

ABSTRACT

Vitale pulpabehandlinger udføres med henblik på at bevare pulpas forsvarsfunktioner og undgå pulpektomi og rodfyldning, som kan være teknisk udfordrende og ikke altid fører til det ønskede resultat. The European Society of Endodontology (ESE) har publiceret en statusrapport om vital pulpabehandling i tænder med profunde carieslæsioner, som i et vist omfang stemmer overens med de nationale retningslinjer i de nordiske lande. Der er stadig problemer med at vurdere pulpas tilstand i tænder med profunde carieslæsioner. Så længe carieslæsionen ikke har nået pulpa, anbefales behandlinger, der sigter på at undgå pulpaeksponeering, fx gradvis ekskavering. Men når pulpa er eksponeret på grund af caries, er der ikke overensstemmelse mellem anbefalingerne fra ESE og de nordiske landes nationale retningslinjer. Dette skyldes sandsynligvis manglende evidens for bedre effekt af én behandling frem for andre samt vanskeligheder med at afgøre, hvornår pulpa er irreversibelt beskadiget. Minimalt invasive behandlingsstrategier med nyudviklede hydrauliske calciumsilikatcementer har vist lovende resultater af vital pulpabehandling med henblik på at undgå rodkanalbehandling. Konceptet er under stadig udvikling, og man må forvente, at de kliniske anbefalinger på sigt bliver ændret.

EMNEORD Dental caries | dental pulp capping | dental pulp exposure | pulpectomy | pulpotomy



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
HELENA FRANSSON
helena.fransson@mau.se

Vitale pulpabehandlinger i tænder med profund caries

HELENA FRANSSON, associate professor, ph.d., Department of Endodontics, Faculty of Odontology, Malmö University, Malmö, Sweden

LINA STANGVALTAITE-MOUHAT, senior researcher, MPH, ph.d., Oral Health Center of Expertise in Eastern Norway (OHCE-E), Oslo, Norway

KATRI CROFT, specialist in cariology and endodontology, ph.d.-candidate, Oral Health Care in City of Espoo and Institute of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Diseases, University of Helsinki, Helsinki, Finland

ATHANASIA BLETSA, associate professor, ph.d., Oral Health Centre of Expertise in Western Norway, Vestland Bergen and Institute of Clinical Dentistry, University of Bergen, Bergen, Norway

LARS BJØRNDAL, lektor, dr.odont., ph.d., Cariologi og Endodonti, Sektion for Klinisk Oral Mikrobiologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

► Accepteret til publikation den 6. august 2022

Tandlægebladet 2023;127:36-44

H **ÅNDRING AF PROFUNDE CARIESLÆSIONER** er stadig en udfordring for tandlæger. Spørgeskemaundersøgelser har vist betydelig variation blandt tandlæger, når det drejer sig om vitale pulpabehandlinger ved profunde carieslæsioner eller caries med pulpaeksponeering (1-5).

Det er vigtigt at bevare pulpas vitalitet, hvis det overhovedet er muligt, da den vitale pulpas mange funktioner i forbindelse med forsvar, heling og proprioception går tabt efter rodkanalbehandling (6-8). Derudover kan rodkanalbehandling være både dyr og tidskrævende, og epidemiologiske studier har vist, at apikal parodontitis er et hyppigt fund ved rodbehandlede tænder (9). Kort sagt – rodkanalbehandling fører ikke altid til det ønskede resultat. Minimalt invasive behandlingsstrategier med nyudviklede biomaterialer har vist lovende resultater med hensyn til at undgå rodkanalbehandling ved hjælp af vital pulpabehandling. The European Society of Endodontology (ESE) har publiceret en statusrapport om vital pulpabehandling, som i et vist omfang stemmer overens med nationale retningslinjer og anerkendt praksis i Danmark, Finland,

Kliniske spørgsmål

Spørgsmål	Kliniske anbefalinger	
	European Society of Endodontology (ESE)	Nationale retningslinjer eller tilsvarende dokumenter
Hvilke kliniske indikatorer ligger til grund for beslutning om fjernelse af pulpa (pulpektomi) i tænder med profund caries?	Patientens symptomer og kliniske fund ved undersøgelse og under ekskavering samt radiologisk bedømt dybde på carieslæsionen	DK, NO som ESE: FI: Klinisk diagnosticeret irreversibel pulpitis og/eller radiologiske tegn på infektion. Der skelnes ikke mellem profunde og meget profunde læsioner; den radiologisk bedømte dybde er ikke per se en kontraindikation for selektiv ekskavering SE: Primært carieslæsionens dybde
Hvad er den foretrukne behandling med henblik på at undgå pulpaeksposering ved profunde carieslæsioner? Gradvis ekskavering eller selektiv ekskavering i én seance?	Ingen klar konklusion. Både gradvis ekskavering og selektiv ekskavering i én seance anbefales	DK: Gradvis ekskavering indgår som en ydelse i overenskomsten mellem den offentlige sygesikring og Tandlægeforeningen FI: Ingen præference, begge indgreb anbefales NO: Gradvis ekskavering har første prioritet, men begge behandlinger anbefales SE: Ingen præference, begge indgreb anbefales
Hvilken vital pulpabehandling (direkte overkapning, partiel pulpotomi eller komplet pulpotomi) foretrækkes i tænder med profund caries og pulpaeksposering?	Direkte overkapning eller partiel pulpotomi med udvidet protokol er indiceret i tænder med asymptomatiske eller reversibelt inflammert pulpa. Komplet pulpotomi kan være indiceret i tænder med partiel irreversibel pulpitis	DK: Komplet pulpotomi er en behandlingsmulighed for unge (indtil 21 år) ifølge overenskomsten mellem den offentlige sygesikring og Tandlægeforeningen. Direkte overkapning indgår i overenskomsten uanset alder. Partiel pulpotomi omtales ikke FI: Direkte overkapning foretrækkes ved små eksponeringer (≤ 2 mm). Partiel pulpotomi eller komplet pulpotomi anbefales især til børn og unge i tilfælde, hvor der ikke kan opnås hæmostase ved forsøg på overkapning, eller hvis eksponeringen er større (> 2 mm) NO, SE: Pulpektomi har højere prioritet end direkte overkapning og partiel pulpotomi. Komplet pulpotomi omtales ikke som en permanent behandlingsmulighed
Hvilket overkapningsmateriale anbefales?	Hydraulisk calciumsilikatcement	DK, NO, SE: Hydraulisk calciumsilikatcement eller calciumhydroxidcement FI: Hydraulisk calciumsilikatcement

Danmark (DK), Finland (FI), Norge (NO), Sverige (SE)

Tandrestaurering. Current Care Guidelines. Working group set up by the Finnish Medical Society Duodecim and the Finnish Dental Society Apollonia. Helsinki: The Finnish Medical Society Duodecim, 2018 (set 3.3.2022). Tilgængelig på finsk: <http://www.kaypahoito.fi>.

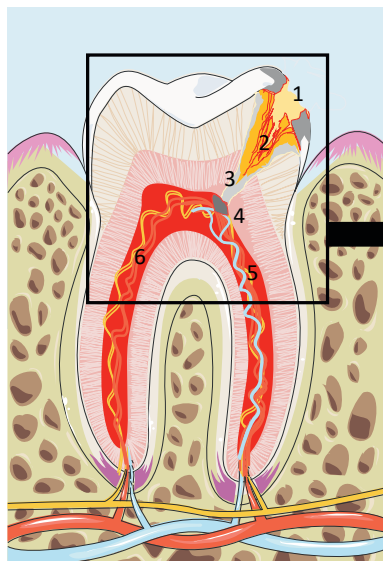
Rodkanalbehandling. Current Care Guidelines. Working group set up by the Finnish Medical Society Duodecim and the Finnish Dental Society Apollonia. Helsinki: The Finnish Medical Society Duodecim, 2022 (set 20.5.2022). Tilgængelig på finsk: <http://www.kaypahoito.fi>.

Nationella riktlinjer för tandvård, Socialstyrelsen. Tilgængelig på svensk: <https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/nationella-riktlinjer/2021-9-7549.pdf>

Table 1. Kliniske spørgsmål vedrørende vital pulpabehandling i tænder med profunde carieslæsioner hos voksne. Anbefalinger fra European Society of Endodontology's statusrapport: Management of deep caries and the exposed pulp (2019) (10) og væsentlige afvigelser herfra i de nationale kliniske retningslinjer eller tilsvarende dokumenter og/eller anvendt praksis i Danmark, Finland, Norge og Sverige.

Table 1. Clinical questions raised regarding vital pulp treatments in teeth with deep carious lesions in adults. Recommendations from European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp (2019) (10) and any principal deviations from these recommendations in national guidelines, equivalent documents and/or current practice in Denmark, Finland, Norway and Sweden.

Profund carieslæsion



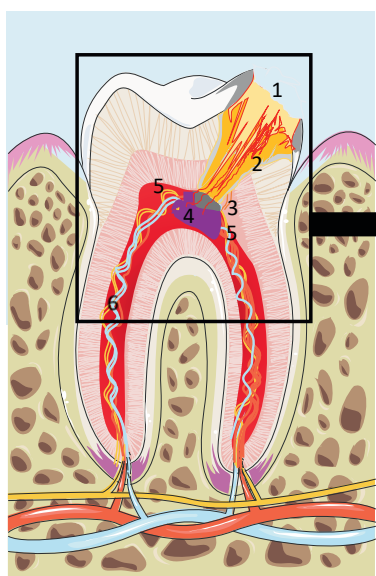
Smart.servier.com

1. En dyb carieslæsion med typisk demineralisering langs emalje-dentingrænsen, udstrækning til den pulpale fjerdedel af dentinens tykkelse og forekomst af en cariogen biofilm
2. Bakteriell indtrængen i dentintubuli; demineralisering af dentinmatrix og frigivelse af enzymer og vækst faktorer
3. Hypermineraliseret/translucent dentin
4. Dannelse af tertiær dentin
5. Forøget vaskulær permeabilitet, voksende inflammatorisk infiltrat, eventuelt nerveproliferation
6. Normalt pulpavæv

Fig. 1. Illustration af en tand med en profund carieslæsion, der ikke strækker sig igennem hele dentinens tykkelse. I pulpa ses forandringer, som skyldes et respons mod mikroorganismerne i carieslæsionen (cariogen biofilm); pulpa er lokalt inflammatorisk, selvom der ikke er nogen etableret infektion. Hvis carieslæsionen behandles med gradvis ekskavering eller selektiv ekskavering i én seance, reduceres risikoen for pulpaeksposering, og pulpa har en chance for at komme sig uden behov for mere omfattende endodontisk behandling.

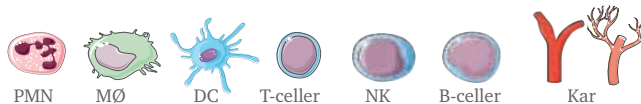
Fig. 1. Illustration of a tooth with a deep carious lesion, not extended throughout the entire dentin thickness. The changes seen in the pulp is a response to the microorganisms in the carious lesion (cariogenic biofilm); the pulp is locally inflamed though there is no established infection. If the carious lesion is managed by stepwise excavation or selective carious-tissue removal in one-stage, the risk for pulp exposure is reduced and the pulp have chance to recover without the need for endodontic treatment.

Ekstrem dyb



Smart.servier.com

1. En ekstrem dyb carieslæsion, som strækker sig igennem hele dentinens tykkelse med mere udtalt spredning langs emalje-dentingrænsen og forekomst af en cariogen biofilm
2. Bakteriell infiltration og frigivelse af enzymer og vækstfaktorer under demineralisering af dentin
3. Tertiær dentin og pulpavæv penetreres af bakterier
4. Zone med nekrose og mikroabsces
5. Intens kronisk inflammatorisk infiltrat med neutrofile granulocytter, makrofager, dendritiske celler, B- og T-lymfocytter samt forøget vasodilatation og angiogenese, se nedenfor.



6. Normalt pulpavæv

Fig. 2. Illustration af en tand med meget profund carieslæsion, der strækker sig helt igennem dentinen. Der ses lokal pulpanekrose, og det nekrotiske område er sæde for en infektion. Der er behov for invasiv pulpabehandling; når pulpahornet har lokal nekrose og mikroabsces er der forskellige behandlingsmuligheder, der strækker sig fra partiel pulpotomi med fjernelse af den øverste del af den vitale pulpa til pulpektomi, hvor hele pulpa fjernes, og tanden forsynes med en rodfyldning.

Fig. 2. Illustration of a tooth with an extremely deep carious lesion extending through the dentin. The pulp is locally necrotic, and infection is established in the necrotic part. Invasive pulp treatment is advocated: in case the pulp horn has local necrosis and micro-abscess, the treatment recommendations differ and could be anything from partial pulpotomy with removal of the superficial part of the vital pulp to pulpectomy where the entire pulp is removed, and a root filling is placed in the tooth.

Norge og Sverige (Tabel 1) (10). I denne artikel vil vi på baggrund af den omtalte statusrapport orientere læserne om, hvor vi i dag står med hensyn til vital pulpabehandling i tænder med profunde carieslæsioner. Profund caries opdeles her efterfølgende i dyb og ekstrem dyb caries. Fokus ligger på voksne patienter.

VURDERING AF PULPAS TILSTAND

Inden man påbegynder en vital pulpabehandling, er det nødvendigt at vurdere pulpas tilstand. Inflammation i pulpa kan skyldes en række forskellige stimuli som fx mikrobiel infektion, fysisk, kemisk eller termisk skade. Fra et klinisk synspunkt kan både caries, traumer og operative indgreb fremkalde pulpitis; men den mikrobiologiske udfordring har den mest omfattende skadevirkning på pulpavævet og udgør den største trussel mod pulpas vitalitet. Man har derfor i klinikken haft forskellig tilgang til behandling af en eksponeret pulpa, afhængigt af om eksponeringen skyldes caries eller traume. I tænder med traumatisk betinget pulpaeksponering anses vital pulpabehandling for gunstig, mens vital pulpabehandling stadig er omdiskuteret i forbindelse med cariøst betinget pulpaeksponering.

Gradvis sygdomsprogression

Pulpitis er en klinisk og histologisk betegnelse for inflammation i pulpa. Pulpainflammation er et fysiologisk respons og indgår i sårhelingsprocesser ligesom inflammation andre steder på kroppen. Det er velkendt, at pulpa-dentinorganet besidder immunologiske forsvarsmekanismer, og at der er mulighed for heling, hvis et irriterende stimulus fjernes, og tanden restaureres sufficient (11,12). I løbet af cariesprocessen fører mikrobiel indtrængen og frigivelse af bakterielle produkter via dentintubuli til et inflammatorisk respons, som er lokaliseret til området lige under carieslæsionen, længe inden pulpa bliver eksponeret. Når carieslæsionen skrider frem og dentindemineraliseringen når helt ind til pulpa, vil der være lokale foci med nekrotisk væv og omfattende bakteriel kolonisering. Med henblik på at beskytte det vitale væv dannes der en inflammationszone af varierende udstrækning i det tilstødende krone-pulpa-væv, mens der kan ses uinflammert pulpavæv med normal struktur mere apikalt eller ved flerrodete tænder i det modsatte pulpahorn (Fig. 1 og 2) (13,14). Derimod vil der ved pulpaeksponering i en intakt tand som følge af et tandtraume eller accidentel perforation kun være få bakterier til stede, og der er derfor kun en meget begrænset inflammation i området. Man kan almindeligvis gå ud fra, at resten af pulpa er sund og i stand til at hele (15,16), men hvis der ikke indsættes en adækvat behandling, kan både infektion og inflammation brede sig og bringe pulpas overlevelse i fare.

Reversibel og irreversibel pulpitis

For at kunne tage de rigtige kliniske beslutninger og vælge den rigtige behandling, er vi nødt til at have nøjagtige kliniske kriterier til vurdering af, om pulpa er i stand til helt eller delvis at hele og vende tilbage til den normale tilstand eller ej. Den dikotome definition af reversibel/irreversibel pulpitis, som American Association of Endodontists (AAE) foreslår (17), er en stærkt forsimplet beskrivelse (Tabel 2). Alle de teknikker, der i dag anvendes i klinikken, har begrænsninger med hensyn til at skelne

Klinisk relevans

Det er vigtigt at vælge minimalt invasive behandlinger, når det overhovedet er muligt. Gradvis ekskavering og selektiv ekskavering i én seance reducerer sandsynligheden for pulpaeksponering i tænder med dyb caries. Når carieslæsionen er meget dyb og strækker sig ind i pulpa, kan behandlingen enten være direkte overkapning, pulpotomi eller pulpektomi, men valget imellem dem kan ikke underbygges af nagelfast videnskabelig evidens. Vital pulpabehandling af eksponeret pulpa er et område under udvikling, selvom vanskelighederne ved at bedømme, om pulpa har taget irreversibel skade stadig er uløste.

mellem reversibel og irreversibel pulpitis og til at forbinde den inflammatoriske tilstand med helingspotentialer i de afficerede væv. Desværre er den kliniske diagnostik af pulpasygdomme kun et kvalificeret gæt med risiko for fejltagelser, da der ikke er tilstrækkelig videnskabelig evidens til vurdering af, hvor nøjagtigt kliniske symptomer og provokationstests kan afgøre, om inflammationen i pulpa er reversibel eller irreversibel (18). Der er dog relativt god overensstemmelse mellem kliniske definitioner på irreversibel pulpitis og forekomst af bakterier i de nekrotiske områder i kronepulpa (14). Nyere data om carierede tænders histologiske og bakteriologiske profil ved fremskredet sygdomsstadie understøtter også, at inflammationen er lokaliseret til pulpakammeret og hænger sammen med carieslæsionens dybde (19).

I de senere år er der i kliniske studier påvist gode resultater med vitale pulpabehandlinger (komplet og partiel pulpotomi) i tilfælde med symptomer på irreversibel pulpitis (20-22). Da infektion og inflammation i pulpa kan forringe resultatet af vital pulpabehandling (23), er der tydeligvis behov for en mere sensitiv klassifikation af pulpasygdomme (24). Wolters et al. har for nylig foreslået en ny klassifikation af pulpitis, hvor den kliniske diagnose relateres til vital pulpabehandling ud fra den betragtning, at der altid er vitalt pulpavæv, som har helingspotentialer, hvis det håndteres korrekt (Tabel 1) (25). Et prospektivt klinisk studie har undersøgt effektiviteten af partiel pulpotomi, hvis de præoperative symptomer relateres til Wolters et al.s klassifikation (26). Konklusionen var, at behandling med partiel pulpotomi var lige vellykket for reversibel og irreversibel pulpitis, når man anvendte AAE's klassifikation, men når man anvendte Wolters et al.s klassifikation, var der signifikant forskel på resultaterne ved lette og svære tilfælde af pulpitis (26).

HVORDAN UNDGÅR MAN PULPAEKSPONERING?

I publikationer om pulpaoverkapning viser illustrationerne ofte eksempler på carieslæsioner, som kan give anledning til overvejelser om, hvorvidt den invasive pulpabehandling var nødvendig eller kunne have været undgået. Der er ikke konsensus om indikationerne for at foretage invasive pulpabehandlinger kontra at prøve at undgå pulpaeksponering i tænder med profund caries, og faktisk er der heller ikke nogen entydig definition på, hvad ▶

Klassifikationer af pulpas tilstand

	Rationale	Kritikpunkter
Reversibel/Irreversibel pulpitis ifølge AAE	<ul style="list-style-type: none"> • Baseret på fund og symptomer • Konsensus om fund og symptomer for binær prognosevurdering: kan hele efter vital behandling versus kan ikke hele efter vital behandling 	<ul style="list-style-type: none"> • Forsimpler pulpittens komplekse og ofte uforudsigelige natur • Afspejler ikke pulpainflammationens gradvise natur • Kan ikke skelne mellem lokaliseret og komplet pulpaskade • Objektive mål for pulpainflammation såsom carieslæsionens dybde og kliniske indikatorer for cariesaktivitet (fx farve og progressionshastighed) tages ikke i betragtning
Initial, Mild, Moderat og Svær pulpitis ifølge Wolters et al.	<ul style="list-style-type: none"> • Baseret på fund og symptomer • Tager den gradvise inflammation i pulpa i betragtning, skelner mellem begrænset lokal, begrænset ekstensiv og ekstensiv lokal inflammation i kronepulpa, som muligvis strækker sig ned i rodkanalerne. • Kan fungere som prognostisk guide for klinikere, der skal beslutte sig for eller imod vital pulpabehandling 	<ul style="list-style-type: none"> • Forsimpler pulpittens komplekse og ofte uforudsigelige natur - Objektive mål for pulpainflammation såsom carieslæsionens dybde og kliniske indikatorer for cariesaktivitet (fx farve og progressionshastighed) tages ikke i betragtning

AAE (American Association of Endodontists) tilgængelig i <https://www.aae.org> <https://f3f142zs0k2w1kg84k5p9i1o-wpengine.netdna-ssl.com/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/endodonticdiagnosisfall2013.pdf>

Table 2. To eksempler på klassifikation af pulpas tilstand. Rationalet bag og kritik af de to klassifikationer ifølge American Association of Endodontists (AAE) (17) og Wolters et al. (25) præsenteres.

Table 2. Two examples of pulp status classifications. The rationale and criticism to the two classifications by the American Association of Endodontists (AAE) (17) and Wolters et al. (25) is presented.

Vitale pulpabehandlinger

Gradvis ekskavering	I første seance ekskaveres kavitetens perifere vægge til hård dentin. Blød dentin efterlades på den pulpale væg, og kaviteten restaureres midlertidigt. 6-12 måneder senere genåbnes kaviteten, og der foretages selektiv ekskavering til fast dentin. Tandens forsynes med en permanent restaurering.
Selektiv ekskavering i én seance	Kavitetens perifere vægge ekskaveres til hård dentin. Blød eller fast dentin efterlades på den pulpale væg. Tandens forsynes med en permanent restaurering.
Direkte overkapning	Aseptisk arbejde og brug af forstørrelse anbefales. Pulpasåret desinficeres, og der opnås hæmostase fx ved hjælp af NaOCl (natriumhypoklorit). Hydraulisk calciumsilikatcement appliceres på pulpasåret. Tandens forsynes med en permanent restaurering.
Partiel pulpotomi	Aseptisk arbejde og brug af forstørrelse anbefales. En lille del af det koronale pulpavæv omkring eksponeringen fjernes. Pulpasåret desinficeres, og der opnås hæmostase fx ved hjælp af NaOCl (natriumhypoklorit). Hydraulisk calciumsilikatcement appliceres på restpulpa. Tandens forsynes med en permanent restaurering.
Komplet pulpotomi	Aseptisk arbejde anbefales. Kronepulpa fjernes ned til kanalindgangene, og der opnås desinfektion og hæmostase fx ved hjælp af NaOCl (natriumhypoklorit). Hydraulisk calciumsilikatcement appliceres direkte på pulpavævet ved kanalindgangene. Tandens forsynes med en permanent restaurering.

Table 3. Udførelse af forskellige vitale pulpabehandlinger ifølge European Society of Endodontology's statusrapport (10).

Table 3. Concepts of different vital pulp treatments according to the position paper by the European Society of Endodontology (10).

en profund carieslæsion egentlig er. Evidensen tyder på, at det er muligt at undgå pulpaeksponering i veldefinerede dybe carieslæsioner, der radiologisk bedømt strækker sig ind i den pulpale fjerdedel af dentinen og tydeligt afgrænses fra pulpa af en radioopak zone (27). I randomiserede kliniske studier, hvor det er muligt at drage sammenligninger, viser data over en femårig periode, at andelen af tænder med bevaret pulpavitalitet i disse tilfælde var over 70 %, men kun lidt under 10 % i tilfælde med pulpaeksponering (28). Dette tyder på, at det er vigtigt for prognosen at undgå pulpaeksponering i permanente tænder med profunde læsioner. Derimod kan det ikke anbefales at undgå pulpaeksponering ved ekstremt dybe læsioner, der strækker sig ind i pulpa (19,29).

Gradvis ekskavering

Det vigtigste behandlingskoncept til at undgå pulpaeksponering er gradvis ekskavering (Tabel 3). Det er et indgreb i to tempi, hvor formålet med første seance er at foretage en se-

lektiv fjernelse af carieret væv ind til blød dentin og kun at fjerne så meget carieret dentin, så der kan lægges en midlertidig fyldning. Der fjernes derfor meget lidt væv i det profunde, pulpanære område, hvilket indebærer, at der efterlades blød dentin centralt i kaviteten. I de perifere dele af kaviteten fjernes derimod al carieret dentin, dvs. nonselektiv ekskavering til hård dentin, så kaviteten kan forsegles sufficient. Ved anden seance 6-12 måneder senere foretages selektiv ekskavering til fast dentin centralt i kaviteten. ESE definerer dentinens hårdhed således: "Blød dentin kan ekskaveres med minimal modstand ved hjælp af håndinstrumenter, mens fast dentin yder modstand mod ekskavering med håndinstrumenter. Hård dentin skal være sund og resistent over for sondering" (10). Dette illustreres i Fig. 3. Konceptet bag udførelse i to seancer er, at cariesprocessen i dentinen standses under den midlertidige fyldning. Kliniske bakteriestudier viser, at den dyrkbare flora bliver reduceret markant i løbet af behandlingsintervallet (30), og histologiske data afslører også, at risikoen for, at bakterier ►

Ekskavering

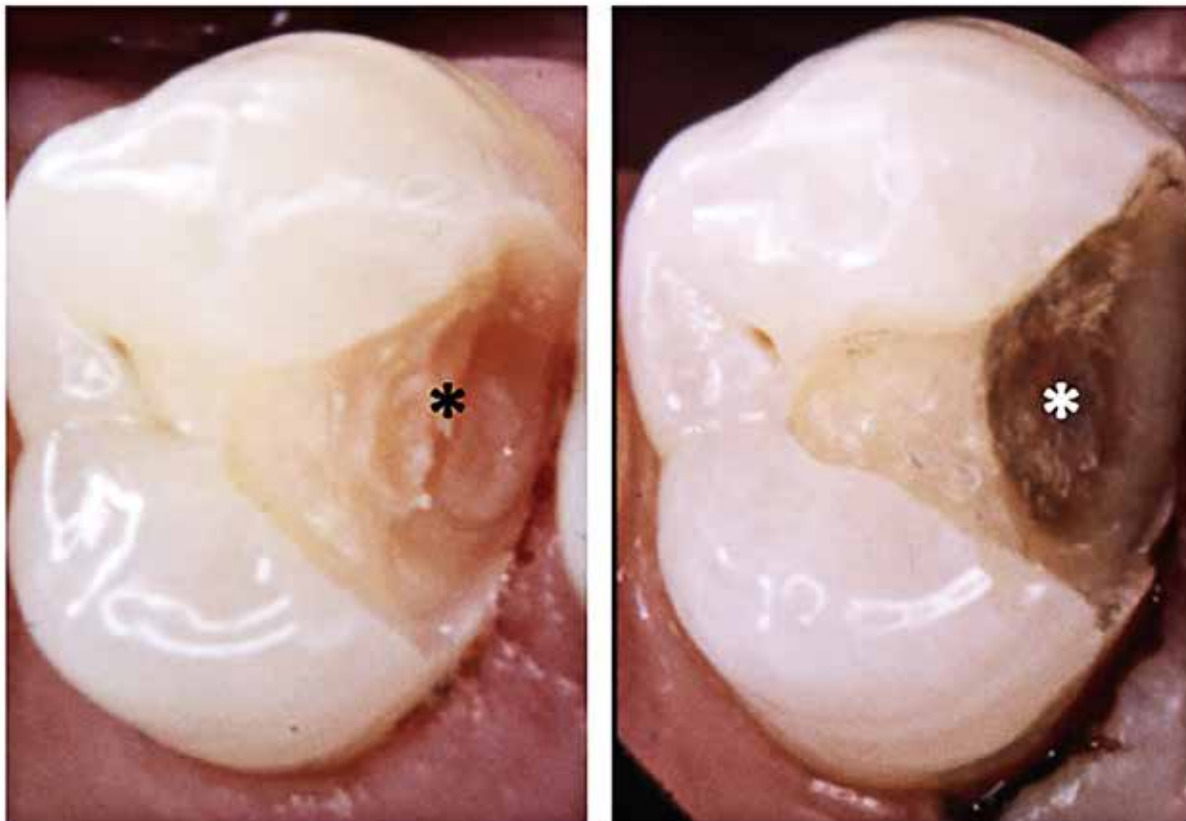


Fig. 3. Fotos af to præparationer. Den sorte stjerne markerer et område, som er blevet selektivt ekskaveret til blød dentin, og den hvide stjerne markerer et område, som er blevet selektivt ekskaveret til fast dentin. I begge tilfælde er de perifere områder blevet ekskaveret nonselektivt til hård dentin.

Fig. 3. Photographs of two preparations. The black star indicates an area which has been selectively excavated to soft dentin and the white star indicates an area which has been selectively excavated to firm dentin. In both preparations the peripheral areas have been non-selectively excavated to hard dentin.

trænger ind i pulpa i dybe veldefinerede carieslæsioner, er meget ringe. Derimod vil der ved carieslæsioner, der strækker sig gennem hele dentinens tykkelse, typisk forekomme indtrængen af bakterier i pulpakammeret defineret som en ekstrem dyb carieslæsion (19,31). Den endelige fjernelse af efterladt dentin uden cariesaktivitet bliver mindre invasiv. Endvidere vil det hulrum, der opstår mellem den midlertidige fyldning og den skrumpende dentin uden cariesaktivitet, blive elimineret, og den permanente restaurering kan fremstilles i en stabil kavitet.

Selektiv ekskavering i én seance

Det er omdiskuteret, hvorvidt den anden seance ved gradvis ekskavering er nødvendig, og i flere af de nordiske lande anbefaler man nu selektiv ekskavering i én seance (Tabel 1 og 3). Behandlingen er identisk med gradvis ekskavering, bortset fra at der lægges en permanent restaurering i stedet for en midlertidig, og at der dermed bevidst efterlades blød dentin centralt i kaviteten (32).

PULPAEKSPONERING

Hvis der forekommer pulpaeksponering under fjernelse af carieret væv, kan man vælge enten vital pulpabehandling eller pulpotomi (33). Den vitale pulpabehandling kan enten være direkte overkapning, partiel pulpotomi eller komplet pulpotomi (Tabel 3) (10). Det er ikke muligt at give evidensbaserede anbefalinger, da der kun findes få undersøgelser, som direkte sammenligner de tre vitale behandlinger indbyrdes eller i forhold til pulpektomi (27,28,34,35).

Direkte overkapning

I tænder med profunde carieslæsioner med pulpaeksponering anbefales direkte overkapning, hvis tanden er asymptomatisk, eller patientens symptomer tyder på reversibel pulpitis, men kun efter nonselektiv ekskavering (10). ESE foreslår en udvidet protokol for direkte overkapning i tænder med profunde carieslæsioner. Der mangler imidlertid randomiserede kontrollerede studier, som underbygger denne protokol, der bl.a. omfatter desinfektionsmidler, brug af forstørrelse og anvendelse af hydraulisk calciumsilikatcement som overkapningsmateriale.

Før anbringelsen af overkapningsmaterialet skaber man hæmostase ved hjælp af en steril vatpelt, som er dyppet i desinfektionsmiddel (36,37). Trenden går i retning af natriumhypoklorit i stedet for sterilt saltvand i forbindelse med vitale pulpabehandlinger (26). Når hæmostasen er opnået i løbet af 5-10 minutter (37), anlægges et overkapningsmiddel som fx hydraulisk calciumsilikatcement eller mineraltrioxidaggregat, og tanden forsynes med en permanent restaurering (38). Udfaldet af overkapningen afhænger formentlig af, hvor inflammatorisk pulpa er, om end en nyere systematisk oversigt og metaanalyse har påvist en succesrate på 84-86 % efter 2-3 år. Evidensen blev dog bedømt til at være af lav kvalitet (38).

Partiel pulpotomi

Partiel pulpotomi er også en mulighed i et tilsvarende scenarie med pulpaeksponering under ekskavering i en tand uden symptomer eller med symptomer på reversibel pulpitis; det er vigtigt

altid at sikre et aseptisk miljø (10). Partiel pulpotomi omfatter fjernelse af det øverste lag af eksponeret pulpavæv, hvilket sikrer eliminering af bakterier, inflammatorisk pulpavæv og eventuelle inficerede dentinspånner (39). Fjernelse af pulpavæv sker med et skarpt instrument og et sterilt bor ved høj hastighed med vandafkøling (10). Hvis der ikke i løbet af fem minutter kan opnås hæmostase med et desinfektionsmiddel, kan man fjerne mere pulpavæv og igen forsøge at opnå hæmostase. Overkapningsmateriale må kun appliceres, hvis der er opnået hæmostase. Ifølge en systematisk oversigt og metaanalyse er succesraten for partiel pulpotomi i posteriore permanente tænder 92 % efter to år (40).

Komplet pulpotomi

Komplet pulpotomi har været foreslået som et alternativ til rod-kanalbehandling (10), men anbefales ikke som permanent behandling i de nordiske lande. Komplet pulpotomi indebærer fjernelse af hele kronepulpa og placering af et overkapningsmateriale på kanalindgangene (41,42). Proceduren kan formentlig gennemføres uden forstørrelse; men det anbefales at arbejde aseptisk, at anvende en hydraulisk calciumsilikatcement og at foretage permanent restaurering med det samme (10). I en systematisk oversigt om komplet pulpotomi i færdigdannede tænder med symptomer på irreversibel pulpitis fandt man efter tre år en klinisk succesrate på 94 % og en radiologisk succesrate på 88 % (43). Det må dog bemærkes, at de inkluderede studier havde høj risiko for bias, og at epidemiologiske studier har vist en høj prævalens af apikal parodontitis i tænder, der har været behandlet med komplet pulpotomi (44).

KONTROL EFTER VITALE PULPABEHANDLINGER

Kontrol efter alle typer af vitale pulpabehandlinger beror på det enkelte patienttilfælde, men skal principielt baseres på prognosen for behandlingen og sandsynligheden for alvorlige komplikationer, hvis en mislykket behandling ikke opdages. Tegn på mislykket vital pulpabehandling kan være en eller flere af følgende tilstande:

- Smerte
- Tab af vitalitet
- Periapikal opklaring på røntgenoptagelse

Dertil kommer, at der ved tænder, der ikke er færdigdannede, også skal være tegn på fortsat rodudvikling (45). Patienter med symptomer skal behandles med udgangspunkt i symptomerne, men da det notorisk er svært på forhånd at afgøre, om pulpa er reversibelt inflammatorisk, og da sygdomsprogression, der fører til pulpanekrose og apikal parodontitis, i mange tilfælde sker uden symptomer, tilrådes det, at man løbende kontrollerer vitaliteten og de periapikale forhold på tænder, der har været behandlet med vital pulpabehandling (18).

SUNDHEDSØKONOMISKE ASPEKTER VED VITAL PULPABEHANDLING

Da der kun findes få studier, der direkte sammenligner forskellige vitale pulpabehandlinger, er grundlaget for at udføre sundhedsøkonomiske beregninger svagt, og der er da også kun publiceret få af den type undersøgelser (27,28,34,35,46,47). På baggrund af økonomiske modeller ser det dog ud til, at initial

behandling med overkapning er omkostningseffektiv sammenlignet med rodkanalbehandling hos børn og unge med pulpaeksposering som følge af caries, hvorimod pulpektomi og rodfyldning synes mere omkostningseffektivt hos ældre patienter (48,49). Forestillingen om, at selektiv ekskavering i én seance er mere effektiv end gradvis ekskavering når man inddrager

risiko for behandlingssvigt og ekstraomkostninger, er ikke fuldt underbygget (29,50).

TAK

Anca Virtej, Universitetet i Bergen, takkes for værdifuld hjælp med Figur 1 og 2. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

VITAL PULP TREATMENTS IN TEETH WITH DEEP CARIOUS LESIONS

Vital pulp treatments (VPT) are performed to preserve the defense functions of the pulp and thus to avoid pulpectomy and root filling which can be technically demanding and not always ends up with the desired outcome. The European Society of Endodontology (ESE) has published a position paper on VPT in teeth with deep carious lesions which partly matches to national guidelines in Nordic countries. There are unsolved difficulties in assessing the pulpal status in teeth with deep carious lesions. As long as the carious lesion has not reached the pulp, treatments performed to avoid pulp

exposure, such as stepwise excavation, are recommended. On the other hand, when the pulp is exposed due to caries, the recommendations are somewhat different between the ESE and national guidelines in Nordic countries. This is most probably due to lack of evidence favoring one treatment over the other and due to difficulties in assessing which exposed pulps are irreversibly damaged. Minimally invasive management strategies with recently developed hydraulic calcium silicate cements show promising results of VPTs aiming at avoiding root canal treatment. The VPTs will be further developed and changes to clinical recommendations are anticipated.

LITTERATUR

1. Frisk F, Kvist T, Axelsson S et al. Pulp exposures in adults – choice of treatment among Swedish dentists. *Swed Dent J* 2013;37:153-60.
2. Schwendicke F, Stangvaltaite L, Holmgren C et al. Dentists' attitudes and behaviour regarding deep carious lesion management: a multi-national survey. *Clin Oral Investig* 2017;21:191-8.
3. Stangvaltaite L, Schwendicke F, Holmgren C et al. Management of pulps exposed during carious tissue removal in adults: a multi-national questionnaire-based survey. *Clin Oral Investig* 2017;21:2303-9.
4. Croft K, Kervanto-Seppälä S, Stangvaltaite L et al. Management of deep carious lesions and pulps exposed during carious tissue removal in adults: a questionnaire study among dentists in Finland. *Clin Oral Investig* 2019;23:1271-80.
5. Edwards D, Bailey O, Stone S et al. The management of deep caries in UK primary care: A nationwide questionnaire-based study. *Int Endod J* 2021;54:1804-18.
6. Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand* 1986;44:271-7.
7. Smith AJ. Pulpal responses to caries and dental repair. *Caries Res* 2002;36:223-32.
8. Ou KL, Chang CC, Chang WJ et al. Effect of damping properties on fracture resistance of root filled premolar teeth: a dynamic finite element analysis. *Int Endod J* 2009;42:694-704.
9. Tibúrcio-Machado CS, Michelson C, Zanatta FB et al. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2021;54:712-35.
10. Duncan HF, Galler KM, Tomson PL et al. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019;52:923-34.
11. Mjör IA, Tronstad L. The healing of experimentally induced pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974;38:115-21.
12. Smith AJ, Duncan HF, Diogenes A et al. Exploiting the bioactive properties of the dentin-pulp complex in regenerative endodontics. *J Endod* 2016;42:47-56.
13. Lin L, Langeland K. Light and electron microscopic study of teeth with carious pulp exposures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;51:292-316.
14. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod* 2014;40:1932-9.
15. Cvek M, Lundberg M. Histological appearance of pulps after exposure by a crown fracture, partial pulpotomy, and clinical diagnosis of healing. *J Endod* 1983;9:8-11.
16. Bimstein E, Rotstein I. Cvek pulpotomy – revisited. *Dent Traumatol* 2016;32:438-42.
17. AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS. Endodontic Diagnosis. (Set 2022 august). Tilgængelig fra: URL: <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/endodonticdiagnosisfall2013.pdf>
18. Mejäre IA, Axelsson S, Davidson T et al. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. *Int Endod J* 2012;45:597-613.
19. Demant S, Dabelsteen S, Bjørndal L. A macroscopic and histological analysis of radiographically well-defined deep and extremely deep carious lesions: carious lesion characteristics as indicators of the level of bacterial penetration and pulp response. *Int Endod J* 2021;54:319-30.
20. Simon S, Perard M, Zanini M et al. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int Endod J* 2013;46:79-87.
21. Taha NA, Khazali MA. Partial pulpotomy in mature permanent teeth with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *J Endod* 2017;43:1417-21. ▶

22. Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P et al. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *Int Endod J* 2019;52:749-59.
23. 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;137:1699-1705.
24. Rechenberg DK, Zehnder M. Call for a review of diagnostic nomenclature and terminology used in Endodontics. *Int Endod J* 2020;53:1315-7.
25. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL et al. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J* 2017;50:825-9.
26. Careddu R, Duncan HF. A prospective clinical study investigating the effectiveness of partial pulpotomy after relating preoperative symptoms to a new and established classification of pulpitis. *Int Endod J* 2021;54:2156-72.
27. Bjørndal L, Reit C, Bruun G et al. Treatment 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.
28. Bjørndal L, Fransson H, Bruun G et al. Randomized clinical trials on deep carious lesions: 5-year follow-up. *J Dent Res* 2017;96:747-53.
29. Schwendicke F, Walsh T, Lamont T et al. Interventions for treating cavitated or dentine carious lesions. *The Cochrane Database Syst Rev* 2021;7:CD013039.
30. Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res* 1997;31:411-7.
31. Bjørndal L, Ricucci D. Pulp inflammation: From the reversible inflammation to pulp necrosis during caries progression. In: Goldberg M (ed.). *The dental pulp biology, pathology, and regenerative therapies*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2014;125-39.
32. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L et al. Managing carious lesions: Consensus recommendations on carious tissue removal. *Adv Dent Res* 2016;28:58-67.
33. Bergenholtz G, Axelsson S, Davidson T et al. Treatment of pulps in teeth affected by deep caries – A systematic review of the literature. *Singapore Dent J* 2013;34:1-12.
34. Galani M, Tewari S, Sangwan P et al. Comparative evaluation of postoperative pain and success rate after pulpotomy and root canal treatment in cariously exposed mature permanent molars: A randomized controlled trial. *J Endod* 2017;43:1953-62.
35. Asgary S, Hassanizadeh R, Torabzadeh H et al. Treatment outcomes of 4 vital pulp therapies in mature molars. *J Endod* 2018;44:529-35.
36. Mente J, Hufnagel S, Leo M et al. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: long-term results. *J Endod* 2014;40:1746-51.
37. Kundzina R, Stangvaltaite L, Eriksen HM et al. Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide. *Int Endod J* 2017;50:924-32.
38. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ et al. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2021;54:556-71.
39. Mejare I, Cvek M. Partial pulpotomy in young permanent teeth with deep carious lesions. *Endod Dent Traumatol* 1993;9:238-42.
40. Elmsmari F, Ruiz XF, Miró Q et al. Outcome of partial pulpotomy in cariously exposed posterior permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2019;45:1296-1306.e3.
41. Barnkgkei IH, Halboub ES, Alboni RS. Pulpotomy of symptomatic permanent teeth with carious exposure using mineral trioxide aggregate. *Iran Endod J* 2013;8:65-8.
42. Simon S, Perard M, Zanini M et al. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int Endod J* 2013;46:79-87.
43. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ et al. Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis: A systematic review. *J Dent* 2019;88:103158.
44. Jersa I, Kundzina R. Periapical status and quality of root fillings in a selected adult Riga population. *Stomatologija* 2013;15:73-7.
45. EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006;39:921-30.
46. Qu Z, Zhang S, Krauth C et al. A systematic review of decision analytic modeling techniques for the economic evaluation of dental caries interventions. *PLoS One* 2019;14:e0216921.
47. Labib ME, Hassanein OE, Moussa M et al. Selective versus stepwise removal of deep carious lesions in permanent teeth: a randomised controlled trial from Egypt – an interim analysis. *BMJ Open* 2019;9:e030957.
48. Brodén J, Davidson T, Fransson H. Cost-effectiveness of pulp capping and root canal treatment of young permanent teeth. *Acta Odontol Scand* 2019;77:275-81.
49. Schwendicke F, Stolpe M. Direct pulp capping after a carious exposure versus root canal treatment: a cost-effectiveness analysis. *J Endod* 2014;40:1764-70.
50. Schwendicke F, Stolpe M, Meyer-Lueckel H et al. Cost-effectiveness of one- and two-step incomplete and complete excavations. *J Dent Res* 2013;92:880-7.