

Dagens fyllingsmaterialer—en oversikt

9.00-9.50	Aktuelle fyllingsmaterialer
	Andeler av markedet
10.00-10.50	Kriterier for bedømming
	Hvordan fungerer fyllingsmateriale
	Revisjonsårsaker
	Holdbarhet
	Definisjoner
	Data
	Kliniske faktorer
11.00-11.50	Fyllingsmaterialer: forventninger
	Indikasjonsområder
	Bonding i teori og praksis
13.00-13.50	Fyllingsmaterialer: lovnader, fakta
	Amalgam
	Kompositt plast
	Glassionomersement
	Plastmodifisert glassionomersement
14.00-15.00	Innlegg
	Gull
	Keram
	Kompositt plast
	Sementer

Fyllingsmaterialer- kronologisk oversikt

	Metall	Tannfarget
1812 Bull, USA	Kohesiv gullfolie	
1839 Murphy, England		Direkte Pd-folie-teknikk
1855 Arthur, USA	Teknikk for gullavspenning	
1878 Rostaing, Tyskland	Sink-fosfatsement	
1882 Herbst, Tyskland		Sintret pulverisert glass i modell
1889 Land, USA		Sintret porselen i avtrykksfolier
1895 Black, USA	"Optimal" amalgamlegering	
1907 Taggard, USA	Voksinvestering	
1912 Fletcher, England		Silikatsement
1938 Schoenbeck, Tyskland		Akryl-plast
1951 Knock, USA		Plast tilsatt filler
1952 Kramer, England		Sevriton cavity seal (bonding)
1955 Buonocore, USA		Syreets-teknikk
1957 Bowen, USA		BIS-GMA- plast
1956 Brecker, USA		Porselen-gull krone
1962 Demaree, USA	Sfærisk amalgam	
1962 Bowen, USA		Filler-silanisering
1963 Innes, Canada	Dispersjonsamalgam (Dispersalloy)	
1965 McLean, England		Al-rik porselen
1969 Wilson & Smith, England		Glass-ionomer sement (ASPA I)
1972 Mahler, USA	Kobberrik amalgam	
1973 Asgar, USA	Ternær amalgam (Tytin)	
1976 Allen, USA		Polymerisering med lys
1978 McLean, England	Cermet ionomer	
1980 Lutz, Sveits		Indirekte innlegg
1982 Nakabayashi, Japan		Hybrid-sjikt i dentin (Clearfil)
1984 Mörmann, Sveits		DAK-DAP-konsept (Cerec)
1987 Malament, USA		Støpbar glasskeram (Dicor)
1988 Sadoun, Frankrike		Slip-infiltrert keram (In-Ceram)
1989	Støpte titaninnlegg	
1990 Tokuriki Honten, Japan	Gallium-legering	
1990 G-C, Japan		Plastforsterket GIC (Fuji IILC)
1994 DeTrey, England		Karboksylysyre-plast (Dyract)
1995 ADA/NIH, USA		Kolloid sølv-legering (Eksperimentelt)

Fyllingsmaterialer- andeler av markedet

I følge CRA spørreundersøkelse blandt tannleger i USA i 1995 ble det til klasse 2 fyllinger brukt:

	permanente	melketenner
Amalgam	76.3%	73%
Kompositt plast	20.7%	10.3%
Støpt gull	1.5%	
Kompositt plastinnlegg	0.9%	
Keraminlegg	0.4%	

annet	0.2%	14.3%	Glassionomer
		0.9%	Stålkroner
		0.4%	Cermet ionomer

I følge CRA spørreundersøkelse blandt tannleger i USA i 1994 er alternativene til kl. 2 fyllinger i amalgam angitt i denne rekkefølgen:

1. Kompositt plast, direkte fylling, eks. Herculite XRV, Z-100, Heliomolar
2. Kompositt plastinnlegg, eks. Brilliant, Herculite XRV, Isosit
3. Støpt gullinnlegg
4. Keraminnlegg, sintret, eks. Mirage
5. Keraminnlegg, støpt, eks. Dicor
6. Keraminnlegg, DAK-DAP, eks. Cerec
7. Keraminnlegg, presset, eks. Empress
8. Keraminnlegg, kopifrest, eks. Celay

Kriterier for bedømming	Generelle krav til fyllingsmaterialer
-------------------------	---------------------------------------

1. Aktuelle potensielt skadelige lekkasjekomponenter

Amalgam	kvikksølv- tinn -
Glassionomer	aluminium
Kompositt	plastforbindelser, formalin
Gull	gullioner
Porselen	kvarts, aluminium
2. Hvilke biologiske konsekvenser har lekkasjeprodukter fra materialer.

In vitro studier	
Cellekultur	
Dyreforsøk	
3. Estimering av lekkasje

Laboratorieforsøk	
Absorpsjonsveier	
Biokompatibilitet- estimat	
4. Material-tekniske aspekter

Flere krav	
------------	--
5. Kliniske pilotstudier

Biokompatibilitet	
Lokale reaksjoner	
Pulpa	
Munnslimhinne	
Misfarging	
Systemiske reaksjoner	
Allergisk – toksisk	
Etiologi	
Hyppighet av bivirkninger	
Tannhelsepersonnel	
Pasienter	
Kliniske observasjoner	
6. Risk/benefit
7. Cost/benefit

Kostnader på kort og på lengre sikt	
-------------------------------------	--

Kriterier for bedømming	Materialtekniske aspekter
-------------------------	---------------------------

- Materialet må ha god formbarhet for nøyaktig tilpasning til kaviteten i tannen
- Materialene inneholde minimale mengder forurensninger
- De mekaniske egenskaper må være gode nok til å motstå deformasjon under tygging.
- Varmedledningsevne og temperatur-volumforandring bør være identisk til tannvevenes
- Materialet må ha en minimal oppløsning/korrosjon, både kjemisk og mekanisk
- Det må ikke oppstå dimensjons- eller mekaniske endringer som følge av opptak av f.eks vann
- De mekaniske og fysikalske egenskapene må ikke være ekstremt teknikk-sensitivt, dvs påvirket av små variasjoner i materialhåndteringen
- Overflaten må kunne lages glatt og jevn for å forhindre akkumulasjon av plaque .

Kriterier for bedømming-	Materialtekniske aspekter
--------------------------	---------------------------

--- Meget dårlig under bestemte betingelser
 - Dårlig
 + Bra
 ++ Meget bra
 +++ Ideelt under bestemte betingelser

	<u>Amalgam</u>	<u>Komposit</u>	<u>Glass-Ion</u>	<u>Gull</u>	<u>Keram</u>	<u>Sement</u>	
1. Lokale reaksjoner	-/++	--/++	--/++	--/+++	--/+++	--/+++	
2. Minimal oppløsning/korrosjon		-/++	--/+	--	+++	+++	--/+
3. God formbarhet/nøyaktig tilpasning	-/++	--/++	--/+++	--/++	--/++	--/+++	
4. Varme/temperatur-volumforandring	-/++	--/+	+++	-/++	+++	++	
5. Substanser- skade/misfarginger		--/++	--/++	++	+++	+++	--/+++
6. Overflate - plakk	--/+++	--/+++	--/+++	--/+++	--/+++	--/+++	
7. Karieshemmende komponenter		+	--	+/+++	-	-	--/+++
8. Friskt tannvev fjernes	--	--/+++	+++	--	--		
9. Motstå deformasjon under tygging	++	--	--	+++	++	--/+++	
10. Dimensjons/mekaniske endringer	-/++	--	--/+	+++	+++	--/+	
11. Estetik	--	+++	++	-	+++	-/+++	
12. Teknikk-sensitivitet	++	--	-/+	--/-	--/-	--/+	
13. Enkel reparasjon	-/++	--/++	--/++	--/+	--	--/+	
14. Abrasjon av antagonist	++	--/++	+++	+++	--/+		
15. Kontakt nabotann	--/+++	--/+++	--/+++	+++	+++	+++	
Tid/kostnad	++	--/+	-/+	-	--		

Rating system and evaluation criteria for restorations USPHS system (Cvar & Ryge, 1973).

- Anatomic form**

Test: Visual inspection, with mirror if needed

<u>Rating</u>	<u>Restoration</u>
Alfa	Restoration is continuous with existing anatomic form
Bravo	Restorations is discontinuous with existing anatomic form, but missing material is not sufficient to expose dentin or base
Charlie	Sufficient material lost to expose dentin or base

- Margin adaptation**

Test: Lightly draw a sharp explorer back and forth across the margin. If catch, inspect for crevice with mirror if needed

<u>Rating</u>	<u>Restoration</u>
Alfa	Explorer does not catch. No visible evidence of crevice.
Bravo	Explorer catches, and there is visible evidence of a crevice into which the explorer will penetrate. Dentin or base is not visible.
Charlie	Explorer penetrates into crevice that is of such depth that dentin or base is exposed
Delta	Restoration is fractured, mobile, or missing

- Color match**

Test: Visual inspection at 45 cm without mirror on anterior restorations

<u>Rating</u>	<u>Restoration</u>
Alfa	Restoration matches adjacent tooth structure in color, shade and/or translucency
Bravo	Mismatch in color and/or translucency is within normal range of color, shade and/or translucency
Charlie:	Mismatch in color and/or translucency is outside normal range of color, shade and/or translucency
Oscar	Restoration cannot be seen without mirror

- Cavosurface margin**

Test: Visual inspection of entire margin, with mirror if needed

<u>Rating</u>	<u>Restoration</u>
Alfa	No discoloration anywhere on margin between the restoration and discoloration tooth structure
Bravo	Discoloration has not penetrated along margin in pulpal direction
Charlie	Discoloration has penetrated along margin in pulpal direction

- Caries**

Test: Visual inspection, with explorer and mirror if needed

Rating Restoration

Alfa No evidence of caries contiguous with the margin

Bravo Explorer catch or resist removal after insertion with moderate to firm pressure, and evidence of softness. Alternatively, opacity of the margin, as evidence of undermining or demineralization, or etching or a white spot as evidence of demineralization.

Hvordan fungerer fyllingsmaterialene

Varianter av studiedesign:

1. Registrere prosentantallet fyllinger med defekter og/eller i funksjon etter en viss tid, 6 mnd, 3 år, 5 år, 10 år.
2. Registrere alderen på fyllinger som må revideres, samt revisjonsårsak
 - Et vanlig mål er median alder, dvs, funksjonsperioden for 50% av de defekte fyllingene.
3. Estimere gjennomsnittsalderen ved hjelp av overlevelsesstatistikk i prospektive longitudinelle studier
4. Estimere gjennomsnittsalderen ved hjelp av overlevelsesstatistikk retrospektivt i pasientjournaler.
5. Registrere alderen på fyllinger i munnen i tverrsnittstudier, s.k. persistensanalyse.

Kliniske studier kan derfor klassifiseres etter flere kriterier:

1. Metodens karakteristikk

Observasjonelle : beskrivende

Case studies Replacement studies Clinic analysis

Ekspimentelle : kausal sammenheng undersøkes

Clinical screening - korttid

Clinical trials - lang tid

2. Grunnlaget for datainnsamling

Longitudinelle studier

Tverrsnittundersøkelser

3. Tidsaspektet for datainnsamlingen

Retrospektive studier

Prospektive studier

4. Evaluerings-kriterier

USPHS, CDA, Andre kriterier

5. Måling av endringer i kvalitet

Direkte eller indirekte klinisk evaluering

Evaluering i laboratoriet

Kvalitativt

Kvantitativt

Problemer

- Tannleger bedømmer fyllingskvalitet forskjellig, jo flere som deltar jo bedre representativitet. Effektiv kalibrering av deltakerne er et problem.
- Generalisering fra longitudinelle studier kan ofte være vanskelig fordi
 - pasientene blir ofte selektert,
 - enkelte pasientgrupper vil etter en tid ikke lenger delta ,
 - få , og ofte spesielt flinke tannleger involveres i studiet

Faktorer i tannklinikken som påvirker fyllingers holdbarhet

I. Materialfaktorer

- Oppbevaring
- Negative effekter som følge av feil håndtering av materialet
 - Teknikksensitivitet
 - Blandeforhold og -tid

II. Operatørfaktorer under fyllingsseansen

- Kavitetprepareringen
 - lokalisasjon kvalitet definisjon, kariesekskavering
 - størrelse en/flater supra/subgingivalt dybde
- Bruk av kofferdam under hele eller deler av fyllings-seansen: kontaminasjon
- Valg av syre, primer, base eller varnish/bonder: tid& mengde
 - direkte materialer: plassering av matriks, blanding/triturering, applisering/kondensering, konturering og planering av kantene
 - indirekte materialer: kvalitet avtrykk, tilpasning i preparering, valg av sement, blanding & applisering av sement
- Avsluttende poleringsmetode av fyllingsoverflaten

II. Operatørfaktorer under fyllingsevaluering

- Diagnostiske egenskaper
 - Undersøkelsens grundighet
 - Klinisk evaluering av funn /relevans
 - Bruk av røntgen
 - Kriterier for revisjon
- Overflatens struktur: ruhet, porositeter, misfarging
- Regularitet anatomisk form, substans-underskudd, -overskudd, kontaktpunkt
- Integritet fylling, spalte-, isthmus-frakturer
- Integritet tann, karies, fraktur
- Andre subjektive faktorer

III. Pasientfaktorer

- Fluorinntak og munnhygiene

Karies

Materialkorrosjon

- Pasient samarbeid og ønsker

Besøksfrekvens hos tannlegen

Oppfattelse av nivået på profesjonell anbefaling: God/dårlig

Konsekvensanalyse alternativer : Fordeler/ulemp

Kostnader ved vedlikehold / pasient ressursnivå

Alternativer i posteriore tenner-

Indikasjonsområder

Små fyllinger

Bucco-lingual ekstensjon < 1/3 interkuspidasjonsavstand

Proksimal kontakt ikke begrenset til fyllingsmaterialet

Emalje gingivalt

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 5
Direkte			
Amalgam	+	+	+
Glass-ionomer	-/+	-/(+ mod.)	++
Kompositt	+	+	+

Indirekte

Kompositt	-/(+)	-	+
Gull	-/(+)	-	-
Keram	-/+	-	+

Store fyllinger

Bucco-lingual ekstensjon > 1/3 interkuspidasjonsavstand

Proksimal kontakt utelukkende i fyllingsmaterialet

Mindre enn 1mm emalje gingivalt

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 5
Direkte			
Amalgam	++	++	+
Glass-ionomer	-	-	++
Kompositt	-	-	-
Indirekte			
Kompositt	-/(+)	-/(+)	-
Gull	+	++	+
Keram	(+)	-/(+)	(+)

Dentinbonding

Eksempler på seneste generasjon dentinadhesivsystemer. Antallet applikasjonsstrinn kan variere etter valg av permanent restaurering.

Produkt	Produsent	Aktivering	Væsker	Appl.trinn
Aelitebond	Bisco	lys	4	6
AllBond 2	Bisco	dual	5	9
ARTBond	Coltene	lys	4	6
Bond-1	Jeneric	dual, lys	1	6
Bond Wet	Cavex	dual, lys	3	7
Clearfil liner bond	Cavex	dual, lys	4	6
Clearfil liner bond 2	Cavex	lys	2	7
DenTASTIC	Pulpdent	dual, lys	5	8,7
Denthesive II	H.Kulzer	lys	3	8
Degufill	Degussa	dual	2	3
Gluma cps	Bayer	dual,lys	3	4
Imperva Bond	Shofu	dual	3	6
Mirage bond	Chameleon	lys	5	7
One-Step	Bisco	lys	1	6
Optec	Jeneric	dual	3	4
Optibond	Kerr	dual, lys	3	8,7
Optibond FL	Kerr	lys	3	6
PAAMA 2	SDI	lys	3	5
Panavia21	Cavex	kjemisk	2	2
Permaquick	Ultradent	dual,lys	3	5
Prime & Bond	Dentsply	lys	1	6
Probond	Dentsply	lys	2	7
Restobond 3	Lee	dual	4	7
Scotchbond MP	3M	lys	3	6
Scotchbond MP Plus	3M	dual, lys	5	8,6

Solist	DMG	lys	1	6
Solobond plus	VOCO	dual	3	6
Superbond	Sun	kjemisk	4	7
Superlux Univ.2	DMG	dual	3	4
Syntac Sing. Comp.	Vivadent	lys	1	7
Tenure/Tenure S	Den-Mat	dual, lys	2	7
Tenure Quick	Den-Mat	dual	1	8

Terminologi benyttet av ulike produsenter.

Løsning 1	Løsning 2	Løsning 3	Løsning 4	Produkt
Conditioner	Primer		Adhesiv	
Gl.2000-1			ED Primer	Panavia21, Cavex
Conditioner 36®			Pertac	Pertac univ. bond, ESPE
Uni-etch®			Solist	DMG, Solist
etch			Gluma 2000-2	Gluma 2000, Bayer
etchant			prime&bond®	Prime&Bond, Dentsply
			One-step®	OneStep, Bisco
			Tenure Quick®	Den-Mat
			primer/adhesive	Jeneric, Bond-1
	Primer		Bond	Degufill, Contact plus
	LB Primer A+B		LB Bond	Clearfil Liner Bond2, Cavex
	primer A+B		bond	ARTbond, Coltene
	prime		light cure adhesive	Optibond, Kerr
	prime		dualcure paste+activator	Optibond, Kerr
	primer		adhesive	Probond, Dentsply
	primer		bonding agent	Imperva Bond, Shofu
	dentin activator		base+catalyst	Superbond, Sun
	conditioner	adhesive	bond resin	Mirage bond, Chameleon
	conditioner	sealer	bond resin	Restobond 3, Lee Pharm.
Etch-all®	adhesive primer		resin bonding agent	DenTASTIC, Pulpdent
etchant	primer		adhesive	Scotchbond MultiPurpose, 3M
conditioner	primer		sealer	Gluma CPS, Bayer
conditioner	bond agent		bond resin	Tenure (m/ets), Den-Mat
etchant	primer A+B		bond/prebond resin	Allbond2, Bisco
Ultra-etch®	primer A+B		bonding resin	Permagen, Ultradent
cleaner	DenthesiveII® A+B		adhesive bond II	Denthesive II, Kulzer
etchant	activator +primer		activator+adhesive	Scotchbond Multipurpose, 3M
preparator	primer	adhesive	Heliobond®	Syntac, Vivadent
CA agent	SA Primer	Photo Bond®	Protect liner®	Clearfil Liner Bond, Cavex

Eksempler på dentinbindingsprodukter som er lansert kommersielt de siste 5- 6 år fra samme produsent.

Bayer	Gluma dentinbond → Gluma bonding system → Gluma2000 → Gluma cps
Cavex	Clearfil NewBond → Photobond → Liner Bond → Liner bond 2
Denmat	Tenure → Tenure S → Tenure quick
Dentsply	Universal Bond → Prisma Univ.Bond 2 → PUB 3 → Probond → Prime&Bond
Kerr	Bondlite → XR-Bond → Optibond → Optibond FL
Kulzer	Dentin adhesive → Adhesive bond → Denthesive → DenthesiveII
3M	Scotchbond DC → Scotchbond2 → Scotchbond MP → Scotchbond MP Plus

Eksempler på ulike conditioners som inngår i representative dentinbindingssystemer.

Løsninger	Applikasjonstid(sek)	Demineralisert sone (µm)	Produkter
3% Al-nitrat+2%Oksalsyre+3% glycin	30	2	Gluma2000
10% sitronsyre+3%FeCl ₃	10	2	Superbond
10% maleinsyre	15	3	Scotchbond MP
10% sitronsyre+20%CaCl ₂	60	3.5	Clearfil-systemene
10% fosforsyre +SiO ₂	20		DenTASTIC
10% fosforsyre +polymer	15	7.5	All-Bond 2
20% fosforsyre +SiO ₂	20	4	Gluma cps
35% fosforsyre +SiO ₂	15		Permaquick
36% fosforsyre +SiO ₂			Optibond

37% fosforsyre +SiO₂
37% fosforsyre +polymer

30

5-6

Prime&Bond
One-Step

Måling av bindingstyrke

Typisk for målinger av bindingsstyrke er stor inter- og intravariabilitet av måleresultatene. Variasjonskoeffisienter på 30-50% er ikke uvanlig. Årsaker er valg av:

- humant eller bovin dentin
Ulike studier viser forskjellige resultater
- oppbevaringsmåte
Effekten av oppbevaring i destillert-, deionisert- eller tappkranvann med eller uten antibakteriell tilsetning, formalin, etanol, thymol, kloramin m.m. er usikker.
- prøvetidspunkt etter ekstraksjon
Resultatene fra ulike studier viser forskjellige resultater.
- valg av sted på tannen hvor dentin blottlegges
Binding mot buccalflaten gir høyere måleverdier enn mot okklusalflaten.
- overflatepreparering og kavitetens form
En glatt overflate gir høyere bindingsstyrke enn mer ruge overflater
- overflatearealets størrelse
Jo mindre kontaktareal, jo mindre risiko er det for kritiske feil i bindingsstedet og derfor gjennomgående høyere verdier
- dentinoverflatens posisjon i forhold til pulpa
Adhesiver kan binde seg bedre til intertubulært enn til peritubulært dentin, hvilket kan registreres som høye måleverdier i perifer dentin og lavere i dypere dentinsjikt
- simulering av intrapulpal væsketrykk/ overflatefuktighet
Tidligere resulterte væske på overflate dårligere måleverdier for stort sett alle produkter. I dag anbefaler flere produsenter at kaviteten ikke skal tørkes ut.
- adhesivens tykkelse og begrensnings
Dersom arealet som er dekket av adhesiv er større enn prøvelegemets diameter, oppnås høyere verdier. Effekten av tykkelsen på adhesivsjiktet er usikker.
- det geometriske testoppsettet
Avhengig av kreftenes retning, styrke og oppsett av prøvelegeme vil målene variere
- prøvens lagringsforhold (tid, temperatur, osv), syklisk belastning og bruk av termisk stress som ekstra belastning
Bindingsstyrken er høyere etter 24 timer sammenliknet mot 15 minutter. Deretter avtar styrken. Termisk stress gir som regel lavere måleverdier men ikke alltid.

Effektiviteten av dentinbindingssystemer

- Effektiviteten blir hovedsakelig evaluert i henhold til krav og veiledninger gitt av den amerikanske tannlegeforening (ADA, 1991).
- I henhold til disse kravene må en viss andel av fyllingene fungere etter ett år og tre år for at produktene blir "akseptert" av ADA.
- Kravene fra ADA begrenser seg til å registrere retensjonsprosenten av fyllinger etter 1 og tre år i cervikale kileformede defekter som **ikke skal prepareres**.
- Sammenlikning av resultater fra ulike studier er vanskelig, da det stadig rapporteres om nye kliniske parametre som påvirker holdbarheten på cervikale klasse 5 fyllinger.
 - Klasse V fyllinger fungerer best når hele kaviteten har vært omgitt av syreetsset emalje (Heymann et al., 1991; Heymann & Bayne, 1993).
 - Dersom de kileformede cervikale defektene er sklerotiserede, bør det ytterste sjiktet fjernes mekanisk før dentinbindingssystemet, det bør også appliseres en mer aggressiv syre enn normalt og det bør brukes lenger etsetider (Van Meerbeek et al., 1993).
- Andre faktorer som er avgjørende for fyllingenes holdbarhet

Andre faktorer avgjørende for holdbarhet av klasse V fyllinger

- kavitetens form (Ziemięcki et al., 1987)
- elastisitetsmodul eller stivhet i fyllingsmaterialet (Kemp-Scholte & Davidson 1989)
- bruksisme (Lambrecht et al., 1987)
- pasientens alder (Bayne et al., 1991)
- tannvevenes stivhet (Heymann et al., 1991)
- intraoral lokalisasjon (Heymann & Bayne, 1993)
- appliseringssteknikken av materialene og tidspunkt for polering kan påvirke bindingseffektiviteten (Söderholm, 1995).
- kavitetprepareringen, bl.a. ekskaveringsgraden i relasjon til den aktive kariesprosessen, (Nordbø, 1996).

Det er diskutabelt om resultatene fra klasse V fylling-studiene er relevante for andre typer fyllingsterapi, f.eks for klasse 2 fyllinger, innlegg, helkeramkroner, laminater m.m.

Effektive dentinadhesiver- karakteristikk

Etter dagens kriterier vil en adhesiv som kan betegnes som effektiv opprettholde en bindingsstyrke mot dentin på minimum 10 MPa over tid, og med minimal mikrolekasje (Smith & Vanherle, 1994). Dette kan oppnås med dentinbindingssystemer som har tre karakteristikk:

- (1) Syredemineralisering, som gir en porøs overflate. De fleste produkter i dag inkluderer sure conditioners, eller en primer som er tilsatt syre.
- (2) HEMA inngår i en av løsningene i dentinbindingssystemet. Monomeren er vannløselig og kan opprettholde tykkelsen på den demineraliserte sonen. Dermed kan komponenter i primeren og adhesiven penetrere denne sonen.

- (3) Vann inngår i bindingsmekanismen i en eller annen form. Det må være vann til stede i den demineraliserte sonen for at denne skal være permeabel for andre komponenter. Vann kan inngå i primeren, eller overflaten skal forbli fuktet før adhesiven appliseres.

Effektive dentinadhesiver- karakteristikk

- Bindingens kvalitet og varighet vil i avgjørende grad påvirkes av hvilke restaureringsmaterialer og klinisk teknikk som benyttes senere.
- Alle data som presenteres vedrørende dentinbindingssystemers effektivitet er sterkt påvirket av hvilke restaureringsmaterialer som er blitt benyttet i laboratorieprøvene og i kliniske studier. Faktorer som vil påvirke bindingen er
 - kontraksjonen under polymerisasjonen,
 - vannabsorpsjon
 - termiske og mekaniske påkjenninger i restaureringsmaterialet.
- Ved omfattende komposittfyllinger aksentueres innvirkningen av disse faktorene. Videre utsettes en dentinbinding for helt andre belastninger når keramiske innlegg eller fasetter limes fast.
- At en sterk binding til dentin kan skapes under optimale forhold i laboratoriet innebærer derfor ikke at denne bindingen kan gjenskapes i klinikken og kompensere for fysisk-mekaniske svakheter hos de etterfølgende restaureringsmateriale.

Kortfattet praktisk veiledning- dentinbinding

Det er viktig å understreke at ulike produkter forutsetter ulike prosedyrer for tannoverflatebehandling. Det er derfor absolutt nødvendig å lese bruksanvisningen for det aktuelle produktet og ikke "overføre" prosedyrer fra andre andre eller tidligere produkter. Enkelte prosedyrer kan imidlertid være allmenngyldige for alle dentinadhesivsystemer:

1. Emalje og dentin bør etses samtidig. Separate etsninger er vanskelige å kontrollere. Etsefasen avsluttes med minimum 20 sekunder vannspray etterfulgt av forsiktig lufttørring. Overflaten må ikke dehydreres for kraftig. Synbar væske skal fjernes med et-par sekunder lufttørring.
2. Primeren skal appliseres det antall ganger produsenten har anvist. Etter at primeren er applisert må overflaten ikke kontamineres av vann og saliva. I så fall må kaviteten tørklegges, og ny primer appliseres.
3. Adhesivet bør plasseres med børste. Sjiktkykkelsen må være i overensstemmelse med produsentens anvisninger. Sjiktet bør ikke lufttynnes pga fare for "pooling". Lysheringen bør være noe lenger enn angitt av produsenten, for å kompensere for økt avstand til kavitetbunnen og ikke-optimal effekt på herdelampene.
4. Valg av det permanente restaureringsmaterialet og teknikk ved applisering av denne bør resultere i minimal kontraksjon under polymerisasjonen. Dersom det er praktisk mulig, bør puss og polering av det permanente restaureringsmaterialet først skje etter 24 timer.

Amalgam

- Opprinnelig ble amalgampulveret laget av freste bærer av sølv-tin-legeringer.
- En "optimal sammensetning" ble fastsatt rundt århundreskiftet (Black, 1895).
- Inntil i begynnelsen av sekstiårene var det liten variasjon på produksjonsmetodene og legeringenes innhold. Dette var delvis fordi alle amalgamlegeringer som inneholdt mer enn 4% Cu ble nektet sertifisering etter sertifiseringskravene som eksisterte i USA (1928), Australia (1949), England, Japan og FDI (1957).
- I 1962 ble det mulig ved hjelp av en såkalt atomiseringsprosess å produsere sfæriske partikler (Demaree, 1962).
- I 1963 ble det publisert en rapport fra Kanada hvor det ble påvist at det var mulig å dispersjonsforsterke amalgam (Innes, 1963). Prinsippet med dispersjonsforsterkning er at dersom det i en matrise distribueres små partikler med betraktelig større hardhet enn resten av materialet oppnås en betraktelig større styrke. Deg viste seg at fyllingene laget i denn dispersjonsforsterkede legeringen utviste bedre kliniske egenskaper enn de konvensjonelle legeringene.
- Først ti år senere skjønnte forskerne at dispersjonslegeringens bedre kliniske egenskaper skyldtes et høyt kobber-innhold i amalgamet (Mahler, 1972). Tilfeldigvis hadde en legering av kobber-sølv blitt brukt som dispersjons-forsterkeren i den konvensjonelle amalgamlegeringen.
- I 1973 ble en kobber-rik legering utviklet, hvor sølv-tin-kobber var smeltet sammen til en legering (Asgar, 1973). I de neste årene fulgte det deretter en rekke ulike kobber-rike amalgamlegeringer.
- Legeringer i dag er basert på enten freste eller sfæriske partikler, eller en blanding av begge. Andre amalgamlegeringer består av sfæriske partikler med sfæriske dispersjons-partikler, eller freste partikler med sfæriske dispersjonspartikler. Samtidig med utviklingen av nye amalgamlegeringer har det blitt foreslått alternative måter å triturere amalgamet på.
- Amalgamlegeringer i dag kan fåes enten i form av pulver, som predoserte kapsler med pulver og kvikksølv, som tablett, eller predosert i kapsler med tablett og kvikksølv. I dag er 16 produkter i 30 varianter sertifisert av NIOM. For få år siden var antallet 60.

Kompositt plast

- Kompositter er meget komplekse materialer. Materialet består av en organisk og uorganisk fase. I utgangspunktet bestod den organiske fasen av platen Bisfenol-glycidyl-metakrylat BIS-GMA.. Denne platen er tykkflytende så lettflytende plasttyper blir blandet inn.. Andelen ulike plasttyper varierer fra produkt til produkt. Herdingen kan aktiveres kjemisk eller med lys.
- Den uorganiske fasen, fillerpartiklene, består av ulike typer keramer, som f.eks kvarts og ulike metalloksider. Fillerne er silanisert for å oppnå en god binding til den organiske fasen. Fillerne kan ha forskjellig størrelser og morfologi.
- Kompositte plaster kan inndeles etter: etter fillerens morfologi, etter fillerstørrelsen og -typer, og etter aktiveringsmekanismen for herding
- Nye produkter og endrede sammensetninger av gamle produkter blir stadig lansert. Langtidsdata er ofte uinteressante når de publiseres, fordi produktet i mellomtiden er blitt trukket tilbake..
- De første kliniske studiene begynte tidlig på 70-tallet

- 70-80 ulike produkter har blitt evaluert i en eller flere kliniske studier. Bare noen få av disse blir produsert i dag, eller er å få kjøpt i Norge.
- I NIOM's sertifiseringsliste til klasse II kaviteter står 4 produkter. Dette er de lysherdende produktene Heliomolar Radiopaque, Herculite XR og Herculite XRV, og Prisma AP.H På en tidligere liste har ett kjemisk, P-10, og fire andre lysherdende materialer, Adaptic II, Ful-Fil, P-50 og Occlusin stått.
- Dersom man gjør en tverrsnittundersøkelse av et stort antall kl. II fyllinger vil 4% være perfekte, 35% være akseptable, 29% være akseptable etter justeringer, og 30% er ikkeakseptable
- Holdbarheten av kompositt plastfyllinger er vanskelig å fastslå, fordi produktene er heterogene og fordi prosedyrene for behandling av materialet er kompliserte og varierer i ulike studier.

Glassionomer sement

- Den korrekte ISO-betegnelsen er polyalkenoat-sement
- GIC består av et fluorrikt Kalsium-natrium-aluminium-silikatglass som tilsettes en syre- som i de fleste produktene er polyakrylsyre. I en syrebaseraksjon trekkes metallionene ut av de ytterste skiktene i glasspartiklene, slik at det gjenstår en ren silika-matriks rundt partiklene. Når konsentrasjonen av metallioner når et visst punkt i syren stivner materialet først til en gel før det herder fullstendig. Når karboksylgruppene blir konvertert til karboksylatgruppene oppnår man en binding til tannvev.
- GIC frigir fluor i munnhulen over lang tid.
- Det er publisert få kliniske studier av klasse 2 fyllinger i permanente tenner. Den lengste studien er 5-års data fra Oslo offentlige tannhelseetjeneste (Mjør & Jokstad, 1993).
- Til reparasjon av klasse 2 kaviteter må det taes en del forholdsregler for å oppnå gode resultat.
- På grunn av en del mindre optimale fysiske egenskaper har man forsøkt å kompensere for dette ved å kombinere materialet med kompositt, eller ved s.k sandwich-fylling. en annen mulighet er å lage s.k. tunnelprepareringer. Det finnes varianter av begge disse to løsningene.
- På grunnlag av ulike studier må det konkluderes med at GIC ikke bør legges i konvensjonelle kaviteter i molarer. Imidlertid er det mulig at materialet vil fungere tilfredsstillende i andre kavitetsutforminger, som vil sette større krav til operatørdyktighet under kavitetsprepareringen.
- NIOM's har laget kriterier for sertifisering av glassionomersement. Bare Chemfil (DeTrey), HI DENSE (Shofu) og Glasionomer Cement (Shofu) er sertifisert til bruk som fyllingsmateriale i 1996.

Glassionomer sement, plastmodifisert

- NIOM's har ikke utarbeidet kriterier for sertifisering av plastmodifiserte glassionomersementer.
- Plastforsterkede glassionomersementer forsøker å kombinere karakteristiske trekk av konvensjonelle glassionomersementer (GIC) og plastmaterialer. Gruppen inkluderer alt fra GIC tilsatt plast -forbindelser (Vitrebond, XR glassionomer) til kompositt plastmaterialer tilsatt polyakrylsyre (Dyract).
- Konvensjonelle GIC herder ved at en polykarboksylsyre løser opp det ytre laget av glasspulveret, som består av kalsium-aluminium-fluorsilikat, slik at det frigis ioner som danner kalsium og aluminium polykarboksylatsement.
- Ved å tilsette enkelte vinylgrupper til polyakrylsyren, og/eller ved å tilsette den vannløselige plastforbindelsen HEMA, kunne man oppnå en polymeriseringsreaksjon i matrisen. Dette danner en matrise som, i teorien, har bedre styrke og mindre oppløsningsegenskaper enn konvensjonelle GIC.
- Alternativt, ved å tilsette syregrupper på plastforbindelsene i plastmatrisen samt modifisere fillerpartiklene slik at de frigjør kalsium og aluminium kan man få disse til å reagere og danne salter.
- Alternative betegnelser - som bør unngås- til plastforsterket GIC er: lysherdende GIC, dual eller tri-cure GIC, hybrid GIC eller ionomer, compomer, compo- eller plast-ionomer, syre-modifisert kompositt plast eller plast-modifisert GIC.
- Det er diskusjon om gruppen kan deles i to undergrupper- en hvor materialet polymeriserer uten tilførsel av lysinitiering (Fuji IILC, Vitremer, Photac-Fil), og en hvor lysinitiering er nødvendig for polymerisering (Dyrect, Variglass, Geristore).
- De fleste produktene inneholder fra 4.5% til 6% plast.
- Laboratoriestudier viser stor variasjon med hensyn til bindingstyrke, både kjemisk og mikromekanisk, frigivelse av fluor, samt styrke, oppløsningsmotstand og motstand mot slitasje.
- Kliniske studier er få, og viser motstridende resultat.
- Overflatebehandling av dentin, samt bruk av eventuelle primere varierer fra produkt til produkt. Følg produsentens anvisninger!!
- I dag er hovedindikasjonområdet posteriore fyllinger i melkemolærer, samt i områder med lite slitasje på voksne pasienter hvor man ønsker en relativt antikariogen effekt.

Galliumlegeringer

- Gallium som erstatning for kvikksølv til amalgam ble lansert allerede i 1956. På grunn av dårlige mekaniske og fysiske egenskaper forsvant materialet igjen.
- På midten av åtti-tallet ble det i Japan gjenopptatt laboratoriestudier med nye gallium-legeringer.
- Den første kommersielt tilgjengelige galliumlegeringer ble lansert i 1990 (Gallium Alloy GF, Tokuriki Honten, Japan). Senere har et annet produkt Galloy (SDI, Australia) blitt lansert kommersielt.
- Det største problem med galliumlegeringene er at det ikke må foreligge fuktighet under herdingen. Dette forutsetter at det blir brukt bondingmaterialer både før (i kaviteten) og etter (på overflatene) at materialet er plassert i kaviteten.
- Et praktisk problem ved galliumlegeringene er at de hefter seg lett til håndinstrumentene. Forøvrig er kondenserbarheten og karvingen svært lik konvensjonell amalgam.
- Materialet må poleres ved et senere besøk for å unngå en relativt kraftig korrosjon som ellers vil oppstå.

Gull

- Gullfyllinger til klasse 2 kaviteter kan lages direkte med rent kondenserbart gull, eller som gullinnlegg.

- Kondenserbart gull blir solgt som pellets, staver eller pulver i folie. Så og si alle lærebøker i konserverende tannpleie i de siste 100 år beskriver teknikker for gullkondensering. Holdbarheten på mindre gullkondenserte fyllinger er meget god. Til tross for dette, er teknikken svært lite i bruk fordi den er teknisk krevende, kan være plagsom for pasienten, og relativt kostbar. I praksis er det bare gullinnlegg som blir laget i Norge.
- Vurdert materialteknisk, har gull gunstige mekaniske egenskaper som tannfyllingsmateriale.
- Holdbarheten på innlegg laget av gull avhenger så og si utelukkende av sementspalten mellom innlegg og tann. Det primære kritiske momentet er den initielle adaptasjonen til i tannen, og sekundært, egenskaper ved sementen.
- Dersom man gjør en tverrsnittundersøkelse av et stort antall gullinnlegg vil 18% være perfekte, 41% være akseptable, 19% akseptable etter justeringer, og 22% ikke-akseptable.
- Komplikasjoner i tilknytning til gullinnlegg er spesielt sekundærkaries, mens andre årsaker er løsning, tannfrakturer, pulpakomplikasjoner og bløtvevsskader. Det er sannsynlig at fordelingen vil variere etter hvor selektiv man har vært ved valg av gullinnlegg.

Tannfargede posteriore innlegg

Indikasjoner

der man ønsker en tannfarget restaurering og hvor kroneterapi eller en direkte kompositt plastfylling er ugunstig.

Ulemper med å velge et innlegg fremfor en direkte fylling er:

- Ekstra besøk (unngås ved å etterherde ekstraoralt i samme seanse i klinikken)
- Krav til aksial divergens kan resultere i onlays eller kroneterapi
- En optimal temporær fylling er vanskelig og tidkrevende å fremstille
- Større kostnader for pasienten
- Prognosen for innleggene er primært basert på sementens kvaliteter
- Kliniske langtidsobservasjoner mangler
- Omgjøring av innlegg fører ofte kroneterapi

Kontraindikasjoner ved fremstilling av tannfargede innlegg i posteriore tenner er:

1. Biologiske faktorer

- Plastallergi

2. Prognosefaktorer

- Dårlig pasientkooperasjon og uregelmessig tannkontroll
- Mangelfull munnhygiene eller høy kariesaktivitet
- Tydelige tegn på kraftig tyggetrykk
- Ønsket proksimalkontakt med stor avstand til nabotann
- Store pulpakaviteter

3. Prepareringsfaktorer

- Ingen eller mindre enn 1 mm emalje gingivalt
- Vertikal oppbygging mindre enn 1 mm
- Korte kroner med lite aksialt kontaktareal
- Revisjon av kaviteter med store undersnitt
- Små kaviteter - friskt tannvev må fjernes for å skape divergerende kavitetsvegger.

4. Fremstillingsfaktorer

- Plassering av kofferdam umulig
- Manglende erfaring med dentinadhesiver

5. Onlay anbefalt som bedre alternativ

- Avital tann
- Mobile kuspevegger etter utført preparering

Valg av keram kontra kompositt plast er bestemt av :

- Kompositt plast er enklere å fremstille tannteknisk, innlegg i keram krever høy teknikerkompetanse for god kvalitet
- Kompositt plast er mer solid under innprøving og kan lettere justeres og modifiseres før sementering
- Kompositt plast kan lettere poleres in situ, gir mindre slitasje på antagonist og er lettere å reparere
- Innlegg i keram kan ha bedre passform i kaviteten, men utviser stor variasjon i kvalitet og passform avhengig av fremstillingsprosedyrer og tanntekniker
- Innlegg i keram har gjennomgående noe bedre kliniske resultater

Prognose

Den kliniske holdbarheten av tannfargede innlegg er ukjent fordi

- observasjonstiden i publiserte kliniske studier er begrenset til fem år .
 - I ulike kliniske studier varierer holdbarheten av tannfargede innlegg på mellom 70 og 100% etter 3 år.
- holdbarheten av innlegg er først og fremst bestemt av sementens kvalitet og pasientens munnhygiene.

- Jo større sementspalter mellom innlegg og tann, jo større krav må settes til sementens egenskaper.
- Kompositte plastsementer i bruk for bare tre-fire år tilbake, er stort sett byttet ut med nye produkter.
- Utvelgelse av pasientgruppene og indikasjonene for valg av innlegg er ofte ukjente.
 - Hyppige anvendte pasientgrupper i flere studier er tannhelsepersonnel og -studenter, hvor man vil forvente en bedre munnhygiene og prognose sammenliknet med andre pasientgrupper