

Gitte Bruun og Lars Bjørndal

Behandling af profund caries – baseret på evidens fra nyere kliniske undersøgelser

Operativ behandling af profund caries involverer i dag begreber som forebyggelse af overekskavering og dermed øget risiko for perforation til pulpa. Hvor meget carieret dentin kan efterlades i forhold til dybden af caries? Kan inflammationsgraden i pulpa måles? Skal vi fortsat udføre gradvis ekskavering ved det profunde cariesangreb? Debatten omkring ekskavering af profund caries har længe været baseret på lavere grader af evidens, fordi der har manglet randomiserede undersøgelser som baggrund for at fremhæve én behandlingsprocedure frem for en anden. I denne artikel er der fokus på nyere studier, der undersøger ovenstående behandlingsdilemmaer. Kliniske procedurer præsenteres samt niveau af evidens. På veldefinerede profunde cariesangreb (= demineraliseret dentin til den inderste fjerdedel af dentinen, men med synlig radiolucent zone ind mod pulpa) på voksne individer anbefales gradvis ekskavering fremfor én fuldstændig ekskavering, idet antallet af pulpa-perforationer er signifikant lavere. Hverken den direkte pulpaoverkapning eller partiel pulpotomi med anvendelse af calciumhydroxid fungerer optimalt på voksne individer på veldefinerede stadier af profund caries. Anvendelse af partiel ekskavering versus gradvis ekskavering på patienter under 18 år viser sammenlignelig god prognose på cariesangreb, der involverer halvdelen eller mere af dentinen. En direkte overkapningsteknik med Mineral Trioxid Aggregat på yngre patienter (< 18 år) på ekstremt dybe cariesangreb (= demineraliseret dentin går helt ind til pulpa) viser god prognose, men med en restriktiv teknik. Teknikken er dog ikke understøttet af randomiserede undersøgelser på voksne.

Forfattere

Gitte Bruun, afdelingstandlæge, Sektionen for Cariologi, Endodonti, Pædagogik og Klinisk Genetik, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet
Lars Bjørndal, lektor, ph.d., dr.odont., Sektionen for Cariologi, Endodonti, Pædagogik og Klinisk Genetik, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet
Artikkelen er tidligere trykket i det danske Tandlægeblad, nr. 4, 2013. (Tandlægebladet. 2013; 117: 322–9.)

Profund caries er tæt forbundet med inflammation i pulpa, men det har længe været uklart, hvad betydning dette har for langtidsprognosen af en cariesbehandling, der enten søger at undgå en perforation, eller hvor direkte overkapning af pulpa udføres. I praksis har dette medført, at mange tandlæger internationalt anvender en invasiv behandlingsstrategi, som enten involverer en fuldstændig ekskavering med eller uden perforation eller et endodontisk indgreb direkte (1). I Skandinavien har der omvendt været stor fokus på mindre invasive ekskaveringsprocedurer såsom gradvis ekskavering. Denne procedure er defineret ved, at man udfører en indledende ekskavering i et omfang, der gør det muligt at lægge en temporær fyldning, dvs. ingen fokus på pulpanær ekskavering. Efter ét behandlingsinterval udføres én endelig ekskavering, og permanent fyldning udføres. En anden skånsom ekskaveringsvariant, der skal omtales i nærværende artikel, er partiel ekskavering, hvor man umiddelbart lægger en permanent fyldning, og man vender således ikke tilbage for at fuldføre en ekskavering.

Når det er vanskeligt at opnå konsensus om en behandlingsstrategi, er det ofte, fordi de faglige termer i kliniske

Klinisk relevans

Gradvis ekskavering er en mindre invasiv ekskaveringsprocedure, idet tandlægen udfører en indledende ekskavering i et omfang, der gør det muligt at lægge en temporær fyldning. Efter ét behandlingsinterval udfører tandlægen én endelig ekskavering og laver en permanent fyldning. Proceduren fører til færre pulpaperforationer sammenlignet med en fuldstændig ekskavering, hvor tandlægen færdiggør behandlingen i én seance.

Overkapning med calciumhydroxid på voksne patienter er en problematisk behandlingsform, men som regel går overkapning med calciumhydroxid eller Mineral Trioxid Aggregat godt på unge.

Samtidig kan partiel ekskavering af profund caries være en mulighed i forhold til unge patienter og give gode resultater. Det er imidlertid usikkert, om den bløde og krakelerede dentin er tilstrækkelig støtte for den ovenliggende fyldning.

undersøgelser ikke er defineret tilstrækkeligt, såsom dybden af cariesangrebet, eller hvor meget man fjerner ved den enkelte ekskaveringsprocedure. Endelig er det svært at vurdere inflammation i pulpa, eftersom vi i dag fortsat ikke har et apparat, der non-invasivt kan måle graden af inflammation (2). Behandlervariationen kan også skyldes, at de kliniske studier, der undersøger profund caries, er få. Der savnes derfor systematisk dokumentation i form af randomiserede kliniske forsøg (3,4). Som et eksempel er det afgørende, når man sammenligner to operative behandlinger af caries, at man sikrer sig, at carieslæsionerne i begge behandlings-grupper har nogenlunde samme dybde og omfang (5,6). Når en tidligere oversigtsartikel fremhæver (3), at man formodentlig ikke behøver at vende tilbage og færdiggøre en partiel ekskavering, så er det vigtigt at vide, at den konklusion baserer sig på cariesangreb, som involverer højst halvdelen af dentinen. Anbefalingen kan være korrekt, men giver ingen information om, hvordan det vil gå svarende til dybere stadier af caries, herunder betydningen af inflammation i pulpa. I det følgende gennemgås kort patologien vedrørende det profunde cariesangreb med henblik på et forsøg på en mere præcis definition ud fra et røntgenbillede. Herefter gennemgås et par af de nyeste kliniske undersøgelser, og ekskaveringsprincipper diskuteres med udgangspunkt i kliniske eksempler. Hvad er status, og kan man foretage direkte overkapning på profund caries, hvis behandlingen ender med perforation til pulpa? Med udgangspunkt i de behandlinger, der i dag har den højeste grad af evidens, redegøres punktvis for de specifikke behandlingsprocedurer.

Inflammation i pulpa og caries

Ved en ekstern irritation af pulpa aktiveres en vifte af biologiske systemer (7), der her meget kort skal omtales. Allerede ved påvirkning af den ydre dentin kan der opstå en neurogent induceret kardilatation, som fører til de første vaskulære reaktioner i forbindelse med inflammation i pulpa. Ved denne tidlige stimulering kan der videre ske en forgrening af de sensoriske nervefibre, herunder en produktion af neuropeptider, som udover at virke vasoaktivt kan stimulere til vækst af flere celletyper, fx hårdtvævsproducerende celler, fibroblaster samt immunokompetente celler (8–10). Ved den egentlige bakterielle transmission af affaldsstoffer gennem dentinkanalerne aktiveres det innate immunsystem, hvor antigen-præsenterende celler såsom den dendritformede celle modnes og transporteres via lymfekar til de regionale lymfeknuder, hvor de aktiverer de antigen-specifikke T-lymfocytter. Man omtaler ofte dette som værende det primære immunrespons. Via blodet kan de aktiverede T-celler returnere til pulpa, hvor de kan deltage i et sekundært immunrespons, igen aktiveret af antigen-præsenterende celler. Denne del af immunresponsen udgør den adaptive og patogenspecifikke immunitet (8–10). Flere typer af inflammationsceller medvirker til at bekæmpe bakterierne samt deres affaldsprodukter; et af de kritiske irreversible elementer i inflammationsprocessen opstår, når inflammationscellerne ophobes og efterfølgende medvirker til degradering af pulpavævet (8). De lokale områder af nekrose kan nu give mulighed for invasiv bakteriel vækst i pulpakammeret, og vejen mod apikal inflammation og synlige periapikale forandringer på røntgenbilledet er lagt.

Siden Brännström og Linds undersøgelse i 60'erne (11) har man været opmærksom på, at pulpa kan reagere tidligt i forbindelse med caries. Selv under en klinisk synlig emaljelæsion kan cellulære ændringer samt pulpale hårdtvævsdannelser registreres som tegn på tidlig inflammation og odontoblaststimulering (12). Heraf følger, at jo dybere et cariesangreb er, jo mere udtalt er den pulpale reaktion. Ofte vil patienten ikke opleve smerter ved dybe stadier af caries, og problemet bliver nu, at en klinisk pulpadiagnose, som bl.a. stilles ud fra tilstedeværelse af smerter eller ej, ikke altid er sammenfaldende med den pulpale histologiske diagnose. Eksempelvis ved den kliniske diagnose pulpitis irreversibilis kan man observere flere forskellige histologiske billeder gående lige fra meget få inflammationsceller til udtalt inflammation samt egentlig nekrose (13,14). Det kan bl.a. skyldes, at caries kan udvikles i forskellige progressionshastigheder; ikke mindst skal progressionen vurderes i forhold til personens alder. Mange af de første histopatologiske studier omhandlende caries og pulpa uddyber ikke dette aspekt (13). Dvs. jo mere man ved om den kliniske situation omkring cariesangrebet, jo mere kvalificeret kan man stille en tentativ pulpadiagnose, men det er fortsat kun et klinisk gæt, og hvad der reelt sker i pulpavævet i forbindelse med forskellige progressionshastigheder af caries, er langt fra afdækket.

Radiologisk guideline for profund caries

I den kliniske verden er diagnose og klassifikation af pulpas tilstande baseret på subjektive og objektive fund i klinikken og af parakliniske hjælpemidler såsom røntgen. På denne baggrund klassificeres de pulpale tilstande ganske groft som sund pulpa, reversibel og irreversibel pulpitis, samt hyperplastisk pulpitis, nekrose og tidligere behandlet pulpa. Hårdtvævsreaktionerne kan inddeles i resorptioner, tertiær dentin eller andre intrapulpale calcifikationer (7). I det følgende foreslås en radiologisk guideline for profund caries.

Hvis caries fortsætter med at progrediere, er dannelse af hårdtvæv i sig selv ikke et tegn på succes. Et klassisk studie har vist, at når der er bakteriepenetration ind i den tertiære dentin, vil pulpa histologisk være irreversibelt inflammeret (15). En klinisk fortolkning af dette er, at den radiolucente zone (demineraliserede dentin) på et røntgenbillede skal være meget tæt på pulpakammeret, før man med rimelig sikkerhed kan sige, at pulpa er vanskelig at bevare. En radiologisk grænse for det profunde cariesangreb, hvor man samtidig kan forvente, at pulpa kan hele, bør derfor som minimum have en synlig radiopaque zone mellem pulpa og den demineraliserede dentin. En yderligere praktisk definition af det profunde cariesangreb er styret af risikoen ved at lave perforation til pulpa ved én færdig ekskaveringsprocedure. Baseret på majoriteten af en gruppe tandlægers vurdering af denne grænse så ligger den i den inderste fjerdedel af dentinen (16). For at undgå risiko for irreversibel inflammation skal der samtidig kunne ses en radiopaque hårdtvævszone imellem pulpa og den cariøse demineraliserede dentin. Et eksempel på et cariesangreb, hvor sandsynligheden for irreversibel inflammation er høj, er gengivet (figur 1A), samt et eksempel hvor man kan forvente, at pulpa vil kunne hele (figur 1B).



Figur 1. A: Røntgen af -7 med profund caries svarende til hele dentinens tykkelse. B: Røntgen af +3. Caries ses i den inderste fjerdedel af dentinen med en radiopaque zone af dentin mellem pulpa og den demineraliserede dentin.

Behandlinger af profund caries med formål at undgå perforation til pulpa

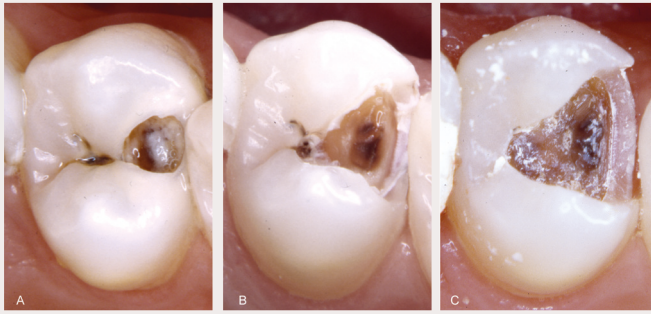
Inden for de seneste par år har der været en række oversigtsartikler og kommentarer (3,4,17,18), som har vurderet kliniske undersøgelser vedrørende ekskavering af caries. Ekskaveringer, som har haft til formål at undgå perforation til pulpa. Alle oversigtsarbejderne har anført, at der fortsat mangler randomiserede kliniske forsøg. Der er for nylig tilkommet et par af disse ønskede randomiserede kliniske undersøgelser, som begge evaluerer cariesbehandling med henblik på at undgå dels overekskavering, dels pulpaperforation. I den første kliniske undersøgelse (6) er det gradvis ekskavering (testbehandlingen), der sammenlignes med én konventionel ekskaveringsprocedure (kontrolbehandlingen) blandt voksne patienter (~ 28 år). I den allernyeste undersøgelse (19) er det partiel ekskavering i én seance (testbehandlingen) over for gradvis ekskavering (kontrolbehandlingen), men udført i en gennemsnitligt yngre population (~ 17 år).

I det første studie er der signifikant forskel på forekomst af pulpaperforation til fordel for gradvis ekskavering. I gruppen med konventionel ekskavering udvikles næsten dobbelt så mange mislykkede behandlinger som i gruppen med gradvis ekskavering. Efter 1 1/2 års kontrol er det primært stadig forekomst af pulpaperforationer, der udgør forskellen mellem behandlingerne. Dvs. uanset type af ekskavering er der ikke yderligere forskel i ft. udvikling af uudholdelig smerte, nekrose eller apikal parodontitis. Kun individer med caries i den inderste fjerdedel af dentinen og med tilstedeværelse af en radiopaque zone af hårdtvæv mellem pulpa og caries blev inkluderet i denne undersøgelse. En nylig rapport (20) omhandlende 3–5 års opfølgning fra nærværende studie viste, at forskellen mellem de to behandlinger er opretholdt til fordel for gradvis ekskavering, med en reduktion i risiko på omkring 11 %. Forskellen synes fortsat at ligge

i forekomsten af de perforationer, der opstod i tilknytning til selve behandlingerne (6).

I det andet og nyeste studie (19), hvor gradvis ekskavering fungerer som kontrol over for testbehandlingen partiel ekskavering, er inklusionskriterierne ikke identiske med førstnævnte forsøg; halvdelen af dentinen er involveret eller mere, og gennemsnitsalderen er som nævnt noget lavere (~ 17 år). Formålet her er primært at undersøge, om caries kan efterlades. Sammenlignes gruppen med gradvis ekskavering (88 %) med gruppen med den partielle ekskavering (91 %), er der ingen signifikant forskel i succesraten. Hertil skal det nævnes, at i 40 % af tilfældene færdiggøres gradvis ekskavering ikke korrekt, idet patienterne ikke kom retur til endelig ekskavering. Prognosen for succes i denne gruppe er meget lav (13 %).

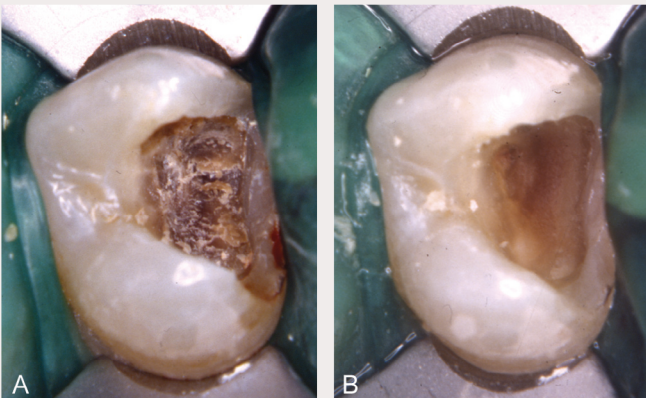
Vi skal bygge vores kliniske rekommandationer på de bedste tilgængelige data og stræbe efter det højeste evidensniveau. Vi nærmer os en situation, hvor det meget vel kan tænkes, at den partielle ekskavering kan være tilstrækkelig på en yngre population med en cariesdybde svarende til halvdelen af dentinen og videre ind mod pulpa. Vi har endnu ikke svaret på, hvad der sker, hvis det udføres på et voksenklientel og svarende til dyb caries som defineret i nærværende artikel. Det kan i øvrigt undre, hvorfor det gik så dårligt med gruppen med den ikke færdiggjorte gradvise ekskavering (13 % succes) – det burde jo have været det samme resultat som med partiel ekskavering. I det aktuelle studie anvendtes ZnO/Eug. som temporær fyldning, og dette kan forklare problemet. Et ældre forsøg (21) har tidligere bekræftet ovenstående og fandt ZnO/Eug. kontraindiceret. Der er således al mulig grund til at anvende et høj kvalitetsprovisorium som glas-ionomer eller plast ved gradvis ekskavering (16). Af samme grund har Danmark i over 10 år haft denne anbefaling indarbejdet som en sygesikringsoverenskomstbaseret ydelse, når gradvis ekskavering udføres.



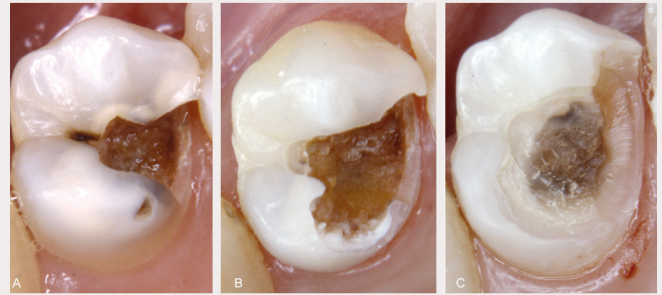
Figur 2. A: Primær caries (5+12) og med eksponering af dentin. B: Efter fjernelse af undermineret emalje. C: Efter en temporær fyldning ses karakteristiske tegn på en langsom progredierende dentincaries. Vil mængden af efterladt carieret dentin, der her involverer både den okklusale og approximale flade, have en betydning for holdbarhed af den endelige restaurering?

Problemet med en utilstrækkelig forsejling i relation til efterladt carieret dentin er illustreret i figur 2 og 3. Ved et kombineret okklusalt-approximant primært cariesangreb (figur 2A), hvor kun undermineret emalje fjernes, frilægges der hurtigt en stor mængde carieret dentin (figur 2B). En aflukning af kaviteten uden yderlig ekskavering af dentin medfører – selv inden for én uge – ændringer, der kendetegner en standset carieret dentin. Dvs. en mørkere og mere tørt udseende carieret dentin (figur 2C). Er det her, vi skal afslutte vores partielle ekskavering og applicere en permanent restaurering?

På en tilsvarende tand ses det kliniske billede efter seks mdr. (figur 3A) af samme skønnet mængde efterladt carieret dentin som vist i figur 2C. Udtørringen er udtalt, og den efterfølgende fjernelse af det carierede mørkere væv med en håndekskavator er en relativt nem procedure, fordi grænsen til den underliggende hypermineraliserede dentin er meget tydelig. Den gradvise ekskavering kan færdiggøres uden perforation (figur 3B). Det er tvivlsomt, om mængden af efterladt carieret dentin (figur 3A) ud fra mekaniske betragtninger ville



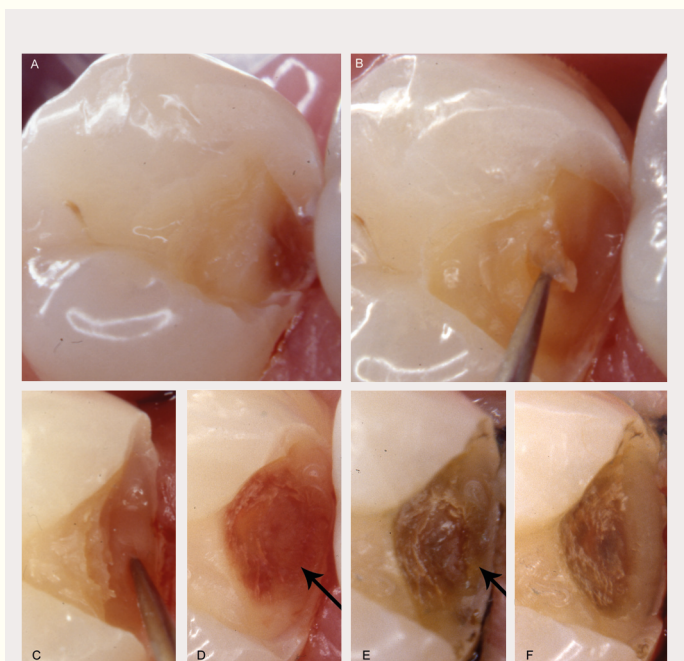
Figur 3. A: Eksempel på efterladt carieret dentin (5+12) efter seks mdr. svarende til samme mængde efterladt carieret dentin som vist i figur 2C. Er det optimalt under en permanent fyldning? B: Det efterladte carierede væv er fjernet med en håndekskavator. Den gradvise ekskavering færdiggøres uden perforation og med en tydelig forbedret kavitet for en permanent restaurering.



Figur 4. Det potentielle problem ved at efterlade for meget carieret dentin og/eller anvendelsen af en ikke holdbar restaurering ved gradvis og partiel ekskavering. A: Fyldningen er tabt (4+12), og den cariøse proces fortsætter i den efterladte dentincaries og kan tydelig visualiseres igennem emaljen, inden ekskavering påbegyndes. B: Under ekskavering ses demineraliseringen langs med emalje-dentin-grænsen. C: Bemærk, slutpræparationen er blevet væsentlig større og tættere på pulpa.

have været optimal under en permanent fyldning uden afsluttende ekskavering. Et eksempel på et «worst-case-scenario» viser en situation, hvor en fyldning er faldet ud (figur 4A), og hvor efterladt caries har fortsat sin progression med tydelig underminering af emalje til følge (figur 4B). Resultatet af denne mislykkede behandling er en meget større præparation, og med en tættere relation til pulpa er langtidsprognosen tillige forringet (figur 4C).

På baggrund af ovenstående kliniske eksempler er det tydeligt, at man kan godt inaktivere ganske meget aktivt carieret dentin, men samtidig undergår den carierede dentin så store ændringer i form af udtørring og skrumpling, hvilket potentielt kan kompromittere underlaget for en permanent restaurering. Dette problem er formodentlig mest kritisk i en approximal læsion, hvor dentin og restaurering har kontakt helt ud til det orale miljø. Følgende eksempel belyser dette forhold. Svarende til en præmolar i overkæben med caries okklusalt og approximant vises en testekskavering, hvor den indledende frilagte dentin er meget blød og disintegrerer umiddelbart ved berøring med en sonde (figur 5A, B). I modsætning til eksemplet i figur 3 fjernes her den superficielle og demineraliserede dentin. Tillige laves en markering med en sonde gingivalt i den ikke-renekskaverede perifere del af kaviteten for at visualisere overfladekonsistensen (figur 5C). Efter et behandlingsinterval på seks mdr. ses kaviteten efter fjernelse af den temporære fyldning. Den velkendte mørkere og udtørrede efterladte demineraliserede dentin kan ses som udtryk for nedsat cariesprogression. Sondemærket er tillige blevet mere synligt (figur 5E), og den demineraliserede dentin er krakeleret (som spalter i en udtørret jordskorpe). Igen kan det diskuteres, om denne kavitetsbund er optimal for en permanent restaurering, og motiverer samtidig den klassiske perifere ekskavering, der tilsigter en optimal ydre grænse for den efterfølgende restaurering. Det er selvfølgelig vigtigt at understrege, at dette var en testekskavering, som også udfordrer emnet vedrørende partiel ekskavering. I den virkelige kliniske situation er den perifere ekskavering selvklaart en procedure, der udføres under den indledende ekskavering. Der er ingen fare for perforation til pulpa, og man opnår en optimal kavitetsbund for den efterfølgende fyldning (figur 5F).



Figur 5. A: Klinisk sekvens med en test ekskavering (5+12) hvor undermineret emalje er fjernet. B: En sonde berører den aktive carierede dentin, som er gullig, våd og meget blød. C: I modsætning til eksemplet i figur 2 ekskaveres en større mængde carieret dentin, og med en sonde markeres et testmærke i den gingivale kasse appproximalt for at visualisere overfladekonsistens. D: Mængden af efterladt carieret dentin er gengivet inklusive testmærket i den appproximale kasse (pil). E: Efter behandlingsinterval (seks mdr.) er den efterladte carierede dentin ændret svarende til standset dentincaries. Testmærket fra sonden er nu synligere (pil), og den demineraliserede dentin er nærmest krakeleret. Kavitetbunden er ikke optimal for en permanent restaurering appproximalt og underbygger vores klassiske motiv i klinikken om perifer renekskavering i forbindelse med gradvis og partiel ekskavering. F: Reneksavering perifert i den aktuelle appproximale kavitet, som i den kliniske virkelighed selvfølgelig udføres i første besøg. Vi har endnu ikke systematiske data, der bekræfter, hvorvidt centralt beliggende carieret dentin kan efterlades ved profund caries på voksne som vist i F.

Hvorvidt mængden af efterladt dentin, som ses i figur 5F, kan efterlades permanent, er endnu ikke understøttet systematisk på profund caries svarende til et voksent klientel, hvorfor det fortsat ikke kan anbefales i klinisk praksis.

Kliniske undersøgelser omhandlende pulpaeksponerering ifm. caries

Direkte overkapning på ikke-carierede tænder har en dokumenteret bedre prognose (92 %) end pulpaeksponerering på carieslæsioner (33 %), og i begge situationer behandlet med calciumhydroxid (22). I forhold til profund caries har man tidligere anvendt en mere radikal overkapningsprocedure, kaldet partiel pulpotomi (23). Rationalet skulle være, at en eventuel pulpal inflammation i det cariesnære område ville blive fjernet, og samtidig skabes en bedre retention for calciumhydroxidcementen (23). Teknikken har vist gode resultater på unge individer uanset valg af bunddækning (24). I et nyere randomiseret studie på voksne individer var det dog ikke muligt at vise forskel mellem en direkte overkapning og en partiel pulpotomi, og

nok så væsentligt – behandlingerne gik dårligt i begge grupper. I syv ud af 10 tilfælde kom patienterne retur med smerter inden for det første år (6), svarende til en pulpaoverlevelse på samlet godt 34 %. Mulige grunde til dette kan være, at når hårdtvævsbarrieren brydes og pulpa er inflammeret, er det kritisk, hvad angår healing. Alderen spiller imidlertid også en rolle for prognosen af disse behandlinger; jo yngre individer, jo bedre prognose (25). En anden grund kan være ekskaveringsteknikken. Er vi i stand til at ekskavere uden at implementere fragmenter af infektiøs dentin? Endelig kan overkapningsmaterialet fortsat diskuteres; er calciumhydroxid det bedste valg i dag, hvor flere og flere studier viser fordele ved anvendelsen af Mineral Trioxid Aggregat (MTA), herunder dannelsen af en tættere forsegling? På linje med studiet af Mejare & Cvek (23) er MTA blevet anvendt på dybe stadier af caries på unge individer (26). Et eksempel på en direkte overkapning af et profund cariesangreb er vist i figur 6 med anvendelse af MTA. Bemærk, lagtykkelsen af MTA er betydelig sammenlignet med applikation af en calciumhydroxidbaseret cement. I figur 7 ses en MTA pulpaoverkapningsbehandling, hvor man klinisk normalt ville have vurderet, at konventionel rodbehandling var den eneste mulighed. Caries på røntgenbilledet har direkte kontakt til pulpakammeret (= ekstremt dyb caries). Ovenstående eksempler viser helingspotentialer selv ved så udtalte cariesangreb og rykker ved den klassiske opfattelse (15) af, at pulpa er irreversibelt inflammeret. Det skal bemærkes, at begge disse behandlinger er udført under mikroskop. En klinisk forstørrelse af ekskaveringsfeltet kan måske medvirke til at mindske en implementering af cariøse dentinfragmenter i pulpa. I dette lys aktualiseres behandling af ekstremt dybe cariesangreb.

Protokol for overkapning på ekstremt dybe cariesangreb på yngre individer

Den specifikke procedure for overkapning omtalt ovenfor er endnu ikke understøttet af andre randomiserede undersøgelser som værende den bedste, men gengives her punktvis svarende til den publicerede procedure (26), og bemærk restriktionerne.

Forundersøgelse

– Klinisk anamnese: Patienterne (bemærk undersøgt overvejende på børn og unge) har ingen form for subjektive smerter, der ville føre til diagnosen pulpitis irreversibilis.

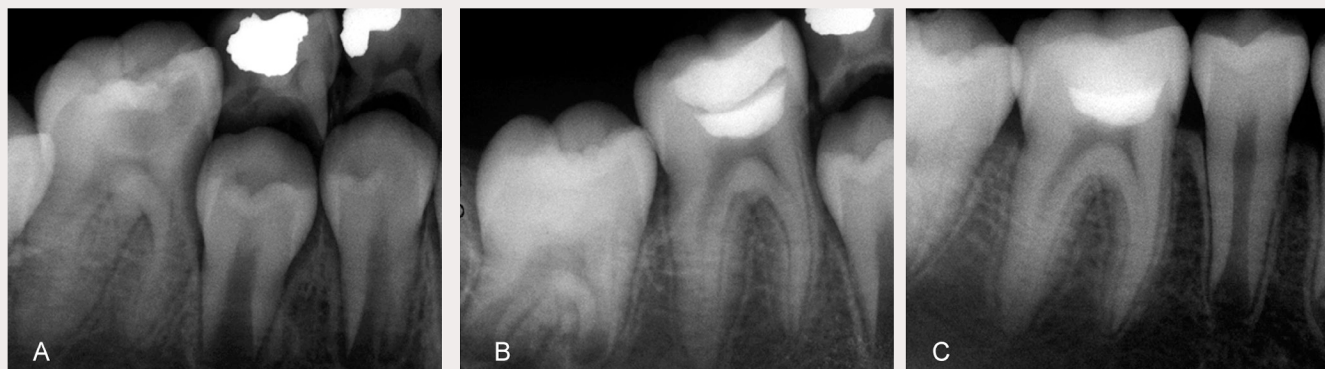
– Objektiv undersøgelse: Tandens vitalitet (kulde er den bedste teknik; ved anvendelse af kuldespray, hold vatpellet så tæt på spraydyksen som muligt, så vatpellet reelt nedfryses).

– Fremkaldes en voldsom smerte, der persisterer, undlades overkapning.

– Røntgenundersøgelse: Ingen apikal opklaring. Dybden af cariesangrebet er i den inderste fjerdedel af dentinen eller i kontakt med pulpa, og der ses derfor ingen veldefineret radiopaque zone mellem pulpa og den translucente zone (demineraliseret dentin).

Procedure for pulpaoverkapning (26)

– Der anvendes cariesdetektor, og ekskavering udføres under mikroskop til perforation.



Figur 6. A: Præoperativ røntgen af 12-årigt barn viser 6–1 med profund caries. B: Efter ekskavering til perforation. Bemærk lagtykkelse af MTA. Spalten mellem MTA og dækfyldning indeholder en fugtig vatpellet, der sikrer hærdning af MTA. Efter en uge appliceres en permanent restaurering direkte på MTA-cementen. C: Postoperativ etårskontrol med vitalitet samt veldefineret lamina dura periapikalt.

- Hæmostase etableres ved anvendelse af 5,25 % natriumhypoklorit i mindst 5 min.
- Ingen regler omkring størrelse af perforation; det afgørende er hæmostase.
- Kan der ikke opnås hæmostase, udføres pulpektomi.
- MTA appliceres i en tykkelse af 4–5 mm
- Temporær aflukning med glas-ionomer i en uge, da MTA skal gennemhærde inden endelig restaurering.
- Herefter appliceres endelig restaurering.

Hvorvidt ovenstående strategi på et voksent klientel med færdig rod-dannelse er den bedste løsning, er endnu ikke undersøgt systematisk i et randomiseret design. Endelig er det vigtigt at påpege, at et operationsmikroskop indgår ifm. ekskavering, hvilket måske er en del af forklaringen på, at sådanne behandlinger kan lykkes. Det reducerer selvfølgelig antallet af tandlæger, der reelt kan udføre ovenstående.

Protokol for gradvis ekskavering samt partiel ekskavering

Afslutningsvis opstilles punktvis de to procedurer, som i dag er understøttet af den højeste evidens ifm. behandling af dyb caries. Dels på voksne individer (> 18 år), hvor perforation forebygges under anvendelse af gradvis ekskavering i to besøg, dels på en yngre popula-

tion (< 18 år), hvor over-ekskavering forebygges ved partiel ekskavering i ét besøg. Bemærk de begrænsninger, der indgår i de to protokoller.

Gradvis ekskaveringsprocedure – forundersøgelse

- Klinisk anamnese: Ingen historik af voldsomme persisterende smerteanfald. Ingen historik med smerter, der har ført til manglende nattesøvn
- Objektiv undersøgelse: Tanden er vital (teknik jf. anamnese for pulpaoverkapning)
- Røntgenundersøgelse: Ingen apikal opklaring. Dybden af cariesangrebet er i den inderste fjerdedel af dentinen, og der er en veldefineret radiopaque zone mellem pulpa og den translucente zone (demineraliseret dentin).

Behandling

- Fjern så meget af den superficielle nekrotiske og demineraliserede dentin, at en provisorisk fyldning i glas-ionomer kan placeres i kaviteten.
- Perifer dentin er renekskaveret.
- Ingen pulpanær ekskavering.



Figur 7. A: Præoperativ røntgen af 12-årigt barn viser 6–14 med ekstremt dyb caries. B: Efter ekskavering til perforation og MTA applikation. C: Postoperativ etårskontrol med vitalitet samt veldefineret lamina dura periapikalt. Bemærk dannelsen af tertiær dentin.

- Calciumhydroxidbaseret cement og glasionomer.
- Behandlingsinterval 3–9 måneder (ikke afgørende, kan planlægges, så det passer med patientens behov).
- Endelig ekskavering udføres med håndekskavatorer.
- Calciumhydroxidbaseret cement og endelig restaurering.

Partiel ekskavering – forundersøgelse

- Klinisk anamnese: Ingen historik af voldsomme persisterende smerteanfald.
- Ingen historik af smerteanfald, der har ført til manglende nattesøvn (< 18 år).
- Objektiv undersøgelse: Tanden er vital (teknik jf. ovenfor).
- Røntgenundersøgelse: Ingen apikal opklaring. Anbefalet dybde af cariesangrebet omkring halvdelen af dentinen eller mere.

Behandling

- Fjern så meget af den superficielle nekrotiske og demineraliserede dentin, at den permanente fyldning kan placeres i kaviteten.
- Endelig ekskavering udføres med håndekskavatorer.
- Calciumhydroxidbaseret cement og endelig restaurering.

Teknikken er ikke systematisk undersøgt svarende til profund caries på voksne.

Taksigelse

Specialist i endodonti Dr. George Bogen, Los Angeles, Californien, USA takkes venligst for anvendelse af billedematerialet vedrørende pulpaoverkapning med MTA på dybe cariesangreb.

English summary

Bruun G, Bjørndal L.

Treatment of dental caries – evidence-based information from recent studies

Nor Tannlegeforen Tid. 2013; 123: 542–49.

Operative therapy of deep caries involves avoidance of extended excavation and prevention of pulp exposures. How much dentin can be left in the cavity, in relation to the depth of caries? Is it possible to objectively measure inflammation in the pulp? Should we still perform stepwise excavation in relation to the deep caries lesion? This debate has not always been based on sound evidence. Often the depth of the caries lesion is not defined, and there is a lack of randomized clinical trials for the recommendation of one treatment versus another, and consequently a variation in treatment develops between clinicians. Studies will be reviewed dealing with this dilemma, and the clinical procedures will be presented. The use of stepwise excavation versus one completed excavation on well-defined (cariou dentine radiographically visible in the pulp close 1/4 of the dentine with a radiodense zone present) deep caries on adults is recommended, as the number of pulp exposures is significantly reduced. Neither direct pulp capping nor partial pulpotomy performed on adults can be recommended on well-defined deep caries using calcium hydroxide. Partial excavation versus stepwise excavation on caries involving half the dentin depth or more (< 18-yr) shows no significant difference. Pulp-capping procedures using Mineral

Trioxide Aggregate (< 18-yr) on extreme deep caries (cariou dentine radiographically includes the entire thickness of the dentine) carries a good prognosis, yet the procedure has not been supported by randomized clinical trial among adults.

Litteratur

1. Oen KT, Thompson VP, Vena D et al. Attitudes and expectations of treating deep caries: a PEARL Network survey. *Gen Dent* 2007; 55: 197–203.
2. Bjørndal L, Hørsted Bindslev P. Odontogene smerter. *Tandlægebladet* 2010; 114: 224–31.
3. Ricketts DN, Kidd EA, Innes N et al. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database of Syst Rev* 2006: CD003808.
4. Hayashi M, Fujitani M, Yamaki C et al. Ways of enhancing pulp preservation by stepwise excavation – a systematic review. *J Dent* 2011; 39: 95–107.
5. Sackett DL, Straus SE, Richardson SW et al. Evidence-based medicine: how to practice and teach EBM. 2nd ed. 2000. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2000.
6. Bjørndal L, Reit C, Bruun G et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 290–7.
7. Torabinejad M, Shabahang S. Pulp and periapical pathosis In: Torabinejad M, Walton RE, eds. *Endodontics: Principles and Practice* 4th ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2009; 49–67.
8. Rauschenberger CR, McClanahan SB, Pederson ED et al. Comparison of human polymorphonuclear neutrophil elastase, polymorphonuclear neutrophil cathepsin-G, and alpha 2-macroglobulin levels in healthy and inflamed dental pulps. *J Endod* 1994; 20: 546–50.
9. Jontell M, Okiji T, Dahlgren U et al. Immune defense mechanisms of the dental pulp. *Crit Rev Oral Biol Med* 1998; 9: 179–200.
10. Olgart L, Bergenholtz G. The dentin-pulp complex: structures, functions and responses to adverse influences In: Bergenholtz G, Hørsted-Bindslev P, Reit C, eds. *Textbook of endodontology*. 2nd ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010; 11–32.
11. Brännström M, Lind PO. Pulpal response to early dental caries. *J Dent Res* 1965; 44: 1045–50.
12. Bjørndal L, Darvann T, Thylstrup A. A quantitative light microscopic study of the odontoblast and subodontoblastic reactions to active and arrested enamel caries without cavitation. *Caries Res* 1998; 31: 59–69.
13. Seltzer S, Bender IB, Ziontz M. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histological findings in the pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1963; 16: 846–71, 969–77.
14. Baume L. Dental pulp conditions in relation to dentinal pain. *Int Dent J* 1972; 22: 308–21.
15. Reeves R, Stanley HR. The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966; 22: 59–65.
16. Bjørndal L, Thylstrup A. A practice-based study on stepwise excavation of deep carious lesions in permanent teeth: a 1-year follow-up study. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26: 122–8.
17. Miyashita H, Worthington HV, Qualtrough A et al. Pulp management for caries in adults: maintaining pulp vitality. *Cochrane Database Syst Rev* 2007: CD004484.
18. Bjørndal L. Stepwise excavation may enhance pulp preservation in permanent teeth affected by dental caries. *J Evid Based Dent Pract* 2011; 11: 175–7.
19. Maltz M, Garcia R, Jardim JJ et al. Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. *J Dent Res* 2012; 91: 1026–31.

20. Bjørndal L, Bruun G, Markvart M et al. Randomised clinical trial on deep caries excavation 3–5 yr follow-up. *J Dent Res* 2012; 91. Abst. # 3032.
21. Zanata RL, Navarro MF, Barbosa SH et al. Clinical evaluation of three restorative materials applied in a minimal intervention caries treatment approach. *J Public Health Dent* 2003; 63: 221–6.
22. Al-Hiyasat AS, Barrieshi-Nusair KM, Al-Omari MA. The radiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students: a retrospective study. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 1699–705.
23. Mejäre I, Cvek M. Partial pulpotomy in young permanent teeth with deep carious lesions. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 238–42.
24. Qudeimat MA, Barrieshi-Nusair KM, Owais AI. Calcium hydroxide vs mineral trioxide aggregates for partial pulpotomy of permanent molars with deep caries. *Eur Arch Paediatr Dent* 2007; 8: 99–104.
25. Hørsted P, Søndergaard B, Thylstrup A et al. A retrospective study of direct pulp capping with calcium hydroxide compounds. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 29–34.
26. Bogen G, Kim JS, Bakland LK. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 305–15.

Adresse: Lars Bjørndal; Sektionen for Cariologi, Endodonti, Pædodonti og Klinisk Genetik, Odontologisk institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet. Nørre alle 20, 2200 København N. E-post: labj@sund.ku.dk

Artikkelen har gennemgået ekstern faglig vurdering.

Bruun G, Bjørndal L. Behandling af profund caries – baseret på evidens fra nyere kliniske undersøgelser. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2013; 123: 542–49.