

ABSTRACT

Fyldningens holdbarhed afhænger af tandlægens arbejde samt en række risikofaktorer hos patienten, som fx cariesaktivitet, tilstedeværelse af parafunktionelle orale vaner, parodontale og/eller systemiske sygdomme. I det posteriore område holder store fyldninger i molarer og/eller tænder med endodontisk behandling kortere. De hyppigste årsager til omlavning af plastfyldninger er caries i tæt relation til fyldningen eller fraktur af plastmaterialet, mens det for glasionomercementfyldninger er fraktur eller slid af materialet. Denne artikel fokuserer på relevante egenskaber af plastiske restaureringsmaterialer, som understøtter deres indikation og ydeevne i posteriore tænder. Desuden gennemgås de væsentligste trin i restaureringsteknik med henblik på at minimere fejl, som kan nedsætte fyldningens holdbarhed.

EMNEORD Resin composite | glass ionomer cement | posterior restorations



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
ANA RAQUEL BENETTI
arbe@sund.ku.dk

Komposit plast og glasionomercement som fyldningsmateriale i permanente molarer

ANA RAQUEL BENETTI, lektor, ph.d., Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

ULLA PALLESEN, over tandlæge ved Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

► Accepteret til publikation den 19. januar 2024

[Online før print]

DER ER I DAG ABSOLUT FORDELE VED AT UDFØRE POSTERIORE FYLDNINGER I PLAST. Ud over de tandfarvede egenskaber, som værdsættes af mange, har den adhæsive teknik gjort det muligt at forstærke resttands substans og at lade sygdommen (i.e. caries) bestemme kavitetsudstrækningen. Fjernelse af sund tands substans for at skabe aktiv retention er ikke nødvendigt, og det har gjort noninvasiv restaurerende behandling mulig (Fig. 1). Overgangen fra amalgam til plast har således samlet ikke været et tilbageskridt for tandsundheden.

Til gengæld står anvendelsen af glasionomercement som midlertidigt eller langvarigt fyldningsmateriale i posteriore tænder splittet. Enkelte kliniske undersøgelser viser dog, at overlevelsen af glasionomercementfyldninger kan være acceptabel over en længere observationsperiode, når de fremstilles enten med den plastforstærkede eller den højviskøse, kemisk hærdende udgave – også når de appliceres i mindre klasse II-kaviteter (1-3). Udover glasionomercementens type er holdbarheden af disse fyldninger også meget afhængig af kavitetsstørrelse (4).

Denne oversigtsartikel fokuserer på komposit plast- og glasionomercementfyldningers holdbarhed med henblik på materialernes indikation og risikofaktorer, der har betydning for deres anvendelse i posteriore tænder samt på de forhold, der kan medvirke til at forbedre fyldningernes prognose.

En af mange muligheder

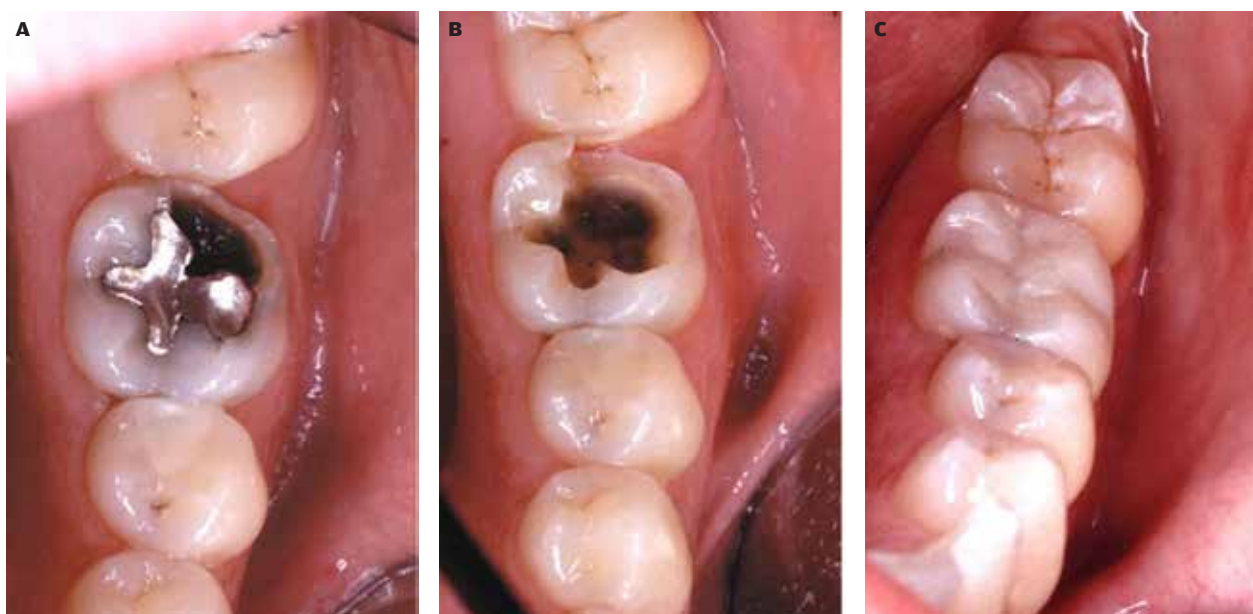


Fig. 1. Restaurering med direkte plast af tanden -6. **A.** Der ses gammel amalgamfyldning, caries og cuspisfraktur. **B.** Efter ekskavering og præparation. Amalgamfyldningen er fjernet, fordi der var underminerende caries. **C.** God funktion af den nye plastfyldning er forsøgt opnået ved at udforme randcrista, cuspides (konvekse) og fissursystemet som på en naturlig ikke slidt tand samt ved god kontrol af okklusion og artikulation.

Fig. 1. Direct resin composite restoration on tooth 36. **A.** Existing amalgam restoration, caries and fracture of the disto-facial cusp. **B.** After excavation and preparation. The amalgam restoration was removed because it was undermined with caries. **C.** Tooth function re-established by the resin composite restoration by restoring the ap-proximal enamel ridge, convex cusp and occlusal fissures formed as a natural, non-worn tooth, combined to appropriate control of occlusion and articulation.

PLASTFYLDNINGER I POSTERIORE TÆNDER

Holdbarhed

Plast har nu været anvendt i en årrække som fyldningsmateriale i posteriore tænder, og undersøgelser har vist god holdbarhed (5-7) (Fig. 2). Således har en systematisk undersøgelse publiceret i 2023 rapporteret 0,08 % som minimum og 4,9 % som maksimum af årlige fejl (8).

Der er dog stor forskel på, hvor længe en plastfyldning holder, afhængigt af om den er udført af den ene eller den anden behandler (8,9). Det kan skyldes manglende kvalitet af fyldningen fra start eller tandlægens manglende fokus på patientens forebyggende tiltag, men også at der lægges forskellig grund til, hvornår en fyldning lægges om. Nogle tandlæger er proaktive og laver om, når blot lidt er i vejen med fyldningen eller tanden, mens andre er reaktive og ser tiden an med henblik på at forlænge fyldningens holdbarhed. Meget tyder på, at det at være reaktiv og i mange tilfælde at reparere i stedet for at lave om er gavnligt for tandsundheden (10). Ud over at være tandbesparende er en reparation med til at reducere behandlingstid og angst hos patienten samt øge fyldningens overlevelse (10). Desuden kan en repareret fyldning ofte holde lige så længe som en omlavet plastfyldning (11).

Holdbarhed af fyldninger er afhængig af flere faktorer, hvor høj cariesrisiko fører til lav holdbarhed af fyldninger. Derfor bør der altid foretages en vurdering af patientens cariesrisiko, så nødvendige tiltag som forbedring af mundhygiejne og kostråd

bliver implementeret samtidig med fyldningsterapien. Derudover har fyldninger i plast på cariesaktive patienter også en kortere holdbarhed end fyldninger i amalgam (12,13). Den væsentligste grund hertil er caries i relation til fyldningen, hvor metalioner i amalgam har en bakteriestatisk effekt og dermed forebygger caries, mens nuværende plastmaterialer ikke er cariesforebyggende (Fig. 3). Det skal dog påpeges, at der fortsat arbejdes på at inkorporere antimikrobielle midler med henblik på at mindske risikoen for sekundær caries ved hjælp af ionlækage fra plast- og glasionomerfyldninger.

En anden grund til kortere holdbarhed af plast på cariesaktive patienter kan også være forårsaget af, at det er vanskeligt eller umuligt at fremstille en tæt plastfyldning i svært tilgængelige områder på patienter med bl.a. subgingivale approximale kaviteter, hvor mulighed for tørlægning ikke er til stede. Ud over patientens høje cariesrisiko som følge af dårlig mundhygiejne og hyppigt indtag af sukkerrig kost så bliver plastfyldningens overlevelse også negativt påvirket af risikofaktorer som systemiske sygdomme (herunder medicinindtag), patientens alder, tilstedeværelse af parodontal sygdom og/eller parafunktionelle orale vaner (9). På tandniveau er fyldningens størrelse, bagerst placering i tandrækken og endodontisk behandling også risikofaktorer, der er med til at reducere fyldningens holdbarhed (9,14,15). Således vil plastfyldninger holde længere i klasse I- end klasse II-kaviteter, i præmolarer end molarer og i vitale frem for avitale tænder. ▶

Op til 30 års holdbarhed



Fig. 2. Eksempel på holdbarhed over 30 år af plastfyldning i +6 udført i et nu udgået makrofil hybridt plastmateriale uden anvendelse af adhæsiv. Plastmaterialet blev slidt og let misfarvet over tid, men makromorfologi og kantforhold var tilfredsstillende. Det har således længe været muligt at fremstille holdbare plastfyldninger, hvor valget af adhæsiv og plastmateriale i kliniske studier ikke har vist sig at have den store betydning for holdbarhed (8).

Fig. 2. Example of an obsolete, macrofilled resin composite restoration made without using adhesive that lasts over 30 years. The composite is worn and slightly discolored over time, but the morphology and margins of the restoration were satisfactory. For many years, it has been possible to fabricate long-lasting composite restorations, and the use of adhesives has in clinical studies not been shown to have an important impact on their longevity (8).

FAKTABOKS 1

Store plastfyldninger holder dårligere end små. I molarer holder plastfyldninger knap så godt som i præmolarer (9,14,15).

Da bulk fill-produkterne har været på markedet i et stykke tid, er der flere undersøgelser (16,17), der dokumenterer deres kliniske holdbarhed. Metaanalyser med indsamlede data om plastfyldninger fremstillet med bulk fill-plast kontra lagvis konventionel plast fandt ikke forskel i holdbarhed (18,19).

Årsager til omlavning

Adskillige undersøgelser (20-24) har vist, at de vigtigste omlavningsgrunde ved posteriore plastfyldninger er caries i relation

Indikation til omlavning på grund af caries

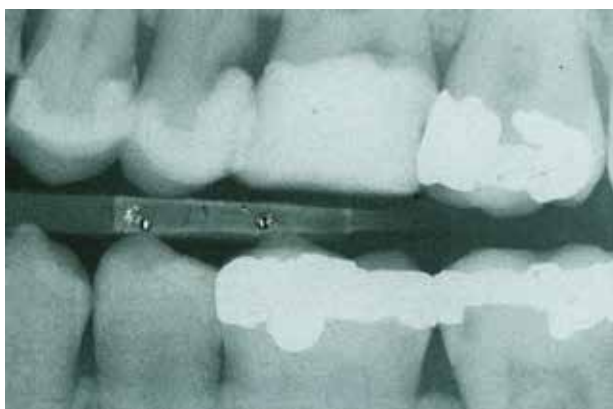


Fig. 3. Eksempel på forskel i carieslæsionernes alvorlighedsgrad ved fyldninger i plast og i amalgam. Denne patient havde nedsat spytksekretion i forbindelse med indtagelse af tricykliske antidepressiva og dermed øget cariesrisiko. Der ses approximal caries i relation til plastfyldningerne i +4 og +5. Tand 26 har også været behandlet med plast, men er nu forsynet med aluminiumshætte efter cariesekskavering til perforation. Den cariostatisk effekt ved amalgam har forebygget approximal caries i +7 og -6, mens der ses et mindre cariesangreb mesialt i -7.

Fig. 3. Example of the difference in caries lesions severity along restorations in resin composite and amalgam. The patient had reduced saliva secretion associated with the use of tricyclic antidepressants, and thus increased caries risk. The image shows approximal caries lesions in relation to composite restorations in teeth 24 and 25. Tooth 26 also had a composite restoration but is now protected with a metal provisional after pulp perforation during excavation. The cariostatic effect of amalgam has prevented the development of caries in teeth 27 and 36, but a small lesion is visible mesially on tooth 37.

Manglende approximal kontakt



Fig. 4. Gode matricesystemer har i dag gjort det lettere at skabe tæt approximal kontakt ved fremstilling af nye plastfyldninger. Dog synes manglende kontakt fortsat i mange tilfælde at være et problem som her, hvor der ses food impaction mellem -4 og -5.

Fig. 4. Good matrix systems available today make it easier to reestablish a tight approximal contact during the fabrication of new composite restorations. With missing approximal contact is still a problem in many cases such as this, where food-impaction is visible between teeth 34 and 35.

klinisk relevans

Valg af korrekt restaureringsmateriale egnet til opgaven samt omhyggelig udførelse af fyldningsteknik er nødvendigt for at forlænge fyldningers holdbarhed.

FAKTABOKS 2

En systematisk undersøgelse identificerede efter 2 år omtrent den samme årlige fejlrate af posteriore plastfyldninger i kliniske studier, der var publiceret enten mellem 1995-2005 eller 2006-2016. Årsagerne til fyldningernes svigt var dog markant anderledes, hvor der i den senere periode sås en øget incidens af fraktur i plast (fra 29 % til 39 %) og i tand (fra 3 % til 24 %) samt et øget behov for endodontisk behandling (fra 1 % til 2 %). Samtidig sås der en reduktion af caries i tæt relation til fyldninger (fra 29 % til 26 %), i de postoperative symptomer (fra 12 % til 1 %) og i slid (fra 9 % til 1 %). Forfatterne antager, at plastens anvendelse til omfattende fyldninger og eventuelt forbedring i materialernes egenskaber er mulige forklaringer (24).

til fyldningen og fraktur af plastmaterialet (8), men manglende approximal kontakt har også klinisk vist sig at være til stor gene for mange patienter (Fig. 4).

Behandlingskrævende caries i relation til fyldninger ligger som regel gingivalt og diagnosticeres først flere år efter, at fyldningen er lagt, fordi caries tager tid om at udvikles (Fig. 5). Hvis den nye fyldning ikke er optimal fra starten – er utæt eller har dårlig morfologi – kan patienten ikke holde rent, og fyldningen vil derfor være en medvirkende faktor for udvikling af den nye carieslæsion.

Fraktur af plastfyldninger i posteriore tænder forekommer som regel approximalt og kan optræde kort tid efter, at fyldningen er lagt (Fig. 6). Sådanne frakturer er forårsaget af plastens begrænsede mekaniske egenskaber (Tabel 1), og frakturen opstår ofte, når randcrista er udformet, så der er okklusion på områder af fyldningen, der ikke er understøttet af tanden.

Plastmaterialer til posteriore fyldninger

De konventionelle kompositte plastmaterialer, der anvendes i posteriore tænder, har et højt indhold af fyldstof med blandet fillerstørrelse (e.g. mikrohybrid plast), som giver materialet tilstrækkelig slid- og mekanisk styrke samt god polérbarhed (29). I de seneste årtier er det de nanohybrid- eller nanofyldte kompositte plastmaterialer, der har vundet plads på markedet, ►

Caries i tæt relation til fyldning



Fig. 5. Caries i relation til gammel plastfyldning opstår oftest gingivalt, hvor kaviteten ikke er afgrænset af emalje, og hvor det har været vanskeligt at holde tørt i forbindelse med den adhæsive teknik.

Fig. 5. Caries in relation to old composite restorations often occur gingivally, where the cavity is not surrounded by enamel, and it is difficult to keep the area dry during the adhesive technique.

Fraktur af fyldningen



Fig. 6. Eksempler på små og store frakturer af plast i randcristaområdet som følge af insufficient morfologi af randcristae, da fyldningerne blev fremstillet (se også Fig. 9).

Fig. 6. Examples of small and large fractures of the composite at the approximal enamel ridge area due to inadequate shaping of the enamel ridge during fabrication of the restoration (see also Fig. 9).

Komposit plast og glasionomercements mekaniske egenskaber

Egenskab	Komposit plast						Glasionomercement	
	Lagvis				Bulk fill		Plast-modificeret	Konventionel
	Mikrohybrid	Nanohybrid	Flow	Selv-adhærerende	Højviskøs	Lavviskøs		
Bøjestykke* (MPa)	125,5 (27,4) ²⁵	124,9 (30,8) ²⁵	110,0 (19,5) ²⁵	97,5 (24,9) ²⁶	102,7 (14,8) ²⁷	104,5 (2,5) ²⁷	58,5 (10,4) ²⁸	25,5 (4,6) ²⁸
e-modul (GPa)	6,9 (2,6) ²⁵	6,2 (1,9) ²⁵	4,1 (1,1) ²⁵	4,7 (1,6) ²⁶	6,9 (0,8) ²⁷	4,3 (0,9) ²⁷	6,1 (1,3) ²⁸	9,1 (1,6) ²⁸

* 3-punkt bøjleprøve

Table 1. Bøjestykke (MPa) og elasticitetsmodul (GPa) målt i forskellige laboratorieforsøg efter 1 døgn præsenteres som gennemsnit (standardafvigelse i parentes) af flere kommercielle produkter.

Table 1. Flexural strength (MPa) and modulus of elasticity (GPa) measured in different studies after 1-day storage are presented as average values (standard deviation in parenthesis) of several commercial products.

selv om de mikrohybride har vist lige så god klinisk holdbarhed (19,30). De fleste plastmaterialer tilbydes i flere farvenuancer og opacitetsgrader, hvilket gør det muligt at fremstille næsten usynlige fyldninger. I posteriore tænder, hvor æstetikken ikke vægtes så højt som i anteriore tænder, vælger mange tandlæger et plastmateriale med mellem opacitetsgrad, som gør det enklere at opbygge plastfyldningen lagvist med kun én kompositmasse.

De såkaldte bulk fill-plastmaterialer består hyppigt af plastmonomerer med høj molekylvægt, der i forbindelse med polymerisering er med til at holde kontraktionsspændingen på et lavt niveau (29). Deres reducerede mængde fyldstof, som består af en kombination af større og/eller translucente samt præpolymeriserede fillere, tillader øget lysgennemtrængning i materialet. Tilsammen resulterer disse justeringer i bulk fill-plasts sammensætning i materialer med større polymerisationsdybde uden voldsom stigning i kontraktionsspænding, hvilket gør det muligt at anvende dem i tykkere lag (31). I nogle af produkterne er initiatorsystemet også blevet tilpasset, hvilket bidrager til at optimere polymerisering af materialet i dybden. I enkelte andre er dualhærdning til stede, hvilket i princippet sikrer ubegrænset polymerisationsdybde og kan være til gavn i situationer, hvor adgang til lyskilden er suboptimal (32). Højviskøs bulk fill-plast kan opnå fysisk-mekaniske egenskaber på højde med de konventionelle plastmaterialers (Tabel 1). De fysisk-mekaniske egenskaber af de første lavviskøse bulk fill-plastmaterialer har vist sig at være generelt dårligere end de konventionelle plastmaterialers, hvilket skyldes en lavere densitet i polymernetværket (33). Desuden kan den større translucens i bulk fill-plast – især hos de lavviskøse produkter – resultere i et gråligt skær i dele af fyldningen (Fig. 7). I takt med udvikling i monomerteknologi, som muliggør en begrænset stigning i fillerindholdet, kommer der efterhånden flere lavviskøse bulk fill-plastmaterialer på markedet med forbedrede mekaniske egenskaber (34). Dertil er inkorporeringen af fyldstof i form af korte fibre med til at øge brudsejheden for enkelte lavviskøse bulk fill-plastmaterialer, hvilket

Gingival transparens af bulk fill-plast



Fig. 7. Den fem år gamle plastfyldning okkluso-mesialt i +4 er udført med et flydende bulk fill-materiale i den gingivale del af kaviteten, som er dækket af en hybrid mini fill-plast i den okklusale del. Det flydende bulk fill-materiale, der kan polymeriseres i lag på op til 4 mm, er translucent, og det fremtræder mere gråligt end hybridplasten. Det skal bemærkes, at farveforskellen ikke var noget, patienten havde bemærket, selv om hun var klinikassistent og interesserede sig for sine tænders udseende.

Fig. 7. In this 5-year-old restoration on tooth 24, a flowable bulk-fill composite was placed gingivally in the cavity and then occlusally covered with a hybrid resin composite. Flowable bulk-fill materials, which can be polymerized in layers up to 4 mm, are translucent and appear more gray when compared to hybrid composites. It should be noted that the shade difference was not noticed by the patient, although she was a dental assistant who was interested in the appearance of her teeth.

gør dem særdeles interessante ved restaurering af specielt svækkede tænder eller som opbygningsmateriale.

Adhæsivernes rolle

Adhæsivet og dets korrekte anvendelse har vist væsentlig betydning for vedhæftning af plastfyldninger i kaviteter uden ▶

Komposit plast og glasionomercements bindingsstyrke til emalje og dentin

		Bindingsstyrke* (MPa)			
		Plastmateriale		Glasionomercement	
		Konventionel	Selvadhærerende	Plastmodificeret	Konventionel
Emalje	Ubehandlet emalje		7,7 (1,1) ³⁶		5,8 (3,1) ³⁸
	Applicering af selvætsende adhæsiv	25,3 (2,2) ³⁷			
	Fosforsyreætsning og adhæsiv	34,1 (0,5) ³⁷	28,8 (2,8) ³⁶		
	Polycarboxylsyreætsning			38,8 (7,4) ³⁸	12,3 (2,9) ³⁸
Dentin	Applicering af selvætsende adhæsiv	29,0 (12,0) ³⁷	1,7 (0,3) ³⁶		
	Polycarboxylsyreætsning			31,4 (4,3) ³⁸	12,9 (3,3) ³⁸

* Mikrotrækprøve foretaget efter opbevaring i vand på 37 °C. Plastmaterialer er opbevaret i et døgn og glasionomercement i en uge.

Tabel 2. Bindingsstyrke (MPa) af plastmateriale og glasionomercement til emalje og dentin målt i forskellige laboratorieforsøg. Data præsenteres som gennemsnit (standardafvigelse i parentes) af flere kommercielle produkter.

Table 2. Bond strength (MPa) of resin composite and glass ionomer cement to enamel and dentin measured in different laboratory studies. The data is an average (standard deviation in parenthesis) of some commercial products.

makromekanisk retention såsom klasse V eller usur/erosion (35). Ved klasse I- og II-fyldninger vil der ved korrekt carieskavering automatisk komme let underskæring i kaviteten, hvilket er med til at sikre fyldningens retention. Herudover yder de nuværende adhæsiver god binding til den efterladte sunde emalje og dentin (Tabel 2), hvilket betyder, at løsning af posteriore plastfyldninger ikke er blandt hovedårsagerne til omlavning. Postoperative symptomer, som tidligere udgjorde op til 20 % af tilfældene, kom ned på 1-2 %, da anvendelse af de hydrofile adhæsiver trådte i kraft (21,22,24).

Selvom valget af adhæsiv ikke i sig selv er afgørende for holdbarhed af plastfyldninger, er det dokumenteret, at den bindingsstrategi, der anvender emaljeætsning med fosforsyre, er med til at reducere fyldningers kantmisfarvning og mærkbare kantdefekter markant, når der sammenlignes med brug af den selvætsende bindingsstrategi på emaljen alene (19,35). I dentinen betyder den gode binding leveret af de milde selvætsende adhæsiver, at endnu færre plastfyldninger i dag laves om som

følge af postoperative symptomer (39). Cariesincidens langs fyldningernes kanter er uafhængig af bindingsstrategien (19).

Fyldningsteknik til plast

Tilstrækkelig tørlægning og adækvat matriceanlæg skal selvfølgelig altid være på plads, inden plastmaterialet appliceres i kaviteten. For at opnå tilstrækkelig polymerisationsdybde i plast og kompensere for kontraktionsspænding opbygger man

Plastfyldningsteknikker

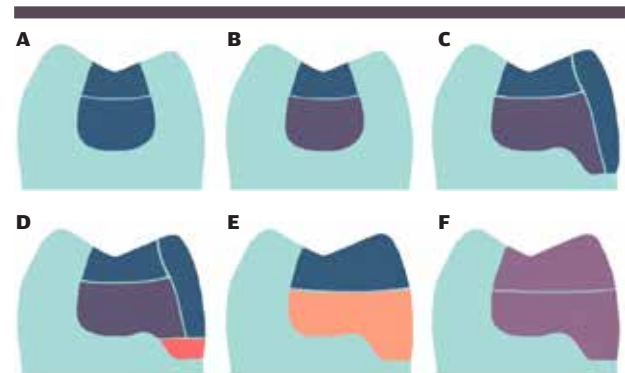


Fig. 8. Flere muligheder til opbygning af posteriore plastfyldninger.

A. Lagvis med én konventionel kompositmasse. **B.** og **C.** Lagvis med dentin- og emaljemasse. **D.** Applicering af flow plast gingivalt. **E.** Lavviskøs bulk fill-plast gingivo-approximalt dækket med konventionel komposit plast. **F.** Højviskøs bulk fill-plast i maks. 4-5 mm tykke lag.

Fig. 8. Several options for fabricating posterior resin composite restorations. **A.** Layered with one composite type. **B.** and **C.** Layered with dentin and enamel shades. **D.** Application of flowable resin gingivally. **E.** Low viscosity bulk-fill composite gingivo-approximally covered with conventional resin composite. **F.** High viscosity bulk-fill composite in max. 4-5 mm layers.

FAKTABOKS 3

Ved plastfyldninger anbefales forudgående ætsning af emaljen med fosforsyre før anvendelse af universel adhæsiv for at reducere forekomsten af mærkbare kantdefekter og kantmisfarvning, hvilket er med til at formindske udskiftning af fyldninger som konsekvens af en fejldiagnosticering af caries (19).

oftest konventionelle plastfyldninger lagvis (Fig. 8). Denne teknik har været anvendt i årtier, og holdbarheden er veldokumenteret (8). Materialer, hvor håndteringssevne og dermed brugervenlighed, samt hvor teknikken enkelhed og effektivitet vægtes højt, har givet de bulk fill-kompositte plastmaterialer plads på mange tandlægeklinikker. Bulk fill-plast giver mulighed for en polymerisationsdybde på 4-5 mm, så fyldningen kan opbygges tidsbesparende i ét eller to lag alt afhængigt af kavitets størrelse (Fig. 8). Da polymerisationsdybde i bulk fill-plast er produktafhængig, er det nødvendigt at følge fabrikantens brugsanvisning for det valgte materiale samt at udføre den korrekte belyningsprotokol, så en gennemgående omsætningsgrad i materialet sikres. Den lavviskøse, dvs. mere flydende udgave, kommer lettere i kontakt med ujævnheder i kavitets bund og vægge. Til gengæld skal de fleste flydende bulk fill-plastmaterialer i dag dækkes med et lag konventionel plast for at sikre tilfredsstillende slid- og mekanisk styrke (29). Den højviskøse udgave har en fastere konsistens grundet dens højere fillerindhold – og har dermed øget slid-/mekanisk styrke – så hele fyldningen kan fremstilles i én materialemasse. Der er grund til at tro, at disse fyldningsprocedurer vil kunne ændre sig i takt med materialeudviklingen.

GLASIONOMERCEMENTER I POSTERIORE TÆNDER

Holdbarhed og årsager til omlavning

Overordnet er overlevelsen af glasionomercementfyldninger i kindtænderne lavere end ved anvendelse af plastmaterialer (4, 14, 19). De væsentligste faktorer for svigt er fraktur og chipping, som ofte kompromitterer den approssimale kontakt til nabotanden, samt slid i glasionomercementen (19). En metaanalyse har vist, at glasionomercementfyldningers frakturfrekvens er mindst 2-3 gange større og omlavningsfrekvensen signifikant højere end plastfyldningers (19). Allerede inden for de første 3-4 år har de højviskøse glasionomercementer vist et højt antal frakturer i fyldninger i posteriore tænder (19).

Overlevelsen er dog meget afhængig af kavitetsstørrelse og glasionomercementens type (4). En metaanalyse har vist betydelig bedre holdbarhed, hvis der var anvendt plastforstærket frem for konventionel glasionomercement ved klasse I-fyldninger (4). Glasionomercement kan være et godt valg for den såkaldte ART (Atraumatisk Restaurerende Teknik), hvor det carierede blødtvæv ikke fjernes med et bor, men ekskaveres med håndinstrumenter uden anvendelse af analgesi, hvorefter der fyldes med en højviskøs glasionomercement. Forskning viser også, at overlevelsesraten af klasse I-restaureringer fremstillet med de højviskøse konventionelle glasionomercementer i permanente molarer og præmolarer kan være lige så god som for plast (40), hvor der dog ses tydeligt slid af fyldningerne efter nogle år (41).

Overlevelse af restaureringer i konventionel glasionomercement falder dog betydeligt i klasse II-kaviteter, når dette sammenlignes med klasse I. Efter 10 års observation var den kumulative fejlrate 8 % for klasse II-glasionomercementfyldninger, mens den lå på 3 %, når de okklusale fyldninger blev inkluderet i beregningen (1). Selv plastforstærket glasionomercement er mere udsat for fraktur i klasse II-fyldninger, hvis materialets

FAKTABOKS 4

Ved klasse I-kaviteter kan en glasionomercementfyldning holde lige så godt som én fremstillet med komposit plast (40). Ved klasse II-fyldninger er holdbarhed af glasionomercement betydeligt kortere (19).

bøjestykke ligger under 80 MPa (19). Derfor er glasionomercementens indikationsområde for klasse II-restaureringer i permanente tænder fortsat begrænset til små eller mellemstore kaviteter.

Én af cementens meste attraktive egenskaber er fluoridafgivelse (42). Ikke desto mindre har en metaanalyse vist, at der efter fem år var hverken færre eller flere carieslæsioner langs kanterne af glasionomercementfyldninger sammenlignet med fyldninger i plast (19). Disse fund indikerer, at den cariesforebyggende effekt, der længe har været tillagt glasionomercement, nok er overestimeret og derfor ikke skal være den afgørende faktor for valg af materialet. Til gengæld spiller den daglige kontakt med flere fluorkilder formentlig en vigtigere rolle i cariesforebyggelsen end det fluorid, som glasionomercementen afgiver.

Fyldningsteknik til glasionomercement

Glasionomercementens væske er baseret på en vandig opløsning af polycarboxylsyrer, der i den plastforstærkede udgave er tilsat hydrofile plastmonomerer. Af denne grund er glasionomercement mere tolerant over for fugt end komposit plast. Alligevel vil for meget fugt inhibere materialets syre-base-reaktion og påvirke glasionomercementens egenskaber negativt. Af samme grund skal blod og spyt holdes væk fra kaviteten, så den stabile kemiske binding til hydroxylapatit i tændernes hårde væv kan finde sted. Glasionomercementens kemiske forbindelse til emalje og dentin kan forbedres og give øget bindingsstyrke ved at forbehandle kaviteten med ca. 10 % polyakrylsyre eller med en conditioner, der specifikt følger med produktet.

De moderne hybride glasionomercementer indeholder ekstrafine og højreaktive glaspartikler (fluoroaluminosilikat), der har en optimeret fordeling af partikelstørrelser i pulveret. Sammen med en høj molekylærvægt i væskens polycarboxylsyrer er det med til at forbedre materialets mekaniske egenskaber, translucens og håndtering. I kombination med en påføring af hydrofob resin på glasionomercementens overflade bidrager det til en samlet forbedring af fyldningskvalitet med disse materialer.

Ved klasse II-kaviteter kan man overveje at lægge glasionomercement gingivalt og derefter fylde med komposit plast i den okklusale del af kaviteten. Når den konventionelle (dvs. vandbaserede) glasionomercement anvendes, skal der af hensyn til hærkning ventes 5-6 min., før plastmaterialet appliceres. Vælger man den plastforstærkede glasionomercement, må lagtykkelse være maks. 2 mm, og der belyses gingivalt længere end ▶

sædvanlig for at kompensere for den nedsatte lampeirradiation ved afstand til belysningsoverfladen. Umiddelbart efter belysning af den plastforstærkede glasionomercement kan resten af kaviteten fyldes med plast. Endelig skal man huske, at en fyldning i glasionomercement, hvor lang holdbarhed ønskes, skal beskyttes mod tidlig kontakt med spyt ved at dække materialet med et lag hydrofob resin, som polymeriseres. Glasionomercement er også følsom over for syrepåvirkning (42), hvorfor ekstra hensyn til god mundhygiejne er nødvendigt for at undgå, at materialet nedbrydes, og caries igen udvikles gingivalt.

HVORDAN FORBEDRER MAN FYLDNINGENS OVERLEVELSE?

Når holdbarhed og funktion af posteriore fyldninger skal optimeres, er det vigtigt at tage udgangspunkt i, hvad der ligger til grund for, at det ikke går med fyldninger som ønsket. Før en fyldning laves om, er det vigtigt at forholde sig til, hvad årsagen til omlavning er, og ved fremstilling af den nye fyldning prøve at forebygge, at det samme vil ske igen.

Flere trin i fremgangsmåden er kritiske for fyldningsoverlevelsen. Den første er korrekt diagnose på pulpas tilstand, for forskning viser, at behovet for endodontisk behandling har størst incidens inden for det første år, efter fyldningen er lagt, bl.a. som følge af forkert pulpadiagnose (20). Dette i sig selv er ikke direkte relateret til fyldningskvalitet, men er bestemt en vigtig omlavningsgrund.

Isolering er det næste, man skal tage stilling til. Emnet er kontroversielt, da evidensen viser, at prognosen for behandling af profunde carieslæsioner ikke er afhængig af isolationsmaterialet (43). Isolering med calciumhydroxidcement kan måske have en positiv effekt på succesraten af restaurerende behandling af profunde carieslæsioner, hvor caries ekskaveres nonselektivt, da der her vil kunne være mikropulpale eksponeringer til stede, som øger risiko for svigt af tandens vitalitet (44). Der mangler dog den evidens, der påviser effekten af behandlingen, og man kan forestille sig, at vi fortsat isolerer med calciumhydroxidcement af traditionelle årsager. Vælger man til gengæld den selektive cariesekskavering af profunde carieslæsioner, bevarer man tandsubstans og nedsætter samtidig risiko for postoperative symptomer eller eksponering af pulpa (43). En undersøgelse har vist en 96 % succesrate, defineret som bevaring af pulpavitalitet, ved den selektive ekskavering, hvor der ikke blev anvendt isoleringsmateriale (43). Det ser således ud til, at det ikke er isoleringsmaterialet, der har den store betydning for effekten af behandlingen, men derimod selve ekskaveringsmetoden udover selvfølgelig afstand til pulpa og dens oprindelige tilstand.

Ved præparation sørger rigelig vandkøling og intermitterende boring for at minimere risiko for opvarmning af pulpa og efterfølgende pulpakomplikationer. Nabotænder beskyttes altid, når der udbores i approximale områder. Som tidligere nævnt kommer der god aktiv retention i kaviteten (underskærringer) ved korrekt cariesekskavering, hvor udbredelsen af caries alene er bestemmende for den indre præparation. Uunderstøttet emalje fjernes ikke, da den yder et værdifuldt bidrag til binding af materialet. Ved skift af gamle amalgamfyldninger

kan det være nødvendigt at afrunde eksisterende indre skarpe kantvinkler, så spændingskoncentration ved senere belastning ind i kaviteten minimeres og risiko for tandfraktur – eller approximal fraktur i selve fyldningen – nedbringes. Præparationsgrænsen skal være veldefineret og så vidt muligt vinkelret mod tandens ydre flader, så den færdige fyldning får en kantafslutning på omkring 90°, hvilket formindsker risiko for kantfraktur i materialet under belastning. Løse emaljeprismer fjernes fx med et tandrensingsinstrument, så de ikke frakturerer af, når plastmaterialet kontraherer under polymerisationen. Herved forebygges umiddelbare kantdefekter, men også kantmisfarvning og -fraktur over tid.

Anvender man plast som fyldningsmateriale, er omhyggelig tørlægning af arbejdsfeltet et krav. Der er konsensus om, at kavitet- og nære tandoverflader skal være rene og fugtighedsgraden kontrolleret, når plastfyldningens holdbarhed ønskes optimeret (45). Den sikreste måde at opnå dette på er med et velappliceret kofferdamlæg. Udover fuld kontrol af væske kan kofferdam tilbagetrække og beskytte patientens blødtvæv, forebygge uheldig aspiration af fremmedlegemer samt forbedre adgang til og syn af arbejdsfeltet. Tandlæger, der ikke anvender kofferdam, angiver hovedårsagerne at være den ekstra tid brugt på proceduren og/eller patienternes uvilje. Dog fremmer træning forbedring i teknikken, så den udføres hurtigere, og de fleste velinformerede patienter vil acceptere proceduren. I de tilfælde, hvor anvendelse af kofferdam er vanskelig (e.g. ekstra subgingival kavitet, tanden er skæv, patienten har vejrtrækningsbesvær) eller fravælges, er det nødvendigt at opnå korrekt fugtkontrol i arbejdsfeltet ved grundig tørlægning med vatruller, dry tips og effektiv udsugning.

Er der emalje til stede, skal den helst ætzes med fosforsyre. Den selektive emaljeætsning er med til at minimere forekomst af kantdefekter og kantmisfarvning over tid (46). Derefter har dentinen godt af et mildt (pH ≈ 2) eller ultramildt (pH ≥ 2,5) selvætsende adhæsiv (47). En mindre, men ekstremt vigtig detalje er at følge fabrikantens brugsanvisning med henblik på applicering af bindingssystemet. Bliver appliceringstiden af det selvætsende adhæsiv for kort, vil der sandsynligvis ikke være tilstrækkelig tid til demineralisering og infiltration af produktet i de hårde tandvæv. Er fordampning af bindingssystemets opløsningsmiddel mangelfuld efter luftpåblæsning, vil polymerisering af adhæsivet forringes. Begge resulterer i, at binding til tanden svækkes.

Selve fyldningsproceduren bør udarbejdes med omhu. Tidligere var opfattelsen, at det var plastens kontraktion, der forårsagede spaltedannelsen og dermed var den primære medvirkende årsag til caries. Med de nuværende plastmaterialer med lav kontraktion og de gode adhæsiver er det nu vist, at både store spalter og lufflommer opstår, fordi plasten ikke kommer i kontakt med de adhæsivt behandlede kavitetvægge. Her har undersøgelser (16,17,48) vist, at flydende plast eventuelt kan være en hjælp til forebyggelse af adaptationsdefekter. En anden grund til manglende materialetilpasning er insufficient polymerisering af plast, som efterfølgende vaskes ud af kaviteten i kantområderne.

Optimal polymerisering bør selvfølgelig tilstræbes, men kan være vanskelig i dybe kaviteter skråt og/eller langt fra lyskilden

eller i små kaviteter, hvor der belyses igennem tandsubstans. Her har undersøgelser (16,17) vist, at anvendelse af translucent plast (oftest som bulk fill) kan være en hjælp, fordi det giver mulighed for mere effektiv polymerisering i lag af op til 4-5 mm eller gennem tandsubstans. Belysningsteknikkens rolle for kvalitet af lyshærdende plastmaterialer må dog ikke undervurderes. Jo større lysets afstand og vinkel til plastens overflade er, jo mindre lys når overfladen (29), og risikoen for utilstrækkelig polymerisation øges (49) – dette gælder også bulk fill-plast og plastforstærket glasionomercement. Hellere lyse en gang for meget end i for kort tid, da et dårligt polymeriseret materiale bliver slid- og mekanisk svagt, frigiver ureagerede plastmonomerer og viser tendens til misfarvning.

Approximale frakturer kan undgås ved at udforme randcrista, så den har samme morfologi som på ikke slidte naturlige tænder, altså med kontaktpunktet til nabotanden ca. 1/3 væk fra okklusalplanet, hvilket gøres bedst ved at trække randcrista godt ind på okklusalfladen (Fig. 9). En sådan morfologi kan sjældent udføres alene ved at vælge en kontureret matrice, men kræver vurdering af okklusale pladsforhold før fyldning af kaviteten samt aktiv modellering af plasten med et instrument før polymerisering. Alternativt må randcrista udformes i forbindelse med pudsning, hvilket kan være yderst vanskeligt.

Til sidst vil grundig pudsning og polering være med til at gengive tandens detaljerede morfologi og nøjagtige kontaktforhold til synergister og antagonistter samt nedbringe lokal opsamling af biofilm. Ikke mindst skal den restaurering, som leveres, give patienten de bedste forudsætninger for at vedligeholde god mundhygiejne.

KONKLUSIONER

Evidens viser, at fyldninger i plast i permanente tænder har en bedre holdbarhed end i glasionomercement ved mellem og store posteriore kaviteter. Tandlæger kan forbedre fyldningens prognose ved at vælge et materiale, der egner sig til opgaven, udføre fyldningsteknikken korrekt, genskabe tandens oprindelige morfologi samt medvirke til, at patienten har en god mundhygiejne. ♦

Udformning af randcrista

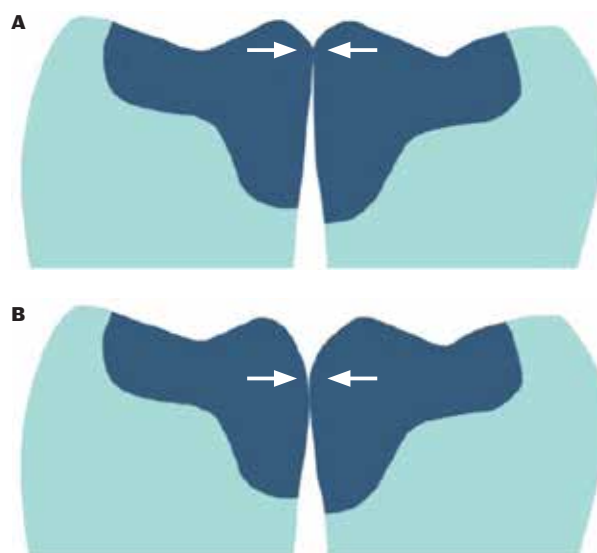


Fig. 9. A. Forkert udformning af randcrista på begge fyldninger. Det approximale kontaktpunkt ligger for tæt på okklusalplanet. Når plastmateriale i randcristaområdet ikke er understøttet af tandsubstans, er det udsat for fraktur ved belastning under funktion. **B.** Korrekt udformning af randcristae. Det approximale kontaktpunkt ligger ca. 1/3 væk fra okklusalfladen, hvilket gør det muligt at trække randcrista ind, så plasten på hele okklusalfladen er understøttet af tandsubstans.

Fig. 9. A. Incorrect shaping of the approximal ridge in both restorations. The approximal contact point is placed too close to the occlusal plane. When the composite material at the approximal ridge is not supported by tooth substance, it is prone to fracture due to loading under function. **B.** Correct shaping of the approximal ridges. The approximal contact point is placed at ca. 1/3 of the occluso-gingival distance, which makes it possible to position the ridges inwards so the composite on the whole occlusal surface can be supported by tooth substance.

ABSTRACT (ENGLISH)

COMPOSITE RESIN AND GLASS IONOMER CEMENT AS FILLING MATERIALS IN POSTERIOR MOLARS

The longevity of restorations is dependent not only on the dentist's work but also on patient-related risk factors, such as caries activity, presence of parafunctional oral habits, periodontal and/or systemic diseases. In the posterior region, large restorations in molars and/or teeth with endodontic treatment have reduced longevity. The most common reasons for replacement of resin composite restorations

are caries near the restoration or fracture of the composite, while fracture or wear in the material are frequently reported for glass ionomer cement restorations. This article focuses on relevant properties of direct restorative materials, which support their indication and performance in posterior teeth. Furthermore, the relevant steps in the restorative technique are discussed in order to minimise errors that may reduce the restoration's longevity.

LITTERATUR

- Gurgan S, Kutuk ZB, Cakir FY et al. A randomized controlled 10 years follow up of a glass ionomer restorative material in class I and class II cavities. *J Dent* 2020;94:103175.
- Heck K, Frasheri I, Diegritz C et al. Six-year results of a randomized controlled clinical trial of two glass ionomer cements in class II cavities. *J Dent* 2020;97:103333.
- Wafaie RA, Ali AI, El-Negoly SAE et al. Five-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance of high-viscosity glass ionomer restorative systems in small class II restorations. *J Esthet Restor Dent* 2023;35:538-55.
- Pilcher L, Pahlke S, Urquhart O et al. Direct materials for restoring caries lesions: systematic review and meta-analysis – a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2023;154:e1-98.
- Pallesen U, van Dijken JWV. A randomized controlled 27 years follow up of three resin composites in Class II restorations. *J Dent* 2015;43:1547-58.
- Pallesen U, van Dijken JWV. A randomized controlled 30 years follow up of three conventional resin composites in Class II restorations. *Dent Mater* 2015;31:1232-44.
- da Rosa Rodolpho PA, Rodolfo B, Collares K et al. Clinical performance of posterior resin composite restorations after up to 33 years. *Dent Mater* 2022;38:680-8.
- Demarco FF, Cenci MS, Montagner AF et al. Longevity of composite restorations is definitely not only about materials. *Dent Mater* 2023;39:1-12.
- Laske M, Opdam NJM, Bronkhorst EM et al. Longevity of direct restorations in Dutch dental practices. Descriptive study out of a practice based research network. *J Dent* 2016;46:12-7.
- van de Sande FH, Moraes RR, Elias RV et al. Is composite repair suitable for anterior restorations? A long-term practice-based clinical study. *Clin Oral Investig* 2019;23:2795-803.
- Kanzow P, Wiegand A. Retrospective analysis on the repair vs. replacement of composite restorations. *Dent Mater* 2020;36:108-18.
- Opdam NJM, Bronkhorst EM, Loomans BAC et al. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res* 2010;89:1063-7.
- Worthington HV, Khangura S, Seal K et al. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2021;8:CD005620.
- Vetromilla BM, Opdam NJ, Leida FL et al. Treatment options for large posterior restorations: a systematic review and network meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 2020;151:614-24.
- Hofsteenge JW, Scholtanus JD, Özcan M et al. Clinical longevity of extensive direct resin composite restorations after amalgam replacement with a mean follow-up of 15 years. *J Dent* 2023;130:104409.
- van Dijken JWV, Pallesen U. Posterior bulk-filled resin composite restorations: a 5-year randomized controlled clinical study. *J Dent* 2016;51:29-35.
- van Dijken JWV, Pallesen U. Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation. *Eur J Oral Sci* 2017;125:303-9.
- Kunz PVM, Wambier LM, Kaizer MDR et al. Is the clinical performance of composite resin restorations in posterior teeth similar if restored with incremental or bulk-filling techniques? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2022;26:2281-97.
- Heintze SD, Loguercio AD, Hanzen TA et al. Clinical efficacy of resin-based direct posterior restorations and glass-ionomer restorations – An updated meta-analysis of clinical outcome parameters. *Dent Mater* 2022;38:e109-35.
- Opdam N, van de Sande FH, Bronkhorst E et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2014;93:943-9.
- Pallesen U, van Dijken JWV, Halken J et al. Longevity of posterior resin composite restorations in permanent teeth in Public Dental Health Service: A prospective 8 years follow up. *J Dent* 2013;41:297-306.
- Pallesen U, van Dijken JWV, Halken J et al. A prospective 8-year follow-up of posterior resin composite restorations in permanent teeth of children and adolescents in Public Dental Health Service: reasons for replacement. *Clin Oral Invest* 2014;18:819-27.
- van Dijken JWV, Pallesen U. Durability of a low shrinkage TEG-DMA/HEMA-free resin composite system in Class II restorations. A 6-year follow up. *Dent Mater* 2017;33:944-53.
- Alvanforoush N, Palamara J, Wong RH et al. Comparison between published clinical success of direct resin composite restorations in vital posterior teeth in 1995-2005 and 2006-2016 periods. *Aust Dent J* 2017;62:132-45.
- Llie N, Hickel ARR. Investigations towards nano-hybrid resin-based composites. *Clin Oral Invest* 2013;17:185-93.
- Brewster J, Roberts HW. 12-Month flexural mechanical properties of conventional and self-adhesive flowable resin composite materials. *Dent Mater J* 2023;42:598-609.
- Eweis AH, Yap AU, Yahya NA. Comparison of flexural properties of bulk-fill restorative/flowable composites and their conventional counterparts. *Oper Dent* 2020;45:41-51.
- Moberg M, Brewster J, Nicholson J, Roberts H. Physical property investigation of contemporary glass ionomer and resin-modified glass ionomer restorative materials. *Clin Oral Investig* 2019;23:1295-1308.
- Kopperud HBM, Peutzfeldt A. Kompositte materialer – basale egenskaber. *Tandlægebladet* 2016;120:984-92.
- van Dijken JW, Pallesen U. A randomized 10-year prospective follow-up of class II nanohybrid and conventional hybrid resin composite restorations. *J Adhes Dent* 2014;16:585-92.
- Sunbul HA, Silikas N, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dent Mater* 2016;32:998-1006.
- Chesterman J, Jowett A, Gallacher A et al. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J* 2017;222:337-44.
- Leprince JG, Palin WM, Vanacker J et al. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent* 2014;42:993-1000.
- Hirokane E, Takamizawa T, Tamura T et al. Handling and mechanical properties of low-viscosity bulk-fill resin composites. *Oper Dent* 2021;46:e185-198.
- Peumans M, De Munck J, Mine A et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review. *Dent Mater* 2014;30:1089-103.
- Takamiya H, Tsujimoto A, Teixeira EC et al. Bonding and wear properties of self-adhesive flowable restorative materials. *Eur J Oral Sci* 2021;129:e12799.
- Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015;43:765-76.
- Coutinho E, Cardoso MV, De Munck J et al. Bonding effectiveness and interfacial characterization of a nano-filled resin-modified glass-ionomer. *Dent Mater* 2009;25:1347-57.
- Doshi K, Nivedhitha MS, Solete P et al. Effect of adhesive strategy of universal adhesives in noncarious cervical lesions – an updated systematic review and meta-analysis. *BDJ Open* 2023;9:6.
- Frencken JE, Liang S, Zhang Q. Survival estimates of atraumatic restorative treatment versus traditional restorative treatment: a systematic review with meta-analyses. *Br Dent J* 2021. doi: 10.1038/s41415-021-2701-0.
- Bayazit EÖ, Başeren M, Meral E. Clinical comparison of different glass ionomer-based restoratives and a bulk-fill resin composite in Class I cavities: A 48-month randomized split-mouth controlled trial. *J Dent* 2023;131:104473.
- Bueno LS, Silva RM, Magalhães APR et al. Positive correlation between fluoride release and acid erosion of restorative glass-ionomer cements. *Dent Mater* 2019;35:135-43.
- Singh S, Mittal S, Tewari S. Effect of different liners on pulpal outcome after partial caries removal: a preliminary 12 months randomized controlled trial. *Caries Res* 2019;53:547-54.

44. de Freitas BN, Pintado-Palomino K, de Almeida CVVB et al. Is a calcium hydroxide liner necessary in the treatment of deep caries lesions? A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2019;52:588-603.
45. Borges AB, Torres CRG, Benetti AR et al. Isolation of the Operating Field. In: Torres C, ed. *Modern Operative Dentistry. Textbooks in Contemporary Dentistry*. Cham: Springer, 2020;223-60.
46. Szesz A, Parreiras S, Reis A et al. Selective enamel etching in cervical lesions for self-etch adhesives: a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2016;53:1-11.
47. van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater* 2010;26:e100-21.
48. van Dijken JWV, Pallesen U. Clinical performance of a hybrid resin composite with and without an intermediate layer of flowable resin composite: a 7-year evaluation. *Dent Mater* 2011;27:150-6.
49. Price RB, Pallesen U. Lyspolymerisering, teori og praksis. In: Holmstrup, P. ed. *Aktuel Nordisk Odontologi*. Oslo: Universitetsforlaget AS, 2021;113-29.