førstevalget. En rotåpen tann kan ved riktig behandling fortsette sin rotutvikling med videre lengdevekst, økt dentintykkelse og med lukning apikalt (apeksogenese). Videre rotutvikling kan oppnås både ved mild- eller moderat pulpainflammasjon, men også når pulpa er nekrotisk (vaskularisering). Artikkelen omhandler ulike behandlingsprotokoller og bruk av nye materialer som Mineral Trioxide Aggregate (MTA) og "tripelpasta", et kombinasjonspreparat bestående av tre ulike antibiotika. Behandlingsprinsippene for unge tenner med åpent apeks bør basere seg på å bevare pulpas vitalitet, eller på å stimulere revaskularisering, slik at fortsatt rotutvikling kan finne sted.

Umodne tenner er ikke ferdig utviklet og har korte røtter med et apeks som er ikke helt lukket. Under tidlige stadier i rotutviklingen vil den apikale diameter på rotkanalen være større enn den koronale diameteren (1). Denne formen har vært opphavet til det engelske begrepet «blunderbuss canal» (muskedunder). Etter tannerupsjon, tar det vanligvis tre år før roten er ferdigutviklet.

Forfattere

Sivakami Rethnam, overtannlege. Institutt for klinisk odontologi – seksjon for endodonti, Det medisinsk-odontologiske fakultet, Universitetet i Bergen

Inge Fristad, professor. Institutt for klinisk odontologi – seksjon for endodonti, Det medisinsk-odontologiske fakultet, Universitetet i Bergen

Marit Slåttelid Skeie, førsteamanuensis. Institutt for klinisk odontologi – seksjon for pedodonti, Det medisinsk-odontologiske fakultet, Universitetet i Bergen

Asgeir Bårdsen, professor. Institutt for klinisk odontologi – seksjon for endodonti, Det medisinsk-odontologiske fakultet, Universitetet i Bergen

En rot vil normalt ha gode forutsetninger for revaskularisering dersom den apikale kanaldiameter er større enn 1.0 mm (2). En nekrotisk tann med en apikal kanaldiameter mindre enn 1.0 mm bør derimot behandles som en moden tann (rot-lukket).

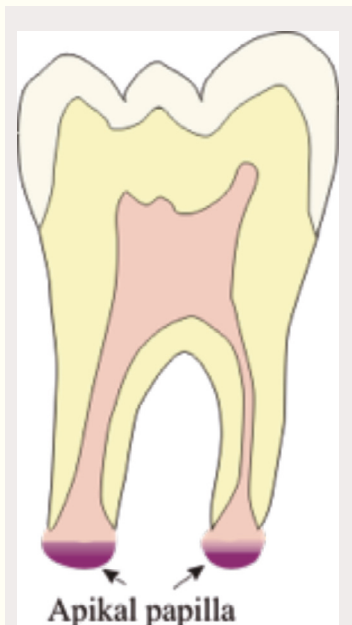
Tannpulpa, spesielt på umodne tenner, har en rik blodforsyning og inneholder stamceller som kan gi opphav til nye spesialiserte celler ved skade. Også i den apikale papillen er slike stamceller tilgjengelig (3) (figur 1). Disse cellene har potensial til å danne ulike spesialiserte cellelinjer som kan bidra til tilheling og reparasjon. Videre vil en umoden tann med åpent apeks, i motsetning til en moden tann med lukket apeks, ha bedre plass/rom for å håndtere en inflammatorisk reaksjon (4). Dermed har pulpa i en umoden tann gode muligheter for å tilhele etter inflammasjon. Det gjelder både ved lokalisert pulpitt og partiell nekrose. Flere studier og kliniske kasusbeskrivelser viser også at det er mulig å oppnå innvekst av vitalt vev i en umoden tann med åpent apeks, selv om pulpa er nekrotisk (5, 6).

Denne artikkelen har som mål å gi en oversikt over endodontiske behandlingsprinsipper ved ulike grader av pulpainflammasjon på unge permanente tenner med ufullstendig rotutvikling. Forfatterne ønsker også å informere om ny kunnskap når det gjelder revaskularisering av pulpa på unge tenner med nekrose.

Infeksjon og traume er to viktige faktorer som kan gi pulpaskade.

Hovedbudskap

- Behandling av inflammasjon i unge permanente tenner med åpent apeks er en utfordring
- Nyere materialer og teknikker gjør det mulig å bevare pulpas vitalitet med fortsatt rotutvikling
- Apeksifisering og apeksogenese med nyere materialer vil kunne bedre langtidsprognosen for unge tenner
- Revaskularisering er også mulig ved total pulpanekrose



Figur 1. Skjematisk illustrasjon av en umoden permanent molar med kort rot og divergerende rotkanaler. Den koronale diameter på rotkanalene er mindre enn den apikale diameteren. Den apikale papilla, som er rik på stamceller, er lokalisert apikalt hvor videre rotvekst kan skje.

Infeksjonsbetinget pulpainflammasjon skyldes hovedsakelig bakterier fra karies eller inntrengning av mikroorganismer via andre kommunikasjonsveier mellom pulpa og det orale miljø. Dens invaginatus kan forårsake at mikroorganismer når pulpa. Fraktur av dens evaginatus, som er hyppig forekommende i premolarer til asiatiske barn, kan også føre til at pulpa blir eksponert for orale mikroorganismer. Hypoplasi av en tann kan også føre til pulpaeksponering med påfølgende pulpainflammasjon.

Tanntraume kan også gi pulpainflammasjon, særlig ved frakturer og ved luksasjonskader. Det er viktig å være oppmerksom på at kliniske tegn og radiologiske forandringer kan opptre lenge etter skaden. Regelmessig oppfølging av tannskader er derfor viktig.

Selve pulpabehandlingen består i å fjerne infisert og kontaminert vev, etterfulgt av tiltak som skal forhindre senere bakteriekontaminasjon (7). Aseptisk teknikk for å kontrollere infeksjon er viktig og avgjørende ved behandling av pulpainflammasjon. Ved fravær av bakterier i rotkanalen vil pulpa ha evne til tilheling (8, 9). Nødvendigheten av kofferdam ved endodontiske prosedyrer kan ikke understrekes nok. Manglende bruk av kofferdam eller utilfredsstillende aseptiske prosedyrer kan resultere i persisterende infeksjon og mislykket behandlingsresultat. Tilstrekkelig koronal forsegling etter avsluttet endodontisk behandling er også viktig for å hindre rekontaminering av rotkanalsystemet (10).

Desinfeksjon av rotkanalsystemet

Natriumhypokloritt

Natriumhypokloritt er en sterkt alkalisk løsning som benyttes til irrigasjon både i bufret og ubufret form. Fordelen med relativt milde konsentrasjoner og bufrede løsninger er redusert skadeeffekt kombinert med økt antiseptisk virkning (11). I forbindelse med endodontisk behandling på umodne permanente tenner er det ønskelig å unngå for mye mekanisk rengjøring. For å kunne desinfisere en umoden nekrotisk tann med et åpent rotkanalsystem er god vevsopløsende effekt på irrigasjonsmidlet spesielt viktig. Vevsopløseligheten tiltar med økende konsentrasjon, samtidig som den skadelige effekten på resterende vitalt vev øker. I protokoller som har vært brukt til behandling av umodne tenner er det rapportert konsentrasjoner som ligger i området 2–5%. Hvis slike høye konsentrasjoner av natriumhypokloritt har vært benyttet i forbindelse med endodontisk behandling, anbefales det å skylle kanalen etterpå med fysiolo-

gisk saltvann for å redusere den toksiske effekten som kan hemme tilheling (12, 13).

Trippelpasta

Trippelpasta beskriver en blanding av tre typer antibiotika som sammen effektivt eliminerer bakterier i rotkanaler (14). Infeksjon i rotkanalsystemet er å betrakte som en polymikrobiell infeksjon, med både aerobe og anaerobe bakterier (15). In vitro studier, som har vurdert effekten av medikamenter og kombinasjoner av medikamenter på bakterier fra infisert dentin, infisert pulpa og periapikale lesjoner, har vist at ingen medikamenter alene eliminerer alle bakterier. Likevel, kombinasjoner av medikamenter har vist seg å være svært effektive. En kombinasjon av antibiotika har også blitt hevdet å minske sannsynligheten for resistensutvikling hos ulike bakteriearter (15).

En kombinasjon av antibiotika som er meget effektiv in vitro, og som også har vært benyttet klinisk, består av metronidazol, ciprofloksacin og minocyclin (16). Minocyclin, et bredspektret tetracyklin-antibiotika er kjent for å misfarge tenner og er nylig erstattet med cefaclor, et andrengenerasjons cephalosporinantibiotika. Hverken minocyklone eller cefaclor er tilgjengelig i Norge i dag. En annen virksom kombinasjon av antibiotika er metronidazol, ciprofloksacin og amoxicillin (et penicillin med moderat spekter) (17). Metronidazol tabletter, ciprofloksacin og amoxicillin er tilgjengelig som 500 mg tabletter. Hver tablett må knuses separat før bruk, og kan lagres som pulver. Før bruk må pulveret fra alle tre typer antibiotika blandes med sterilt vann eller steril saltvann (18). Samme mengden av antibiotika må brukes. Vi anbefaler at pulveret blandes med sterilt vann, til en konsistens som ligner kalsiumhydroksidpasta. Overskudd av vann kan tørkes ut med grove papirspisser. Trippelpasta kan appliseres i kanaler med en sprøyte eller ved bruk av lentulospiral (19).

Medikamentene i denne pastaen (metronidazol, ciprofloksacin og amoxicillin) er godkjent og tilgjengelig i Norge. Det er viktig å kontrollere for mulig allergi ved anamneseopptak.

Biologiske egenskaper til materialer og medikamenter

Kalsiumhydroksid

Kalsiumhydroksid har vist seg å være effektivt med tanke på bakteriereduksjon i rotkanaler (20) og har derfor vært mye brukt til desinfeksjon av rotkanalsystemet. Medikamentet er sterkt alkalisk (pH 12) og kan gi lokal skade. På grunn av evnen til å stimulere hardvevsdannelse ved apeks har kalsiumhydroksid vært brukt til apeksifiseringsprosedyrer på tenner med åpent apeks (1, 21).

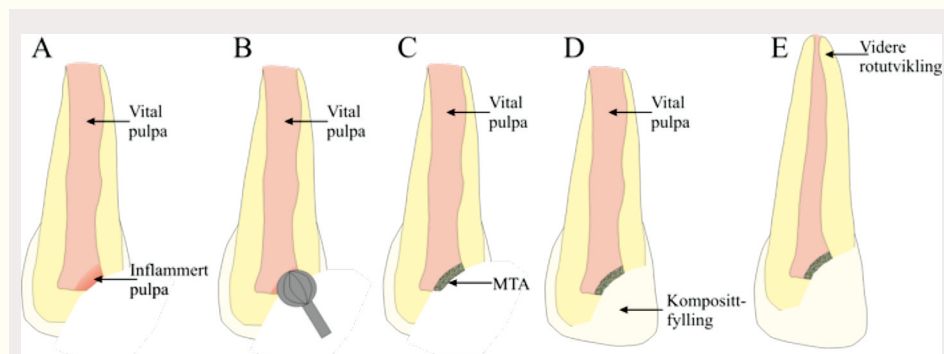
Mineral trioxide aggregate

Mineral trioxide aggregate (MTA) er et pulver som består av trikalsiumsilikat, dikalsiumsilikat, trikalsiumaluminat, kalsiumsulfatdehydrat og bismuthoksid. Når dette pulveret blandes med sterilt vann dannes en kolloidal gel som herder i løpet av 3 timer. MTA finnes i grå og hvit form, og er vist å være biokompatibelt (22). I likhet med kalsiumhydroksid har MTA en høy pH (12,5). I tillegg har MTA god forseglingssevne som ikke påvirkes av fuktighet i form av vann eller blod (23). Selv om MTA er vist å ha gode biologiske egenskaper og gir gode resultater ved ulike bruksområder, kan det oppleves uvant



Figur 2. Bildet viser mikroabscess. A: i pulpa selv om pulpa ikke er fysisk eksponert. Dyp kaviteitspreparering hvor dentinet har vært eksponert i 4 dager.

ved bruk. Den store ulempen med materialet er imidlertid misfarging av tannstruktur, særlig når det brukes koronalt i rotkanaler. I den estetiske sonen gjelder dette både hvit og grå MTA (24, 25). På grunn av lang herdetid og krav til fuktighet under herdeprosessen plasseres en fuktig bomullspellet over MTA, etterfulgt av IRM som toppforseg-



Figur 3. Behandling av en rotåpen fortann med mild lokalisert pulpitt pga komplisert krone fraktur. A: Tann med mild pulpainflamasjon etter traumatisk skade. B: Fjerning av inflammet vev med sterilt bor. C: MTA plassert over frisk vital pulpa. D: Kontroll av MTA og oppbygging av tann med komposittfylling i andre seanse. E: Røntgenologisk etterkontroll viser videre rotutvikling.

Tabell 1. Behandlingsprotokoll for partiell pulpotomi i umodne tenner med lokalisert pulpitt:

| Første seanse | Andre seanse (≥ 48 timer) |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> Undersøkelse og røntgenologisk evaluering Anestesi Kofferdam Desinfeksjon Fjerning av eventuelt kariøst dentin Fjerning av inflammet pulpa med sterilt bor i turbin under irrigasjon med fysiologisk saltvann eller bruk av skjeeekskavator til frisk blødning registreres Kontroll over eventuell blødning med steril bomullspellet fuktet med natriumhypokloritt eller mettet kalkvannsoppløsning Plasser MTA over pulpavevet, ca. 0,5 til 1 mm i tykkelse Legg fuktig bomullspellet over MTA og dekk midlertidig med f.eks. IRM | <ol style="list-style-type: none"> Kontroller at tannen er symptomfri og sensibel (om mulig) Kofferdam Desinfeksjon Fjern IRM og bomullspellet Kontroller at MTA har herdet Forsgle med komposittfylling |
| | Etterkontroll <ol style="list-style-type: none"> Klinisk og røntgenologisk undersøkelse etter 3 og 6 måneder, og så videre etter ett og to år (tann må vise videre rotutvikling på røntgenbilder) Dersom gjeldende tann ikke viser tegn på videre rotutvikling etter 3 til 6 måneder eller det oppstår symptomer, vurderes tannen for dypere pulpotomi eller nekrosebehandling |

ling, når det brukes i rotkanalen. Pasienten trenger derfor et ekstra besøk innen to uker for å slutføre behandlingen med en permanent fylling.

Andre materialer

Nye materialer blir stadig markedsført. Et nytt materiale er Biodentine (Septodont, St.Maur-des-Fossés, France), som hevdes å inneholde ingredienser og ha samme indikasjoner som MTA. Materialet har kortere herdetid, enklere håndtering og hevdes å eliminere misfargingsproblemet som er beskrevet ved bruk av MTA. Foreløpig mangler gode kliniske studier hvor materialet har vært brukt.

I det følgende vil vi presentere behandlingsprotokoller for ulike grader av pulpaskade på umodne tenner (pulpitt og nekrose):

Pulpitt (lokalisert)

Mild pulpainflamasjon kan være forårsaket av pulpaeksponering grunnet karies, traume eller utviklingsanomalier. En tann med lokalisert pulpitt kan være asymptomatisk eller vise sensitivitet overfor varme og/eller kulde. Lokalisert pulpitt er sjelden forbundet med sterke smerter og vil normalt være uten apikale forandringer. En mild inflammatorisk reaksjon i pulpa vil kunne tilhele med videre rotutvikling (apeksogenese), forutsatt at årsaken til inflammasjon er fjernet og en bakterietett forsegling er på plass. Røntgenologisk opp-

følgning vil derfor ofte vise normal rotutvikling, for eksempel på linje med uskadet kontralateral tann. Pulpaoverkapping har vært anbefalt når eksponeringen er liten og når skaden kan behandles innen kort tid. Indikasjoner for pulpaoverkapping er imidlertid begrenset til et fåtall tenner. I de fleste tilfeller anbefales derfor pulpotomi (26). Ved kariøs eksponering, i motsetning til ved traumatisk pulpaeksponering, vil pulpa ofte være inflammet dypere enn eksponeringsstedet grunnet bakteriell infeksjon (27) (figur 2). Derfor er partiell pulpotomi med hensikt å fjerne skadet pulpaoverflate, et-

terfulgt av tett forsegling med MTA anbefalt ved lokalisert pulpitt (28) (tabell 1 og figur 3).

Pulpitt (dypere pulpainflamasjon/partiell nekrose)

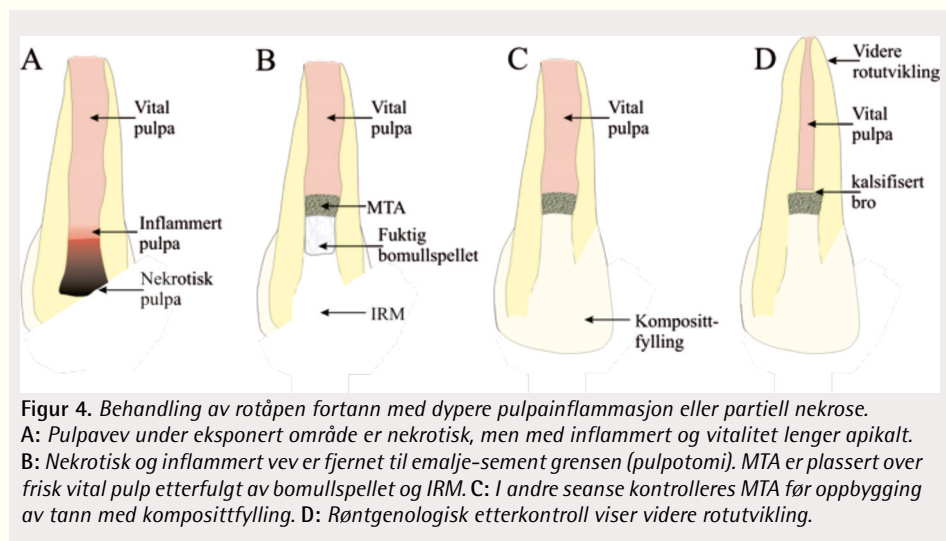
Dypere pulpainflamasjon forårsakes oftest av overfladisk bakterieangrep i pulpa. Symptomer kan variere fra symptomfrihet, sensitivitet for varme/kulde, til mere alvorlige pulpittiske symptomer. Røntgenologisk undersøkelse vil vise en tann med samme rotutviklingsgrad som kontralaterale tann og fravær av apikale forandringer. Tenner med åpent apeks og en pulpa med rikelig blodforsyning har et stort tilhelingspotensial selv ved moderat pulpainflamasjon. Fjerning av overfladisk infisert pulpavev er nødvendig for å forebygge videre inflammasjonsspredning (figur 3). En kronepulpaamputasjon (pulpotomi) vil kunne opprettholde vitalitet i den resterende del av pulpa med påfølgende mulighet for apeksogenese. Ved moderat pulpainflamasjon vil den midtre og apikale del av pulpa være vital, mens den koronale delen kan vise tegn på nekrose. Som ved mild pulpainflamasjon er det helt nødvendig å fjerne årsaken til infeksjon. Det er videre viktig å fjerne inflammet og skadet pulpavev til det registreres frisk blødning. Et mikroskop er et verdifullt

hjelpemiddel for å visualisere «frisk blødning». Kalsiumhydroksid eller MTA kan brukes for å dekke pulpasåret (tabell 2, figur 4). I dag bør imidlertid MTA være førstealternativ. Dette begrunnes med materialets biokompatibilitet, antibakterielle egenskaper og det at vi får en hard matrise som gjør at komposittfylling kan legges mot et hardt underlag (29).

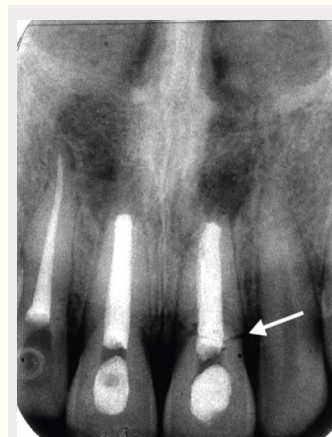
Pulpanekrose med eller uten apikal periodontitt

Ved total pulpanekrose stopper rotutviklingen opp. En nekrotisk pulpa kan være asymptomatisk eller vise tegn til infeksjon i form av periapikal abscess med hevelse eller fistel. Røntgenologisk undersøkelse kan vise apikal beinbedbrytning med mangelfull rotutvikling sammenlignet med kontralaterale tann. Rensing og rotfylling av en tann med åpent apeks kan være en utfordring ettersom rotkanalen ikke kan desinfiseres med vanlig instrumentering. Røttene på umodne tenner er korte med tynne vegger og dermed utsatt for fraktur.

Tradisjonell behandling baserer seg på dannelse av en hard-



Figur 4. Behandling av rotåpen fortann med dypere pulpainflamasjon eller partiell nekrose. A: Pulpavev under eksponert område er nekrotisk, men med inflammet og vitalitet lenger apikalt. B: Nekrotisk og inflammet vev er fjernet til emalje-sement grensen (pulpotomi). MTA er plassert over frisk vital pulpa etterfulgt av bomullspellet og IRM. C: I andre seanse kontrolleres MTA før oppbygging av tann med komposittfylling. D: Røntgenologisk etterkontroll viser videre rotutvikling.



Figur 5. Røntgenbildet viser to sentrale incisiver som har fått utført teknisk vellykket apeksifisering med kalsiumhydroksid. Seks måneder etter rotfylling er tann 21 mobil og har smerter. Bildet viser at 21 har cervical rotfraktur (pil), en vanlig komplikasjon på slike tenner.

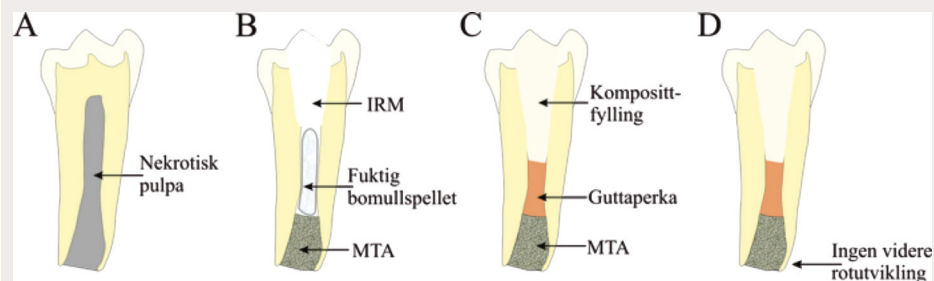
Tabell 2. Behandlingsprotokoll for pulpotomi i umodne tenner med pulpitt (dypere pulpainflamasjon/partiell nekrose):

| Første seanse | Andre seanse (≥ 48 timer) |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> Undersøkelse og røntgenologisk evaluering Anestesi Kofferdam Desinfeksjon Fjerning av eventuell kariøst dentin Kavumpreparering Fjerning av nekrotiske vev med sterilt bor i turbin under irrigasjon med fysiologisk saltvann eller ved bruk av skjeeekskavator til ren blødning Rikelig irrigasjon med Dakins væske (minst 10 ml) Kontrollere blødning med steril bomullspellet fuktet med natriumhypokloritt eller mettet kalkvannoppløsning Plasser MTA på den blottlagte pulpa Fuktig steril bomullspellet over MTA Tett midlertidig fylling (IRM) | <ol style="list-style-type: none"> Kontrollere at tannen er symptomfri og sensibel om mulig Kofferdam Desinfeksjon Fjerning av IRM og bomullspellet som dekker MTA Kontroller at MTA har herdet Forsegle med komposittfylling over MTA |
| | Etterkontroll <ol style="list-style-type: none"> Klinisk og røntgenologisk undersøkelse etter 3 og 6 måneder, og så videre etter et og to år (gjeldende tann må vise videre rotutvikling på røntgenbilder). Dersom det ikke er tegn på videre rotutvikling etter 3 til 6 måneder, eller om tannen viser infeksjonstegn, vurderes behandling for nekrotiske tenner |

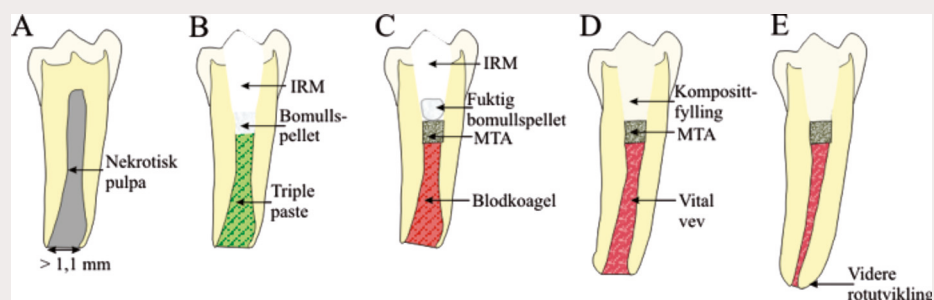
vevsbro apikalt ved bruk av langtidsinnlegg med kalsiumhydroksid (apeksifisering) (1). Det å fremprovosere en slik hardvevsbarriere kan ta mellom 3–24 måneder (1, 30). Når hardvevsbarrieren er dannet kan kanalen rotfylles permanent. Apeksifisering har ikke til hensikt å fremme videre rotutvikling. Rotfrakturer forekommer dessverre relativt hyppig på slike rotfylte tenner. En studie fra Cvek viste en forekomst av frakturer som varierte fra 77 % på tenner med liten grad av rotutvikling til 28 % når tenner var mer modne (31). Rotutviklingsgrad er altså en viktig faktor for langtidsprognosen til en umoden nekrotisk tann. Nyere studier har vist at langtidsinnlegg med kalsiumhydroksid gjør tenner mer utsatt for fraktur grunnet denaturering av kollagen (32, 33) (figur 5).

A. Apeksifisering med MTA

For å løse problemet med langtidsinnlegg med kalsiumhydroksid, er prosedyrer for apeksifisering med MTA introdusert (tabell 3, figur 6). Etter irrigasjon og rengjøring av rotkanalen, plasseres MTA i den apikale del av rotkanalen (3–5 mm tykkelse). Ved senere seanse, når MTA er herdet, fylles rotkanalen med varm guttaperkateknikk for å unngå stress i kanalvegger. Dersom roten er



Figur 6. Behandling av rotåpen premolar med pulpanekrose. A: Tann med åpent apeks og nekrotisk pulpa. B: Nekrotisk vev fjernet. MTA plassert apikalt med 3–5mm tykkelse og bomullspellet over. IRM som midlertidig toppfylling. C: I tredje seanse, kontrolleres det at MTA er herdet, før en rotfyller koronalt for MTA med guttaperka og endelig oppbygging av tann med komposittfylling. D: Kontroll viser normalt ingen videre rotutvikling.



Figur 7. Behandling av rotåpen premolar med pulpanekrose. A: Tann med åpent apeks og nekrotisk pulpa. B: Nekrotisk vev fjernet. Trippelpasta plassert i rotkanal med bomullspellet over og IRM som midlertidig toppfylling. C: I andre seanse, stimuleres blødning i rotkanal. MTA plasseres like under emalje-sement grensen. Fuktig bomullspellet og midlertidig IRM toppfylling legges over. D: I tredje seanse kontrolleres herding av MTA, etterfulgt av permanent komposittfylling. E: Ved etterkontroll kontrolleres rotutvikling.

Tabell 3. Behandlingsprotokoll for apeksifisering med MTA i umodne tenner med nekrotisk pulpa:

| Første seanse | Tredje seanse (≥ 48 timer etter andre seanse) |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Undersøkelse og røntgenologisk evaluering 2. Anestesi (om nødvendig) 3. Kofferdam 4. Desinfeksjon 5. Fjerning av eventuelt kariøst dentin 6. Kavumpreparering 7. Rikelig irrigasjon av rotkanal med natriumhypokloritt (minst 10 ml) 8. Bestem rotlengde med røntgenbilder 9. Plassere kalsiumhydroksid i kanal 10. Midlertidig forsegling (IRM) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Anestesi (om nødvendig) 2. Kofferdam 3. Desinfeksjon 4. Fjern IRM og bomullspellet 5. Irriger rotkanal med natriumhypokloritt ca. 10 ml 6. Kontroller at MTA er herdet og tett (rotkanalinstument ned til MTA) 7. Rotfyll kanal koronalt for MTA med varm guttaperkateknikk med forsiktig apikal kondensering 8. Toppforsegling med kompositt til 2 mm under emalje-sement grensen |
| Andre seanse (etter 1–2 uker) | Etterkontroll |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Undersøkelse 2. Anestesi (om nødvendig) 3. Kofferdam 4. Desinfeksjon 5. Fjern kalsiumhydroksid i kanal (irrigasjon med natriumhypokloritt og EDTA) 6. Tørk kanal med papirspisser 7. Plasser MTA i apikale 3–5 mm 8. Røntgenbilde for kontroll av at MTA er tett og riktig plassert 9. Fuktig bomullspellet koronalt for MTA og tett midlertidig forsegling (IRM) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Klinisk og røntgenologisk undersøkelse etter 3 og 6 måneder, og videre etter ett og to år. Gjeldende tann må vise fravær av patologi apkalt. Videre lengdevekst kan forekomme. 2. Dersom tannen har symptomer eller tegn til fraktur vurderes andre behandlingsformer, gjerne i samråd med kjeveortoped og protetiker. |

Tabell 4. Behandlingsprotokoll for revaskularisering ved bruk av «trippelpasta» i umodne tenner med nekrotisk pulpa:

| Første seanse | Tredje seanse (≥ 48 timer etter andre seanse) |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Undersøkelse og røntgenologisk evaluering 2. Anestesi (om nødvendig) 3. Kofferdam 4. Desinfeksjon 5. Fjerning av eventuelt kariøst dentin 6. Kavumpreparering 7. Rikelig irrigasjon av rotkanal med natriumhypokloritt (minst 10 ml) uten instrumentering av rotkanal. 8. Bestem rotlengde ved hjelp av røntgenbilde, samt avstand til vitalt vev apikal ved hjelp av steril papirspiss 9. Irrigasjon med sterilt vann eller saltvann. 10. Tørk kanal med papirspiss 11. Bland «trippelpasta» (antibiotika pulver blandes med sterilt vann). OBS! Pasienten må ikke være allergisk for noen av preparatene som brukes i denne pastaen 12. Legg inn «trippelpasta» med vid kanylesprøyte eller ved bruk av lentulonål 13. Plasser en sterile bomullspellet i øvre del av kanalen 14. Forsegl kanalinngangen med IRM | <ol style="list-style-type: none"> 1. Kofferdam 2. Desinfeksjon 3. Fjerning av IRM og bomullspellet 4. Kontroller at MTA er herdet 5. Forsegl med komposittoppfylling over MTA |
| Andre seanse (etter 2 uker) | Etterkontroll |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Anestesi (uten adrenalin) 2. Kofferdam 3. Desinfeksjon 4. Fjern IRM og bomullspellet og skyll ut «trippelpasta». Hvis det er puss eller symptomer fra tann appliseres nytt innlegg med trippel pasta. 5. Rikelig irrigasjon i rotkanal med natriumhypokloritt etterfulgt av sterilt saltvann (minst 10 ml) 6. Irrigasjon med sterilt vann eller saltvann 7. Tørk kanal 8. Bruk en steril fil størrelse #30 eller mer forsiktig mot vitalt vev apikalt og prøvoser frem blødning inn i kanalen (tilsiktet overrens) 9. Avvent til blod fyller helt opp til cervikalområdet 10. Bruk en fuktig bomullspellet for å stanse videre blødning (plasseres ca. 3 mm apikal for cervikalområdet) 11. Plasser en MTA over blodkoagelet i en tykkelse på minst 2 mm 12. Plasser en fuktig bomullspellet over MTA 13. Midlertidig forsegling av kavum med IRM | <ol style="list-style-type: none"> 1. Klinisk og røntgenologisk undersøkelse etter 3 og 6 måneder, og videre etter ett og to år (gjeldende tann må vise tegn til videre rotutvikling på røntgenbilder) 2. Dersom tannen ikke viser tegn på videre rotutvikling etter 3 til 6 måneder, eller om tann utvikler infeksjonstegn, vurderes tannen for apeksifisering med MTA |

kort kan kompositt bondes rett over MTA-pluggen i denne seansen. Denne apeksifiseringsteknikken trenger tre besøk, ett besøk for å rengjøre og desinfisere med kalsiumhydsidinnlegg, ett besøk for å legge MTA-plugg, og et tredje besøk for rotfylling med koronal forsegling (7). Det er viktig at MTA er herdet før en går videre med behandlingen. Hvis ikke må MTA appliseres på ny. Fordelen med denne prosedyren sammenlignet med langtidsinnlegg med kalsiumhydroksid er få behandlingsseanser over et kortere tidsrom. Studier viser suksessrate fra 85–95 % ved apeksifisering ved bruk av MTA (7, 25, 34–37). En studie har vist at det også er mulig å gjøre MTA apeksifisering i en seanse uten forskjell i suksessrate (7). Men dette bør muligens begrenses til tilfeller der pasienten ikke kan møte til flere behandlinger eller pasienten er vanskelig å behandle for eksempel ved behandling under lystgass eller andre typer sedasjon. Teknikken for MTA apeksifisering er imidlertid operatørsensitiv. Den krever kunnskap og erfaring med MTA, samt mikroskop for å ha oversikt over rotkanalens apikale del. Etter en slik apeksifiseringsprosedyre vil ikke roten utvikle seg videre, og i umodne tenner vil vi

ha et kort krone-rot forhold. Dentinvegger forblir tynne, og tannen vil være utsatt for fraktur. Langtidsstudier som viser frakturrisiko ved bruk av denne teknikken mangler.

B. Revaskularisering ved bruk av antibiotika trippelpasta og MTA

Det er i ferd med å skje endringer i synet på behandling av umodne tenner med pulpanekrose. Det vektlegges biologisk basert behandling hvor ulike begrep som revaskularisering, regenerasjon eller revitalisering er benyttet. Målet med denne form for behandling er å oppnå innvekst av nytt vev i rotkanalen med påfølgende videre rotutvikling (tabell 4, figur 7). Etter kanaldesinfeksjon ved bruk av trippelpasta fylles kanalen med blod som framprovoseres ved overinstrumentering utenfor apeks (38). Det er viktig å bruke anestesi uten adrenalin siden dette fører til karkonstriksjon i apikalområdet (39). Blodkoagelet skal virke som en matriks for stamceller og vekstfaktorer i rotkanalen. Studier har vist røntgenologiske tegn på tilheling innen 22 dager og med normalisering av periapikalt vev innen

to måneder. Det er også vist at en i løpet av to år har fått rotkanalvegger og apikal vekst av roten som er sammenlignbar med kontralaterale tann (16). Kliniske studier viser at disse tennene kan svare positivt på sensibilitetstesting (16). Dyrestudier viser at revaskularisert vev inneholder periodontalt- og beinlignende vev i tillegg til blodkar og fibroblaster (19, 40). Forutsigbar revaskularisering av umodne tenner er mulig om vi kan håndtere de tre utfordringene: 1) desinfeksjon av rotkanalen, 2) plassering av blodmatriks i kanalen (som matriks for innvekst av vev) og 3) en bakterietett forsegling av åpningskaviteten (19).

Klinisk er det påvist høy suksessrate ved behandling av nekrotiske umodne tenner ved bruk av trippelpasta metoden (5). Eksperimentelle studier hos forsøksdyr har vist 100% røntgenologisk tilheling (13). I den senere tid er flere varianter av denne teknikken beskrevet, blant annet korttids bruk av kalsiumhydroksid for å fjerne infeksjon i rotkanalsystemet.

English summary

Rethnam S, Fristad I, Skeie MS, Bårdsen A

Biological principles for treatment of immature permanent teeth with pulpal pathosis

Nor Tannlegeforen Tid. 2013; 123: 190–7.

Endodontic therapy of permanent teeth with open apex is a challenging problem. An immature tooth with open apex is rich in stem cells in the pulp and apical papilla facilitating healing and continued root development. Traditional treatment of a tooth with open apex has been calcium hydroxide apexification. A tooth with open apex with localised pulpitis or partial necrosis has the potential to heal after partial pulpotomy with continued root development and dentine wall deposition without the need for apexification procedures. Revascularization or mineral trioxide apexification (MTA) apexification is recommended when the pulp is completely necrotic with or without apical periodontitis. Treatment protocols and the use of new materials such as MTA and triple paste, a combination of three antibiotics, are discussed here. An understanding of pulp biology is the key to long term success when treating teeth with open apex. Treatment has to be aimed at either maintaining the pulp vitality or revascularization of pulp-like tissue in the necrotic pulp canal space.

Referanser

1. Frank AL. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *J Am Dent Assoc.* 1966; 72: 87–93.
2. Kling M, Cvek M, Mejare I. Rate and predictability of pulp revascularization in therapeutically reimplanted permanent incisors. *Endod Dent Traumatol.* 1986; 2: 83–9.
3. Huang GT, Sonoyama W, Liu Y, Liu H, Wang S, Shi S. The hidden treasure in apical papilla: the potential role in pulp/dentin regeneration and biroot engineering. *J Endod.* 2008; 34: 645–51.
4. Tonder KJ. Vascular reactions in the dental pulp during inflammation. *Acta Odontol Scand.* 1983; 41: 247–56.
5. Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2009; 35: 1343–9.
6. Trope M. Treatment of the immature tooth with a non-vital pulp and apical periodontitis. *Dent Clin North Am.* 54: 313–24.

7. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD, Nunn M. Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2008; 34: 1171–6.
8. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The Effects of Surgical Exposures of Dental Pulp in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965; 20: 340–9.
9. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germfree and conventional laboratory rats. *J South Calif Dent Assoc.* 1966; 34: 449–51.
10. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995; 28: 12–8.
11. Kristoffersen Ø, Fristad I. Natriumhypokloritt-anbefaling og praktisk bruk. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2007; 117: 656–60.
12. Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dent Traumatol.* 2012; 28: 33–41.
13. Thibodeau B, Teixeira F, Yamauchi M, Caplan DJ, Trope M. Pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2007; 33: 680–9.
14. Sato I, Ando-Kurihara N, Kota K, Iwaku M, Hoshino E. Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline in situ. *Int Endod J.* 1996; 29: 118–24.
15. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, Kota K, et al. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J.* 1996; 29: 125–30.
16. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *J Endod.* 2004; 30: 196–200.
17. Sato T, Hoshino E, Uematsu H, Noda T. In vitro antimicrobial susceptibility to combinations of drugs on bacteria from carious and endodontic lesions of human deciduous teeth. *Oral Microbiol Immunol.* 1993; 8: 172–6.
18. Wang X, Thibodeau B, Trope M, Lin LM, Huang GT. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 36: 56–63.
19. Windley W 3rd, Teixeira F, Levin L, Sigurdsson A, Trope M. Disinfection of immature teeth with a triple antibiotic paste. *J Endod.* 2005; 31: 439–43.
20. Byström A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1985; 1: 170–5.
21. Heithersay GS. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J Br Endod Soc.* 1975; 8: 74–93.
22. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995; 21: 349–53.
23. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod.* 1994; 20: 159–63.
24. Kvinnsland SR, Bårdsen A, Fristad I. Apexogenesis after initial root canal treatment of an immature maxillary incisor – a case report. *Int Endod J.* 2010; 43: 76–83.
25. Moore A, Howley MF, O'Connell AC. Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dent Traumatol.* 2011; 27: 166–73.
26. Cvek M. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod.* 1978; 4: 232–7.

27. Haug SR, Berggreen E, Heyeraas KJ. The effect of unilateral sympathectomy and cavity preparation on peptidergic nerves and immune cells in rat dental pulp. *Exp Neurol*. 2001; 169: 182–90.
28. Bogen G, Kim JS, Bakland LK. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139: 305–15.
29. Okiji T, Yoshida K. Reparative dentinogenesis induced by mineral trioxide aggregate: a review from the biological and physicochemical points of view. *Int J Dent*. 2009; 2009: 464280.
30. Cvek M. Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide. I. Follow-up of periapical repair and apical closure of immature roots. *Odontol Revy*. 1972; 23: 27–44.
31. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol*. 1992; 8: 45–55.
32. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol*. 2002; 18: 134–7.
33. Tuna EB, Dincel ME, Gencay K, Aktoren O. Fracture resistance of immature teeth filled with BioAggregate, mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Dent Traumatol*. 2011; 27: 174–8.
34. Holden DT, Schwartz SA, Kirkpatrick TC, Schindler WG. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. *J Endod*. 2008; 34: 812–7.
35. Pace R, Giuliani V, Pini Prato L, Baccetti T, Pagavino G. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. *Int Endod J*. 2007; 40: 478–84.
36. Sarris S, Tahmassebi JF, Duggal MS, Cross IA. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children—a pilot study. *Dent Traumatol*. 2008; 24: 79–85.
37. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J*. 2007; 40: 186–97.
38. Jung IY, Lee SJ, Hargreaves KM. Biologically based treatment of immature permanent teeth with pulpal necrosis: a case series. *J Endod*. 2008; 34: 876–87.
39. Ding RY, Cheung GS, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. *J Endod*. 2009; 35: 745–9.
40. Yamauchi N, Nagaoka H, Yamauchi S, Teixeira FB, Miguez P, Yamauchi M. Immunohistological characterization of newly formed tissues after regenerative procedure in immature dog teeth. *J Endod*. 37: 1636–41.

Adresse: Sivakami Rethnam, Institutt for klinisk odontologi, UiB, Årstadveien 19, 5009 Bergen. E-post: sivakami.rethnam@ok.uib.no

Artikkelen har gjennomgått ekstern faglig vurdering.

Rethnam S, Fristad I, Skeie MS, Bårdsen A. Biological principles for treatment of immature permanent teeth with pulpal pathosis. *Nor Tannlegeforen Tid*. 2013; 123: 190–7.