

ABSTRACT

Fissurforsøgning (FS) er en almindeligt anvendt minimalt invasiv behandling, som kan anvendes profylaktisk på sunde okklusalflder eller terapeutisk på initiale emaljelæsioner. Resultaterne fra en nyere undersøgelse (SEAL-DK) har også vist, at okklusale dentinlæsioner, som radiologisk er begrænset til den yderste tredjedel i dentinen, også kan behandles noninvasivt ved at foretage forsøgning af fladen. Denne behandling kendes som SEAL-behandling i Danmark. For FS gælder generelt, at den effektivt kan standse cariesprogressionen under forudsætning af, at FS er intakt og tæt. Denne artikel er baseret på bogkapitlet med samme navn i "Innovations in Preventive Dentistry". I artiklen gennemgås:

- cariespatogenesen og dennes reaktioner på pulpa-dentin-organet
- FS og dens profylaktiske og terapeutiske indikationsområder
- valg af materialetype til FS
- procedurer for fissurforsøgning
- effektiviteten af FS og sammenligning med anden noninvasiv behandlingsmetode som fluoridbehandling samt
- om FS bør implementeres bredt eller skal være baseret på individuel cariesrisiko.

Konklusionerne i bogkapitlet er understøttet af gældende internationale og europæiske anbefalinger (ORCA/EFCD) om, hvordan caries skal behandles.

EMNEORD Dental caries | fissure sealants | non-invasive | minimal invasive | efficacy



Korrespondanceansvarlig andenforfatter:
AZAM BAKHSHANDEH
azamba@sund.ku.dk

Fissurforsøgning: Stadig anbefalet?

KIM R. EKSTRAND, professor, ph.d., Fagområdet for Cariologi og Endodonti, Odontologisk Institut, Københavns Universitet

AZAM BAKHSHANDEH, lektor, ph.d., Fagområdet for Cariologi og Endodonti, Odontologisk Institut, Københavns Universitet

CHRISTIAN H. SPLIETH, Direktor der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie, Endodontologie, Präventive Zahnmedizin und Kinderzahnheilkunde, University of Greifswald, Greifswald, Germany

- Denne artikel er den danske oversættelse fra det engelske bogkapitel: Ekstrand KR, Bakhshandeh A, Splieth CH. Fissure sealing: Still to be recommended? In: Splieth CH, ed. Innovations in Preventive Dentistry. Berlin: Quintessence Publishing, 2021:119-29. ISBN: 978-1-78698-099-1.



[Online før print]

O **KKLUSALFLADER PÅ MOLARERNE ER MEST UDSAT FOR AT UDVIKLE CARIES** pga. deres makromorfologiske strukturer (Fig. 1). I ældre litteratur var der en hypotese om, at de smalle og dybe pits og fissurer på molarernes okklusalflder (Fig. 1A,B, markeret med FL) var årsagen til den meget hyppige cariesudvikling på disse flader, fordi de ikke kunne gøres rene (1,2). I nyere tid har forfattere understreget vigtigheden af de mere åbne fossae (Fig. 1A,B, markeret med en cirkel) i stedet for de dybe fissurer, hvor forholdene for bakterievækst dybt i fissuren er ringe (3,4) sammen med en langvarig eruptionsperiode for disse tænder uden kontakt til antagonistene (5). Dette fremmer plakakkumulering og bakterievækst og fører således til en høj cariesmodtagelighed for disse tandflader. Samspillet mellem de to sidstnævnte faktorer er den hypotese, der er mest accepteret i dag. Det understøttes af det faktum, at okklusalflder i overkæbepremolarer (Fig. 1A), der altid har et dybt og smalt fissursystem, næsten aldrig udvikler caries eller har behov for restaurering i lande med lav cariesprævalens.

Fissurforsøgning blev foreslået som en behandlingsmetode for at styre cariesudviklingen på okklusalflder af Buonocore i 1950'erne (6,7). Siden er fissurforsøgning blevet ekstremt ud-

bredt især i lande med en veletableret tandpleje, der tager sig af børn og unge (8). Det er fristende at antyde, at fissurforsøglinger spillede en stor rolle i reduktion af caries, der blev observeret i mange lande, fx i Danmark (9). I modsætning til forventningen viser forskellen i antallet af forseglede tænder blandt børn i de forskellige kommunale tandplejeområder i Danmark ikke nødvendigvis forskelle i cariesniveauerne (10). Med Nexø-metoden, som fokuserede særligt på tandbørstning af erupterende molare og derfor reducerede indikationen af fissurforsøglinger til progredierende carieslæsioner i overfladiske eller media stadier, blev der opnået en af de laveste cariesrater i verden for unge op til 18 år (11). Fissurforsøglinger synes således at være et værdifuldt forebyggende tiltag med den

Morfologien på okklusalfalder

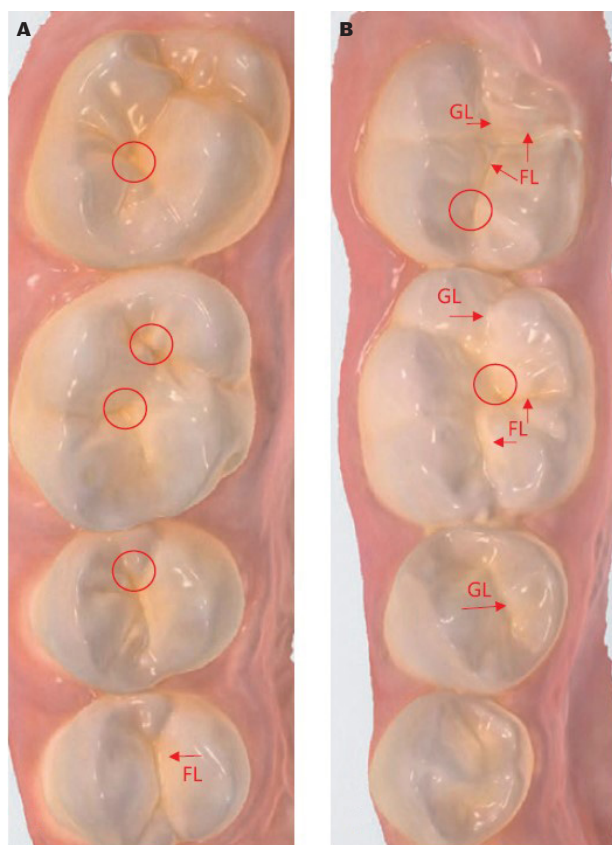


Fig. 1. Aspekter af okklusale flader af (A) permanente overkæbe molare og præmolare, og (B) permanente underkæbemolare og præmolare. Cirklerne markerer fossae, hvor flere interlobale furer mødes, og pile angiver, hvor fure-fossa-systemet er fissur-lignende (FL) (bunden kan ikke ses klinisk) eller fure-lignende (GL) (bunden kan ses klinisk). (Okklusale fotos af 3D modeller. Software: Trios, 3Shape. Intraoral scanner. Trios 4, 3Shape. Billeder udlånt af tandlæge S Michou)

Fig. 1. Aspects of the occlusal surfaces of (A) permanent maxillary molar and premolar teeth, and (B) permanent mandibular molar and premolar teeth. Circles indicate the fossa area and arrows indicate where several interlobal grooves meet and arrows indicate where the groove-fossa system is fissure-like (FL) (clinically the bottom cannot be seen) or groove-like (GL) (the bottom can be seen). (Occlusal pictures of 3D models are shown. Software: Trios, 3Shape. Intraoral scanner: Trios 4, 3Shape. Images courtesy of Dr S Michou.)

indikation og teknik, der diskuteres senere i artiklen. Hovedformålet med artiklen er at undersøge, om fissurforsøglinger kan anbefales som et generelt forebyggende tiltag til alle børn, på samme måde som tandlæger anbefaler tandbørstning to gange dagligt med fluoridholdig tandpasta til deres patienter, eller om fissurforsøglinger bør anvendes risikobaseret. For at besvare dette spørgsmål gennemgås følgende emner:

- progressionen af caries på okklusalfalder og pulpa-dentinorganets reaktioner, inklusive den radiologiske udstrækning af de forskellige cariesstadier på en okklusalfalder, især på de permanente molare
- på hvilket cariesstadium (sund, superficialis, media eller profunda) er fissurforsøgling indiceret
- forskelle mellem profylaktisk og terapeutisk fissurforsøgling og konsekvenser for indikation og teknik
- kan effektiviteten af fissurforsøgling sammenlignes med primær forebyggelse eller med fluoridbehandling?
- om der er forskel i effektiviteten af forskellige forsøglingmaterialer (glasionomer cement [GIC], resinbaserede)
- hvilke anbefalinger kan bruges for at opnå tilfredsstillende fissurforsøglingsteknik.

CARIESPROGRESSION PÅ OKKLUSALFLADER

Baseret på flere studier (3,12,13) viser illustrationerne i Fig. 2 og Tabel 1 cariesudvikling både klinisk og radiologisk. I Fig. 2 er der illustreret forskellige stadier af progredierende okklusale carieslæsioner sammen med reaktionerne fra pulpa-dentinorganet. Caries følger emaljeprismernes retning (Fig. 2A og C). Bakterierne i fure-fossa-systemet, den moderne betegnelse for pits og fissursystem (14), er mest metabolisk aktive i den øverste del af de relativt smalle dele af fure-fossa-systemet og i den nederste del af de mere åbne dele af fure-fossa-systemet (3,15). Progressionshastigheden er derfor hurtigst i den øverste del af de smalle furer (Fig. 2C). Lige inden læsionen når emalje-dentin-grænsen, reagerer dentinen med sklerosering i dentintubuli, hvilket resulterer i hypermineralisering (Fig. 2F). Hvis læsionen progredierer yderligere, vil den hypermineraliserede dentin demineralisere, og der vil være en yderligere reaktion på den pulpale side, hvor tertiær dentin dannes (Fig. 2I). I de fleste tilfælde er emaljeoverfladen stadig ubrudt, og læsionens farve er hvidlig, gullig eller brunlig (Fig. 2D, E, G, H, J og K). Hvis demineraliseringen penetrerer dybere ind i dentinen (Fig. 2L), vil der klinisk kunne ses en nedbrydning i emaljen og/eller en skygge (Fig. 2M og N). Med yderligere cariesprogression vil det sidste trin være kavitetdannelse i dentinen (Fig. 2O og P) efterfulgt af massiv invasion af bakterier i emaljen og dentinen (Fig. 2O).

I Tabel 1 vises den radiologiske læsionsdybde sammenholdt med progredierende kliniske stadier af okklusalcaries. Pga. den sunde emalje på bukkal- og lingvalfladerne er det sjældent muligt at identificere en okklusal læsion begrænset til emaljen på røntgenbilleder (Tabel 1, øverste række). Således er det første radiologiske tegn på caries et radiolucent område lige under emalje-dentin-grænsen forårsaget af demineraliseringen i dentinen (Tabel 1, næstøverste række). Hvis læsionen progredere ▶

Cariesstadier: klinisk og radiologisk

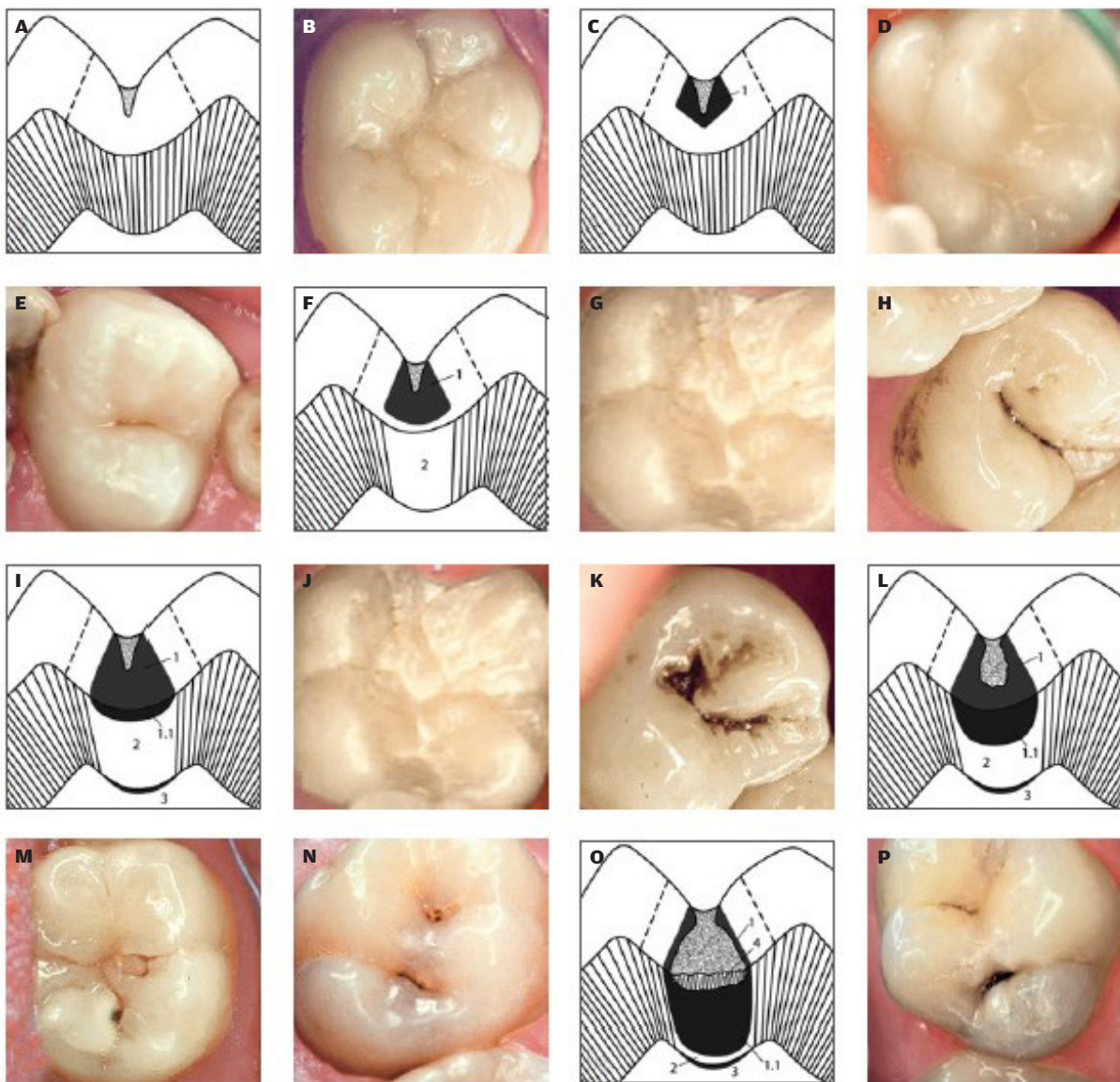


Fig. 2. Illustrationer og kliniske eksempler på forholdet mellem de underliggende histologiske reaktioner og de kliniske stadier af okklusale caries. **A, B.** Ingen histologisk læsion, ingen klinisk caries. **C-K.** Superficialis læsioner med forskellige dybde og dermed forskellig kliniske billede. I-læsion: Demineralisering (**C, 1**) begrænset til den ydre halvdel af emaljen, og der kræves lufttørring for klinisk at identificere en white spot læsion, **D,** hvorimod brown spot læsionen kan identificeres i furen **E, F, G, H:** superficialis læsioner. II-læsion: Før læsionen når emalje-dentingrænsen, reagerer dentinen med sklerosering i dentintubuli (**F, 2**), hvilket resulterer i hypermineralisering i dentinen. Her kræves ikke tørlægning for at identificere klinisk en white spot læsion **G.** Er læsion brunlig optræder den i furen og op af christae **H, I, J, K:** superficialis læsioner. III-læsion: Den hypermineraliserede dentin demineraliseres (**I, 1.1**) med yderligere reaktion på den pulpale side, hvor tertiær dentin dannes (**I, 3**). De kliniske billeder er tilsvarende som under **II,** men en anelse mere udtalt (**K** versus **E**). Klinisk er det ikke muligt at differentiere, om læsionen histologisk er en II- eller en III-læsion Ved superficialis varianterne I, II, III er der ingen kavitets udvikling. **L, M, N.** Media læsion: Demineralisering ind i den midterste tredjedel af dentinen; nedbrydning sker i emaljen og/eller en skygge ses klinisk. **O, P.** Profunda læsion: Demineralisering i den inderste tredjedel af dentinen eller endda i pulpa og klinisk ses kavitæ i dentinen, efterfulgt af massiv invasion af bakterier i emaljen og dentinen.

Fig. 2. Illustrations and clinical examples of the relationship between the underlying histological reactions and the clinical stages of occlusal caries. **A, B.** No histological lesion, no clinical caries. **C-K.** Superficialis lesions with different depths and thus different clinical picture. I-lesion: Demineralization (**C, 1**) limited to the outer half of the enamel and air drying is required to clinically identify a white spot lesion **D,** whereas the brown spot lesion can be identified in the furrow **E, F, G, H:** superficialis lesions. II-lesion: Before the lesion reaches the enamel-dentin boundary, the dentin reacts with sclerosing in the dentinal tubules (**F, 2**), resulting in hypermineralization in the dentin. Here, drying is not required to clinically identify a white spot lesion **G.** If the lesion is brownish, it appears in the furrow and up the christae **H, I, J, K:** superficialis lesions. III-lesion: The hypermineralized dentin is demineralized (**I, 1.1**) with additional reaction on the pulpal side where tertiary dentin is formed (**I, 3**). The clinical images are similar to those under **II,** but slightly more pronounced (**K** versus **E**). Clinically, it is not possible to differentiate whether the lesion is histologically a II or a III lesion. In the superficialis variants I, II, III, there is no cavity development. **L, M, N.** Media lesion: Demineralization into the middle third of the dentin; breakdown occurs in the enamel and/or a shadow appears clinically. **O, P.** Profunda lesion: Demineralization in the inner third of the dentin or even in the pulp and clinically seen cavity in the dentin, followed by massive invasion of bacteria in the enamel and dentin.

dierer, vil det radiolucente område bevæge sig mod pulpa, og når demineraliseringen er i den midterste tredjedel (Tabel 1, tredjeøverste række), vil klinisk nedbrydning af emaljeoverfladen ofte forekomme, og/eller en skygge ses klinisk på okklusallfladen. Når radiolucensen er i den inderste tredjedel af dentinen, ses der klinisk kavitet i dentinen, og histologisk er demineraliseringen også i den inderste tredjedel af dentinen eller allerede i pulpa (Tabel 1, nederste række) (16).

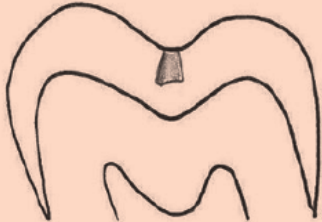



Terminologien for at inddele koronale carieslæsioner i stadier, herunder okklusale carieslæsioner, både klinisk (Fig. 2) og radiologisk (Tabel 1), er (16-20):

- Sund
- Superficialis læsioner
- Media læsioner
- Profunda læsioner

klinisk relevans

Fissurforsøgling kan bruges som et primært profylaktisk tiltag, når tanden eller patienten har en øget risiko for udvikling af caries, eller som en sekundær forebyggelsesmetode med det formål at stoppe progressionen af initiale carieslæsioner. Okklusale dentinlæsioner, som radiologisk er begrænset til den yderste tredjedel i dentinen, kan også behandles minimalinvasivt med SEAL-behandling. Fissurforsøgling og SEAL-behandling udføres baseret på indikation, og når andre noninvasive behandlingsmuligheder vurderes ineffektive. Ved at udføre fissurforsøgling og SEAL-behandling kan den første fyldning af tanden udskydes eller helt undgås, hvilket bidrager til at øge tandens overlevelse og opretholdelse af tandsundheden.

Cariesstadier: klinisk, radiologisk og histologisk

Visuelt okklusalt aspekt	Radiologisk	Histologisk
Caries superficialis	Ingen radiolucens i emalje/dentin	
Caries superficialis	Radiolucens i den ydre tredjedel af dentinen mod pulpa	
Caries media	Radiolucens i den midterste tredjedel af dentinen mod pulpa	
Caries profunda	Radiolucens i den inderste tredjedel af dentinen mod pulpa eller radiolucens i pulpa	

Tabel 1. Sammenhold mellem de radiologiske og histologiske billeder af okklusale caries læsioner i de 3 stadier superficialis, media og profunda.

Table 1. Comparison between the radiological and histological images of occlusal caries lesions in the 3 stages superficial, media and profunda.

PROFYLAKTISKE OG TERAPEUTISKE FISSURFORSEGLINGER

I litteraturen diskuteres to forskellige indikationsområder for fissurforsøglinger: profylaktisk fissurforsøgling og terapeutisk fissurforsøgling.

Ifølge den nuværende terminologi fra ORCA/IADR (European Organisation for Caries Research/International Association for Dental Research) er profylaktisk forsøgling defineret som: ”applicering af en tynd fysisk barriere over en klinisk sund tandflade, som ellers var i risiko for udvikling af caries, og dermed med formål at forebygge cariesudvikling”. Den forebyggende forsøgling kan appliceres på furer, fissurer og fossae ved hjælp af komposit plast eller glasionomercement (21). Profylaktisk fissurforsøgling anvendes således på grundlag af risikoindikation og anbringes på molarer, der klinisk ser sunde ud, men hvor histologiske forandringer allerede kan have fundet sted (Fig. 2A til C og Tabel 1, øverste række).

Terapeutisk fissurforsøgling er defineret som: ”applikation af en tynd fysisk barriere over en carieslæsion for at forhindre yderligere progression”. Den terapeutiske fissurforsøgling kan påføres furer, fissurer, fossae og pits på glatflader ved hjælp af kompositplast eller glasionomercement. Forsøglingen anvendes på tænder med klinisk synlige carieslæsioner (Fig. 2C til K og Tabel 1, næstøverste række), som etablerede behandlinger og på media cariesstadier (Fig. 2L, M, N og Tabel 1, tredjeøverste række) på forskningsniveau (22).

Således kan fissurforsøglinger anvendes på alle stadier af carieslæsioner som primær forebyggelse på sunde tænder, som sekundær forebyggelse ved initiale carieslæsioner og potentielt også som tertiær forebyggelse ved moderate carieslæsioner.

Qvist et al. (22) har for nylig undersøgt, om det var muligt at udskyde restaurerende intervention af superficialis og media carieslæsioner på det permanente tandsæt ved forsøgling som det tertiære forebyggende tiltag. I dette randomiserede kliniske forsøg blev 521 okklusale carieslæsioner hos 521 patienter i alderen 6-17 år inkluderet. Baseret på de kliniske og radiologiske undersøgelser blev alle inkluderede læsioner vurderet til at kræve operativ fyldningsbehandling, som derefter blev tilfældigt behandlet med enten SEAL-behandlinger eller kompositte plastrestaureringer (ratio 2:1) af 68 tandlæger i ni kommunale tandplejer i Danmark. De årlige kliniske og radiologiske kontrolundersøgelser over en syvårig periode viste, at 46 % af SEAL-behandlingerne stadig var velfungerende, og 31 % blev erstattet med fyldninger. Af restaureringerne blev 7 % repareret eller omlagt. Ingen endodontisk behandling var udført, hverken i de SEAL-behandlede eller i de restaurerede tænder. Lignende resultater var fundet for forsøgling af dentinlæsioner på voksne (23).

Overlevelsen af de tertiære terapeutiske fissurforsøglinger (SEAL-behandlinger) var bedre hos patienter med 1) lav cariesrisiko og/eller optimal mundhygiejne, 2) andenmolarer sammenlignet med førstemolarer og 3) læsioner begrænset til den midterste tredjedel af dentinen, svarende til moderate carieslæsioner (Fig. 1 tredje række) (22). Det kan således antages, at udover forsøgling af initiale carieslæsioner kan dentinlæsioner, som på røntgenbilleder er begrænset til den yderste tredje-

del af dentinen (Tabel 1, anden række), forsegles. Reparation af forsøglinger/SEAL-behandlinger er ofte nødvendige, men individuelt baserede kontroller giver mulighed for carieskontrol, genforsøgling og potentiel udskiftning med restaureringer (22,24,25).

Resultaterne understreger, at det er muligt at udsætte eller undgå det invasive operative indgreb af okklusale dentincarieslæsioner i unge permanente tænder med (terapeutisk) SEAL-behandling. Forslaget fra Qvist et al. (23) om, at begrebet fissurforsøgling skal bruges i tilfælde, hvor læsionen kun er i emaljen, mens SEAL-behandling skal bruges i tilfælde med dentincaries, eksempelvis Tabel 1 næstøverste række, er i overensstemmelse med den nye ORCA/IADR-terminologi (21).

EFFEKTIVITETEN AF FISSURFORSEGLINGER

Effektiviteten af forsøglinger og deres cost-benefit-forhold er blevet et vigtigt emne siden reduktion i cariesforekomst og især i forbindelse med tiltag i profylaktisk forsøgling hos børn i lande med statsfinansierede tandplejesystemer. Evalueringen af dette problem følger etablerede beregningsmodeller anvendt i folkesundhed og sundhedsøkonomi.

Tabel 2 viser et eksempel: I en gruppe på 100 kontrolpatienter, som ikke fik fissurforsøglinger, udviklede 90 patienter (b) caries i en treårig periode, mens kun 20 patienter (a) blandt 100 patienter med fissurforsøgling af en første permanent molar havde udviklet caries. For at beregne effektiviteten af fissurforsøglinger beregnes risikoen for cariesudvikling i ikkeforsøglede tænder (ved hjælp af eksemplet i Tabel 2) som $b/(b+d) = 0,9$, hvilket betyder 90 % cariesudvikling; risikoen for cariesudvikling i forsøglede tænder beregnes ved $a/(a+c) = 0,2$ og er derfor kun 20 %.

Den relative risiko (RR), som udtrykker risikoen for et ugunstigt resultat (caries) ved modtagelse af en medicinsk behandling (forsøgling) versus ingen behandling (eller placebo), beregnes som $\frac{a}{b}$ divideret med $\frac{a+c}{b+d}$, hvilket ved brug af tallene i Tabel 2 = 0,22, derefter divideret med 1 = 0,22. Dermed er risikoen for cariesudvikling 0,22 (22 %), hvis tænderne er forsøglede i forhold til de ikkeforsøglede tænder, og risikoen for caries reduceres med næsten 80 %.

Odds ratio (OR) beregnes ved $\frac{a}{b}$ divideret med $\frac{c}{d} = \frac{20}{90}$ divideret med $\frac{90}{10}$, hvilket igen med data fra Tabel 2 giver omkring

Rativ risiko og odds ratio

	Caries	Ingen caries	Antal tænder
Forsøglet	20 (a)	90 (c)	100
Ikkeforsøglet	90 (b)	10 (d)	100
Total	110	90	200

a til d, se formlerne for udregning af relativ risiko og odds ratio i teksten.
a to d, see text for calculations of relative risk and odds ratio.

Tabel 2. Hypotetisk eksempel for beregning af effektivitet ved fissurforsøglinger.
Table 2. Hypothetical example for calculating the effectiveness of fissure sealants.

0,03. Hvis resultatet af begge behandlinger er det samme, vil OR være 1. Hvis OR er < 1, betragtes interventionen (forseglinger) bedre end kontrollen; i ovenstående eksempel er der en 33 gange højere risiko ($0,03 \times 33 \approx 1$) for at få caries på ikkeforseglede tænder sammenlignet med forseglede tænder.

Konfidensintervallet (CI) beskriver et estimat af intervallet for den sande værdi af en ukendt befolkningsparameter. En OR på 0,03 og en 95 % CI på 0,02 til 0,04 viser en stor effekt med en smal (sand) variation i effekten.

Bias betyder, at der er en systematisk forskel mellem resultaterne opnået fra en undersøgelse og sandheden, fx ved en ikke-repræsentativ udvælgelse af patienter eller behandler, ikke-randomiseret tildeling af behandling og kontrolgruppe, børns alder, problemer med frafald fra studiet eller vanskeligheder ved cariesdiagnose.

I det følgende bruger vi systematiske reviews (24-26) baseret på randomiserede kontrollerede klinikforsøg (RCT) for dels at undersøge effekten af fissurforsgelinger versus ikke fissurforsgelinger på flere undersøgelser end kun en og for at vurdere tiltroen til de fundne resultater (Tabel 3). Tiltroen er fuldstændig afhængig af graden af bias. Hvis bias ikke er under kontrol, så er tiltroen til resultaterne lav.

Data fra 15 undersøgelser (Tabel 3, øverste række) viste, at ikkeforseglede okklusallader havde ca. 8 gange højere risiko for at udvikle caries sammenlignet med forseglede flader efter 24 måneder. Sandsynligheden på ca. 8 fremkommer ved at x 0,12 med 8 for at få værdien 1, hvor der ved anvendelse af OR ikke er nogen forskel på de to behandlingsformer. Efter fire til næsten fem års observationstid var risikoen for udvikling af caries på de ikke forseglede flader ca. 5 gange højere end på de forseglede flader. Risikoen faldt over tid til ca. 5 ved fire til næsten fem års observation (26). Bias vurderedes som lav, altså høj tiltro til de beregnede sandsynligheder (Tabel 3 sidste kolonne). Det vides ikke, om behandlingsresultater fra RCT'er under kontrollerede forhold kan overføres til foranstaltninger gennemført som folkesundhedsforanstaltninger eller i et samfund/nationalt sundhedssystem.

Ved sammenligning af GIC-fissurforsgelinger og ingen fissurforsgelinger er der rapporteret tvetydige resultater, primært pga. det begrænsede antal undersøgelser og høj risiko for bias (Tabel 3, nederste række). Det samme gælder for sammenligning af forskellige forseglingsmateriale typer (især GIC versus kompositplast) (26).

Det skal nævnes, at Heyduck et al. (27) fandt betydeligt højere forekomst af tabte forseglinger og cariesudvikling i et længerevarende observationsstudie i Tyskland og dermed lavere effektivitet sammenlignet med RCT'er. Så den kliniske virkelighed er stort set altid dårligere end data fra RCT-studier.

Derudover har den underliggende cariesprævalens en stor betydning. Ifølge Ahovuo-Saloranta et al. (26) ville fissurforsgelinger for en prævalens på 70 % i kontrolgruppen reducere prævalensen til 19 % (-51 %) i løbet af en toårig periode; for en baseline cariesprævalens på 19 % ville dette blive reduceret til 5,2 % (-14 %). Den lave cariesprævalens rejser spørgsmålet om omkostningseffektiviteten ved generel anvendelse af fissurforsgelinger. Dette fører til betydelige bekymringer vedrørende en ikke-erisikobaseret tilgang (28). Ved sammenligning af GIC-fissurforsgelinger og ingen fissurforsgelinger er der rapporteret tvetydige resultater, primært pga. det begrænsede antal undersøgelser og høj risiko for bias (Tabel 3). Det samme gælder for sammenligning af forskellige forseglingsmaterialer (især GIC versus kompositplast), (26).

Ahovuo-Saloranta et al. (26) konkluderede, at "resinbaserede fissurforsgelinger appliceret på okklusallader af permanente molarer er effektive til at forebygge caries hos børn og unge. Reviewet fandt et moderat evidensniveau på, at resinbaserede fissurforsgelinger reducerede caries med mellem 11 og 51 % sammenlignet med ingen fissurforsgelinger efter 24 måneder. Lignende fordele blev set for observationsperioder op til 48 måneder; efter en længere observationsperiode faldt både evidensens kvantitet og kvalitet. Der var ikke tilstrækkelig evidens til at bedømme effektiviteten af GIC-forsgelinger eller sammenligne den relative effektivitet af forskellige materiale typer. Information om bivirkninger var begrænset, men in- ▶

Sammenligning af effektiviteten mellem forseglingsmaterialer

Varighed	Inkluderede antal deltagere	Materialer	Effektivitet	Bias
24 mdr. n = 15	1.548	Anden, tredje og fjerde generation af resin-baserede forseglingsmaterialer	OR = 0,12 95 % CI = 0,08-0,19	Lavt, kun blinding var et systematisk problem
48-56 mdr. n = 4	482		OR = 0,21 95 % CI = 0,16-0,28	Lavt, kun blinding var et systematisk problem
24 mdr. n = 3	IS	Lavviskøst glasionomer (2 studier) og resinmodificeret glasionomer (1 studie)	Tvetydigt	Høj

IS, ikke specificeret
NS, Not specified

Tabel 3. Oversigt over data om effektiviteten af fissurforsgelinger sammenlignet med ingen fissurforsgelinger over varierende tidsperioder (26).

Table 3. Overview of data on the effectiveness of fissure sealants compared to no sealant over various time periods (26).

Sammenligning af effektiviteten mellem forsegling og fluoridbehandling

Varighed og antal studier	Antal patienter	Materialer	Effektivitet	Bias
2 år, n = 2	358	Fluoridlakering versus plastforseglingsmaterialer	OR = 0,69 95 % CI = 0,50-0,94	Høj
9 år, n = 1	75		26,6 % af forseglede og 55,8 % af fluoridlakerede tænder havde udviklet caries	Høj

Tabel 4. Effektivitet af fissurforsegling sammenlignet med fluoridbehandling over 2 og 9 år (29).

Table 4. Effectiveness of sealants compared to fluoride varnish treatment over 2 and 9 years (29).

gen var registreret ved rapportering af reviewet. Der er behov for yderligere forskning med længere observationsperiode”.

En direkte sammenligning af fissurforseglinger versus fluoridbehandling er baseret på et begrænset antal undersøgelser (Tabel 4) (28,29), og disse indikerer, at okklusalfader behandlet med fluoridlak har op til dobbelt så høj risiko for at udvikle caries over en to- eller niårig periode sammenlignet med forseglede flader. Ingen bivirkninger blev observeret ved begge behandlinger. Tillid til data er dog lav pga. højt biasniveau. Forfatterne konkluderede, at ”på nuværende tidspunkt er der sparsomme og klinisk varierende data tilgængelige, der sammenligner fissurforseglinger og fluoridbehandlinger. Derfor er det ikke muligt at konkludere entydigt på eventuelle forskelle i effektiviteten i at forebygge eller kontrollere caries på permanente molarers okklusalfader. Konklusionerne af dette opdaterede review forblev uændrede i forhold til konklusionerne fra den seneste opdatering (i 2010). Der blev fundet et lavt evidensniveau, der antyder, at resinbaserede fissurforseglinger er overlegne i forhold til fluoridbehandling til forebyggelse af caries” (29).

Med hensyn til cost-benefit er fordelene ved begge forebyggende strategier bestemt af applikationsmetoden. I skolebaseret kontekst synes den kliniske overlegenhed ved forseglinger at være tabt pga. de lavere omkostninger ved fluoridapplikation (28).

KLINISK ANVENDELSE

Følgende forseglingsteknik er baseret på protokollen givet af Tandlægeskolen, Københavns Universitet (30):

Diagnose og indikation

Profylaktisk fissurforsegling bør kun anvendes til individer, grupper eller populationer med højrisiko, mens terapeutisk fissurforsegling bør overvejes for aktiv superficialis-læsioner, eventuelt også på medialæsioner, når det vurderes usandsynligt at undgå carieslæsioner med andre nonoperative behandlingsmuligheder.

Rengøring

Okklusalfladen rengøres med tandpasta/pudsepasta og en profylaksebørste. En solobørste/normalbørste kan også anvendes.

Skylning og tørring

Skylning med vandspray efterfulgt af tørring med luft. En sonde bruges omhyggeligt for at sikre, at fure-fossa-systemet er rent.

Spytkontrol

Arbejdsområdet holdes tørt ved hjælp af kofferdam eller suge-/vatruller/drytips.

Ætsning

De dele af fure-fossa-systemet, der skal forsegles, ætzes med 35 % fosforsyre i henhold til producentens instruktioner (normalt mellem 20 og 60 sekunder). Gelen kan gnides ind i fure-fossa-systemet under ætsning med en microbrush eller en sonde. Ved ætsning dannes et mikrorelief, som muliggør mikromekanisk retention af forseglingsmaterialet til emaljen. Ved en terapeutisk fissurforsegling og en SEAL-behandling ætzes også den sunde emalje omkring carieslæsionen. Holdbarheden af forseglingen forbedres ved bonding til sund emalje.

Skylning og tørring

Skylning sker med vandspray i 20 sekunder, og okklusalfladen lufttørres. Det bør tjekkes, at der ikke er vanddråber i trefunktionssprøjten. Vatrullen skal udskiftes, og overfladen tørres igen, indtil den ser kridhvid ud; ellers kan tørring gentages, eller om nødvendigt genætsning foretages. Hvis den ætsede overflade er blevet kontamineret med spyt, genætses overfladen i 10 sekunder og vandspray i 5 sekunder. Den reducerede ætse- og skylletid skyldes, at der kun skal kort tid til at fjerne proteinerne i spyt fra en allerede ætset emaljeoverflade. Absolut alkohol (99 %) anvendes derefter for at dehydrere den ætsede overflade.

Påføring af fissurforseglingsmateriale

Det resinbaserede forseglingsmateriale påføres med knopsonde/microbrush/engangsborste/engangsør på den ætsede og dehydrerede område (Fig. 3). Det er vigtigt, at resinen kun appliceres på den ætsede del af fissursystemet, fordi overapplicering medfører kantdefekter. Dårlig kanttilslutning øger risikoen for plakakkumulering og resulterer i, at forseglingen er mere skadelig end gavnlige. Overskydende resin fjernes med en tør microbrush før polymerisering.

Fissurforsøgling



Fig. 3. Plast forseglingsmaterialer skal fortrinsvis anvendes til profylaktiske eller terapeutiske forseglinger (A), hvorimod GIC forseglingsmaterialer (B) anvendes i tilfælde af udfordringer med fugtkontrol eller patientkooperation, især hos højrisikobørn under tandfrembrud.

Fig. 3. Composite resins should preferably be used for preventive or therapeutic sealants (A), whereas GIC sealants (B) are placed in case of problems with moisture control or cooperation, especially in high-risk children during tooth eruption.

Penetration

Forselingsmaterialet skal have tid til at trænge igennem den ætsede emalje, så den først polymeriseres efter 20 sekunder.

Polymerisation

Forselingsmaterialet polymeriseres i mindst 20 sekunder per areal. Lampen skal holdes vinkelret og tæt til okklusalfladen. Den passende lampeintensitet kontrolleres regelmæssigt.

Kontrol af adaptation, okklusion og artikulation

Overgangen mellem forsegling og tand kontrolleres med en sonde. Der må ikke være spalter eller porøsiteter. Okklusion og artikulation kontrolleres med artikulationspapir. Hård okklusion og artikulation skal fjernes med poleringsdiamanter, fordi okklusion og artikulation på forseglingen kan forårsage fraktur af forseglingen. Efter tilpasningerne poleres overfladen.

Fjernelse af iltinhiberet lag

Hvis der ikke er behov for justering af forseglingen, fjernes det iltinhiberede lag med 99 % alkohol på en vatrulle/vatpellet.

Patientjournal

Behandlingen registreres i patientjournalen.

Kontrol

Dato for kontrolundersøgelser aftales individuelt.

FRA VIDENSKAB TIL KLINISKE ANBEFALINGER

Okklusalflder, herunder foramen cecum på orale og bukkale flader af molarer og lingualt på incisiverne i underkæben, er meget modtagelige for cariesudvikling (1,2,5,10,32). Utallige forebyggende muligheder er blevet foreslået gennem årene, (1,2,33) og fissurforsøglinger har vakt interesse i tandlægeverdenen siden udviklingen af adhæsive plastmaterialer i 1950'erne (6,7). Et Cochrane review (26) demonstrerer, at forseglinger er effektive til at kontrollere cariesudvikling på okklusalflder sammenlignet med ingen behandling med en effektstørrelse op til 1:10 over en toårig periode, som falder til ca. 1:4 over fem år. Tillidsniveauet til data i studierne er moderat (Tabel 3). Sammenligning af forseglingsmaterialer angående deres effektivitet i at kontrollere caries er sjældne og præget af bias, det gælder også vedrørende effektivitet af GIC som forebyggende forsegling, samt at effekten er tvetydig (Tabel 3). Fluoridbehandling er en effektiv forebyggende strategi mod caries i pits og fissurer, men sammenlignet med fissurforsøgling falder dens effektivitet til 1:2 over en periode på to til ni år. Der er dog kun meget få undersøgelser, og der er en høj risiko for bias (Tabel 4). Inden generel fissurforsøgling vælges, bør den samlede cariesprævalens i en given befolkning overvejes, den individuelle cariesrisiko for okklusalflder på molarer hos patienter, omkostningerne ved fissurforsøgling og alternativer som fluoridbehandling. Således, efter at have opnået cariesreduktion, er risikobaseret individuel strategi vigtigere end en befolkningsbaseret strategi, når det kommer til brug af fissurforsøglinger. I lande med meget høj cariesprævalens kan det dog være hensigtsmæssigt at anvende en befolkningsbaseret strategi, hvor fissurforsøglinger anvendes i en bestemt periode blot for at vinde tid til at etablere andre metoder til cariesbehandling. Grønland har fx i mange år været betragtet som et land med meget høj cariesprævalens, på trods af at Grønland har et ganske veletableret tandplejesystem for børn og unge (34). I 2008 blev en cariesforebyggende strategi implementeret i Grønland, der omfatter en befolkningsbaseret tilgang til forsegling af alle permanente molarer hos børn sammen med ▶

andre cariesforebyggende foranstaltninger. Over en 10-årig periode er cariesprævalensen faldet markant (35).

Der er også en eksperimentel tendens til brug af forseglinger som tertiær forebyggelse i moderate dentinlæsioner. SEAL-behandling bruges i de tilfælde, hvor læsionen ikke er dybere end den yderste tredjedel af dentinen på et røntgenbillede (en superficialis læsion) (22).

Med hensyn til valg af materialer til fissurforsøgling er der ingen tvivl om, at moderne resinmaterialer foretrækkes frem for GIC, men de kræver tilstrækkelig fugtkontrol. GIC-forsøglingmaterialer kan dog være at foretrække til eruperende

tænder og i tilfælde, hvor der er udfordringer med fugtkontrol (Fig. 3B).

KONKLUSIONER

Konklusionerne er, at fissurforsøglinger stadig anbefales til kontrol af okklusale carieslæsioner og på pits og foramen caecum på bukkale, lingvale og palatinale flader, men de bør anvendes risikobaseret eller terapeutisk til klinisk og/eller radiologisk superficielle carieslæsioner. Især i lande med lav cariesprævalens skal cost-benefit overvejes i forhold til andre noninvasive forebyggende tiltag. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

FISSURE SEALING: STILL TO BE RECOMMENDED?

Fissure sealing (FS) is commonly used as minimal invasive treatment and can be performed prophylactically on sound occlusal surfaces or therapeutically on initial caries lesions. A recent study in Denmark (SEAL-DK) demonstrated that occlusal dentin caries lesions, which were radiologically limited to the outer third of the dentin, could also be treated non-invasively using fissure sealant. This treatment is known as SEAL-treatment in Denmark. FS can effectively halt caries progression if the sealing is intact and tight. This article is based on the same-named book chapter from "Innovations in Preventive Dentistry". The following is described in this article:

- caries pathogenesis and its effect on the pulp-dentin organ
- indications for FS, including prophylactic and therapeutic treatment.
- choice of fissure sealant
- procedures for FS
- comparison of the effectiveness of FS compared to other non-invasive treatments such as fluoride treatment
- should FS be implemented broadly, or should it be based on individual caries risk.

The conclusions in the book chapter are supported by current international and European recommendations (ORCA/EFCD) for treatment of dental caries.

LITTERATUR

1. Bodecker C. Eradication of enamel fissures. *Dent Items Int* 1929;51:859-66.
2. Hyatt TP. Prophylactic odontotomy: The cutting into the tooth for the prevention of disease. *Dent Cosmos* 1923;65:234-41.
3. Ekstrand KR, Bjørndal L. Structural analyses of plaque and caries in relation to the morphology of the groove-fossa system on erupting mandibular third molars. *Caries Res* 1997;31:336-48.
4. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 1997;31:224-31.
5. Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res* 1989;68:773-9.
6. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-53.
7. Buonocore M. Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light. *J Am Dent Assoc* 1970;80:324-30.
8. Splieth CH, Ekstrand KR, Alkilzy M et al. Sealants in dentistry: outcomes of the ORCA Saturday Afternoon Symposium 2007. *Caries Res* 2010;44:3-13.
9. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Collaboration Center for Education, Training and Research in Oral Health. Who Oral Health Country/Area Profile Project (CAPP). Country Oral Health Profiles. (Set 2024 marts). Tilgængelig fra: URL: <http://www.whocollab.od.mah.se>
10. Nørrisgaard PE, Qvist V, Ekstrand K. Prevalence, risk surfaces and inter-municipality variations in caries experience in Danish children and adolescents in 2012. *Acta Odontol Scand* 2016;74:291-7.
11. Ekstrand KR, Christiansen MEC. Outcomes of a non-operative caries treatment programme for children and adolescents. *Caries Res* 2005;39:455-67.
12. Ekstrand KR, Kuzmina I, Bjørndal L et al. Relationship between external and histologic features of progressive stages of caries in the occlusal fossa. *Caries Res* 1995;29:243-50.
13. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA et al. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. *Caries Res* 1998;32:247-54.
14. Carlsen O. Dental morphology. Copenhagen: Munksgaard, 1987.
15. Dige I, Grønkjær L, Nyvad B. Molecular studies of the structural ecology of natural occlusal caries. *Caries Res* 2014;48:451-60.
16. Ricketts DN, Ekstrand KR, Kidd EA et al. Relating visual and radiographic ranked scoring systems for occlusal caries detection to histological and microbiological evidence. *Oper Dent* 2002;27:231-7.
17. Ekstrand KR, Martignon S, Ricketts DJ et al. Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: a methodologic study. *Oper Dent* 2007;32:225-35.
18. Pretty IA, Ekstrand KR. Detection and monitoring of early caries le-

- sions: a review. *Eur Arch Paediatr Dent* 2016;17:13-25.
19. Kühnisch J, Ekstrand KR, Pretty I et al. Best clinical practice guidance for management of early caries lesions in children and young adults: an EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent* 2016;17:3-12.
 20. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Primers* 2017;3:17030.
 21. Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC et al. Terminology of dental caries and dental caries management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. *Caries Res* 2019;7:1-8.
 22. Qvist V, Borum MK, Møller KD et al. Sealing occlusal dentin caries in permanent molars: 7-year results of a randomized controlled trial. *JDR Clin Trans Res* 2017;2:73-86.
 23. Bakhshandeh A, Qvist V, Ekstrand KR. Sealing occlusal lesions in adults referred for restorative treatment: 2-3 years of follow-up. *Clin Oral Investig* 2012;16:521-9.
 24. Griffin SO, Gray SK, Malvitz DM et al. Caries risk in formerly sealed teeth. *J Am Dent Assoc* 2009;140:415-23.
 25. Naaman R, El-Housseiny AA, Alamoudi N. The use of pit and fissure sealants: a literature review. *Dent J* 2017;5:E34.
 26. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T et al. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;7:CD001830.
 27. Heyduck C, Meller C, Schwahn C et al. Effectiveness of sealants in adolescents with high and low caries experience. *Caries Res* 2006;40:375-81.
 28. Neidell M, Shearer B, Lamster IB. Cost-effectiveness analysis of dental sealants versus fluoride varnish in a schoolbased setting. *Caries Res* 2016;50 (Suppl 1):78-82.
 29. Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Hiiri A et al. Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;1:CD003067.
 30. Bakhshandeh A, Ekstrand KR, Qvist V. (Set 2024 marts). Tilgængelig fra: URL: https://odontont.ku.dk/fagomr/cariologi_endodonti/vejledninger-undervisn/Plast_rest_BA_5._Fissurforsøgl_SEAL_0818.pdf
 31. Borges AB, Torres CRG, Benetti AR, et al. Isolation of the operating field. In: Torres CRG (ed). *Modern operative dentistry: Principles for clinical practice (Textbooks in Contemporary Dentistry)*. New York: Springer, 2020:224-60.
 32. Ekstrand KR, Carvalho JC, Thylstrup A. Restorative caries treatment patterns in Danish 20-year-old males in 1986 and 1991. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994;22:75-9.
 33. Black GV. *Operative Dentistry. Vol 1: Pathology of the hard tissues of teeth*. Chicago: Medico-Dental Publishing, 1908.
 34. Petersen PE, Christensen LB. Dental health status and development trends among children and adolescents in Greenland. *Int J Circumpolar Health* 2006;65:35-44.
 35. Ekstrand KR, Abreu-Placeres N. The impact of a national caries strategy in Greenland 10 years after implementation. A failure or a success? *Int J Circumpolar Health*. 2020;79:1804260.