



UiT Norges arktiske universitet

Institutt for klinisk odontologi

Tidsbruk i fyllingslegging med moderne- og konvensjonell teknikk

Nina Elisabeth Mikalsen & Mailinn Anti Eira

Masteroppgave i Odontologi – ODO-3901, mai 2022

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	3
1 Introduksjon	4
1.1 Kompositter	5
1.2 Bonding	8
1.3 Adhesivenes historie	10
1.4 Kliniske resultater	11
1.5 Hensikt, problemstilling, hypotese	12
2 Metode.....	13
3 Resultat.....	16
4 Diskusjon.....	18
5 Konklusjon	23
6 Referanser.....	24
7 Appendikser	31

Forord

Vi retter en stor takk til vår veileder og biveileder, førsteamanuensis Jukka Leinonen og stipendiat Kaisa Leinonen som har gjennomført forsøkene og latt oss analysere resultatene, og gitt oss god veiledning gjennom hele prosessen.

Vi retter også en stor takk til odontologi kull 2018 for deres bidrag i prosjektet.

Sammendrag

Innledning

Fyllingsterapi utgjør en stor andel av tannlegers arbeidshverdag, og det finnes flere ulike måter å legge fylling på. I denne undersøkelsen er det gjort en sammenligning av tidsbruken mellom moderne ett-steg adhesiv med bulk-fill fyllingsteknikk og konvensjonell tre-stegs adhesiv med skrålagsfyllingsteknikk. Dette kan gi relevant informasjon om hvilken av metodene som kan være relevante med hensyn til å spare tid for behandler og operasjonstid for pasienten. Det forkortede tidsbruket kan også ha en positiv virkning på både økonomi, effektivitet og ergonomi. Nullhypotesen var at det er ingen forskjell i tidsbruk mellom moderne- og konvensjonell teknikk.

Metode

Trettien tredje års tannlegestudenter fylte to 5 mm dype klasse II kaviteter, med to ulike metoder og beskrev tidsbruket på begge øvelsene. Øvelse I gikk ut på å applisere ett-stegs selvetsende adhesiv, flytende bulk-fill kompositt som grunnlag og viskøs kompositt som dekklag okklusalt. Kaviteten for øvelse II ble selektivt etset, applisert med to-stegs selvetsende adhesiv, også fylt med viskøs kompositt lagt i tynne skrå lag. Tidsbruket ble registrert og sammenlignet med Student's t-test.

Resultater

Øvelse II tok gjennomsnittlig 28,2% lengre tid enn øvelse I ($p < 0.001$). Noen deltakere brukte derimot lengre tid på moderne teknikk (øvelse I), enn konvensjonell teknikk (øvelse II).

Konklusjon

Moderne kompositt teknikk med ett-stegs adhesiv og flytende base bulk-fill viser seg å være mindre tidkrevende enn konvensjonell teknikk med tre-stegs adhesiv teknikk og konvensjonell viskøs kompositt lagt i skrålag.

1 Introduksjon

Fyllingsterapi er en stor del av arbeidshverdagen til en tannlege og det brukes mye tid til dette. I 2016 ble det gjort en studie som viser at tannleger i den offentlige tannhelsetjenesten brukte i gjennomsnitt 57,5% av arbeidsdagen på fyllingsterapi (1). Det finnes ikke nøyaktige tall på antall fyllinger lagt i Norge, men man kan anta at antallet er omtrent likt som i Finland. Der ble det i 2009 lagt 1,8 millioner fyllinger til sammen i både privat- og offentlig tannhelsetjeneste (2).

Det har skjedd store endringer i dentale biomaterialer de siste 55 årene. I 1962 utviklet Dr. Ray Bowen en ny type komposittmateriale som inneholdt bis-GMA monomeren som førte til bedre egenskaper, og en silan-forbindelse for å binde fillerpartikler til resinet (3, s. 278). På 1970-tallet ble det som i dag kalles for konvensjonell- eller makrofill kompositt utviklet. Siden den gang har det skjedd ytterligere endringer i komposittens fillerinnhold, og det har resultert i at det i dag finnes mange varianter av kompositt med ulikt innhold og anbefalt klinisk bruksområde (3, 278-79). De nye materialene er lettere å bruke, har lengre levetid, bedre estetikk og kortere operasjonstid.

En studie av Güler & Karaman viser at gjennomsnittstiden for å fylle kaviteter med bulk-fill teknikk sammenlignet med kompositt i skrålag ble redusert med 66% (4). Bulk-fill teknikk har like gode kliniske resultater som skrålagsteknikk og forkorter den totale utførelsestiden på grunn av færre kliniske steg (5-7). Bulk-fill kompositter kan være spesielt nyttig ved restaurering av posteriore kaviteter, og i behandling av barn og engstelige pasienter der det er viktig med kort behandlingstid (8). Det kan også tenkes at valg av adhesiv påvirker tidsbruken ved fyllingslegging. Det finnes ikke forskning om tidsbruk som sammenligner tre-steps og ett-steps adhesiver, men man kan anta at ett-steps adhesiv forkorter utførelsestiden. Tanken bak masteroppgaven vår er å undersøke hvorvidt det er forskjell i tidsbruk ved de ulike teknikkene og materialene, og om det har klinisk relevans dersom det er tidsbesparende å bruke ett-steps adhesiver og moderne bulk-fill teknikk, sammenlignet med tre-steps adhesiver og konvensjonell skrålagsteknikk.

1.1 Kompositter

Resinbaserte kompositter kan kategoriseres etter tre generelle klassifikasjoner (3, s. 281-291), basert på:

- 1) Størrelsen av fillerpartikler - Rangering av kompositter etter størrelse på fillerpartikler fra størst til minst: makrofill-, midfill-, minifill-, mikrofill-, og nanofill-kompositter. En kombinasjon av ulike størrelser av fillerpartikler kalles for hybridkompositter.
- 2) Herdemekanisme - Kjemisk herdende-, lysherdende-, og dual-herdende kompositter
- 3) Basert på komposittens manipulasjonsegenskaper – Flytende, tixotropisk eller kondenserbar.

Flytende (lav-viskøs) kompositt har et lavere innhold av fillerpartikler sammenlignet med kondenserbar (høy-viskøs) kompositt, som gjør at det lett kan flyte og spre seg jevnt i kaviteten og danne en ønsket tannanatomy. Det lave filler-innholdet av flytende kompositter fører likevel til høyere slitasjehastighet og dårligere mekaniske egenskaper, og det er dermed høyere utsatt for slitasje (9). Kondenserbare, høy-viskøse kompositter har høyere fillerinnhold, som skal øke styrken og stivheten. På en annen side er kondenserbare kompositter tidkrevende å legge og teknikk-sensitive (3, s.286). I en in-vivo studie av Opdam et al. viser det seg at av 72 klasse II kaviteter med kompositt, er kun 27% av de fylt på en tilfredsstillende måte (10). 43% av restaureringer hadde overskudd cervikalt, og 25% hadde underskudd. Det var også 7% som hadde både overskudd og underskudd i overgang mellom fylling og tann approximalt (10). Noe av utfordringen med kompositt som skal kondenseres med håndinstrument i kaviteten, er at kompositten fester seg både til adhesivet på dentinet og stål-instrumentet tannlegen bruker for å konturere kompositten (11). Når materialet fester seg til håndinstrumentet under applisering, øker det forekomsten av porøsiteter og tomrom i kompositten (12).

Flere produsenter har produsert en rekke type kompositter som kalles for bulk-fill kompositter siden 2003. Disse kan legges i 4-5 mm tykke lag, sammenlignet med konvensjonelle kompositter som kan legges i maksimalt 2 mm per lag. Bulk-fill teknikk skal gjøre det lettere å applisere fyllingsmaterialet og å være tidsbesparende (13). Bulk-fill kompositter kan kategoriseres som høy- eller lav-viskøs, og lys- eller dualherdende (8). De lav-viskøse komposittene tåler mindre slitasje enn de høy-viskøse, og anbefales derfor å dekkles med konvensjonell kompositt okklusalt (5). Lav-viskøse, flytende kompositter må ha dette for økt

slitestykke og hardhet (14). Bulk-fill komposittene kan klassifiseres i fire forskjellige typer: bulk-fill-, bulk-fill base-, ultralydsaktivert bulk-fill-, og dualherdende bulk-fill kompositt. Klassifiseringen inndeles etter materialets viskositet, lys- eller dualherdende, maksimum tykkelse per lag, og om det er behov for et dekklag med konvensjonell kompositt okklusalt (8). Bulk-fill kompositter lagt i over 4 mm tykke lag anbefales å lysherd under moderat stråling i 20 sekunder (15, 16, 17).

I 2003 ble QuiXfil lansert av Dentsply Sirona (Konstanz, Germany), og den regnes som den første bulk-fill kompositten på markedet (18). I denne studien har vi brukt SDR, og vil derfor skrive om dette materialet i innledningen. I 2009 ble SDR (Smart Dentin Replacement) lansert av Dentsply Sirona, som er en flytende bulk-fill kompositt. Denne ble videreutviklet for å styrke materialet, forbedre radiopaciteten og øke slitestykken, og kalles nå for SDR Plus (18). SDR Plus er en én-komponent, lysherdende radiopak, flytende kompositt som inneholder fluor. Den kan legges i maksimum 4 mm tykke lag med minimal polymerisasjonsstress, og kan brukes i bunnen på klasse I og II kaviteter med et dekklag av konvensjonell kompositt. Produsentens anbefaling om et dekklag støttes på grunn av at SDR har lavere hardhet sammenlignet med konvensjonell kompositt (19). SDR kan også brukes i klasse III og V kaviteter alene. Større tykkelse per lag kan forkorte tidsbruk ved fyllingslegging (18). SDR er lav-viskøs og et lysherdende materiale og kategoriseres derfor som bulk-fill base kompositt (8). SDR har vist lav krympespenning og krympehastighet sammenlignet med forskjellige konvensjonelle- og flytende kompositter (20). SDR har lavere fillerinnhold sammenlignet med høy-viskøse kompositter, men med større fillerpartikler som fører til økt gjennomskinnelighet ved lysharding (19, 21).

Konvensjonelle kompositter er viskøse, og må dermed komprimeres i kavitet ved hjelp av håndinstrumenter. Et eksempel på konvensjonell kompositt er Ceram.X SpereTEC (Dentsply Sirona, Konstanz, Germany) som vi brukte i masteroppgaven. Ceram.X SpereTEC er en nano-keramisk, lysherdende, radiopak, konvensjonell kompositt som kan brukes i alle typer kaviteter i både anteriore og posteriore tenner. Den kan også brukes til inlays, onlays og fasetter (22). Ceram.X SpereTEC er en hybridkompositt som består av en blanding med filler av ulik størrelse, fra nanofillers til makrofillers (22). Hybridkompositter gir glattere overflate enn kompositter med utelukkende store fillerpartikler, samtidig som de beholder samme mekaniske egenskaper (3, s.283). Kompositter med kun mikrofiller har ikke samme styrke,

men kan poleres svært glatte. Hybridkompositt er en kompositt som har de mekaniske egenskapene som kreves for stressutsatte områder som samtidig gir god estetikk (3, s. 283).

Konvensjonell kompositt må legges i 2 mm lag for å sikre optimal herding (22, 3, s. 290). Når kompositt herder blir monomerer samlet i lengre kjeder, dette kalles for polymerisasjon. Dersom kompositt ikke herdes optimalt vil færre monomerer bli polymerisert, og dermed får vi flere frie monomerer (8). Fyllingens fysiske egenskaper blir dermed betydelig dårligere dersom herdingen ikke er optimal. Det vil da finnes sjikt med uherdet kompositt i bunnen av komposittlagene, for eksempel marginalt i bunnen av kaviteten (8). Resultatet av slike sjikt med uherdet kompositt er en dårligere forsegling, og en fylling med dårligere mekaniske egenskaper (8). Uherdede komposittfyllinger løser også opp monomerer (8). En studie av Ilie et. al (2014) viser at det er veldig lite energi som når til bunnen av kaviteter med 4 mm komposittlag sammenlignet med 2 mm lagtykkelse ved lysherding (21). De konvensjonelle komposittene i denne studien ble tilfredsstillende herdet ved 2 mm lag. Disse funnene er i tråd med hva produsenten anbefaler for de ulike produktene (21).

Det har blitt anbefalt å benytte skrålagsteknikk når det gjelder applisering av konvensjonell kompositt (13). Disse skrålagene skal være 2 mm tykke og bare binde en aksial vegg i kaviteten (23). Når kompositten polymeriseres krymper materialet noe, det vil derfor oppstå et stress i materialet (24). Denne påstanden har blitt vist å ikke stemme i en artikkel av Verluis (1996), der det ble gjort et overraskende funn som viser at skrålagsteknikk gir mer stress enn horisontale lag med kompositt og bulk-fill teknikk (25). Flere tannleger bruker likevel fortsatt skrålagsteknikk selv om det ikke er anbefalt i bruksanvisninger.

På 1970-tallet ble makrofill-kompositter introdusert, og disse hadde store partikler og var vanskelige å polere, og hadde i tillegg få fargenyanser. Den første mikrofill-kompositten ble utviklet på 1980-tallet, men det viste seg at disse ikke kunne brukes i høyt belastede områder (26). På 90-tallet ble det brukt hybridkompositter, og på 2000-tallet ble nano-hybrid kompositter introdusert (27).

1.2 Bonding

Tann og kompositt har i utgangspunktet ikke forutsetning til å kunne bindes sammen. Det er fordi kompositt er hydrofobt og dentin er hydrofilt, derfor kreves det et adhesivt materiale som kan binde til både tann og fylling. I dag finnes mange ulike adhesiv-systemer som benytter seg av samme prinsipper, som er etsing, priming og bonding. Adhesiv-systemer kan ha enten tre, to eller ett steg (3, 264).

Noen adhesiver krever et separat steg for etsing (3, 264). Fosforsyre er den vanligste syren brukt for å etse emalje og dentin. Det fjerner smear-layer som dannes ved boring av tann. Smear-layer er debris og uorganisk materiale som legger seg som et belegg over dentinet og blokkerer dentintubuli. Dette fjernes ved etsing for å øke bindingsstyrken av dentale materialer til dentinet (3, s. 260). Ved selektiv-etsing av emaljen løses uorganisk materiale (hydroksyapatitt) opp rundt emaljeprismene, og øker overflatearealet som kan gi mikromekanisk retensjon for bondingmaterialet (3, s. 260-61). Etsing av hele kaviteten (total-etch) med fosforsyre er teknikk sensitivt fordi kollagen-nettverket i dentinet kan kollapse (28). Noen adhesiver som for eksempel ExciTE[®] F krever fortsatt total-etch teknikk (29). Total-etch adhesiver har vist å gi mer postoperativ sensitivitet enn selv-etsende adhesiver i noen studier (30). Generelt er det ingen forskjell mellom selv-etsende- og ets- og skyl-systemer når det gjelder postoperativ sensibilitet, når ets- og skyl brukes på riktig måte (31). Likevel brukes ofte materialene ikke i henhold til bruksanvisning (32).

Det porøse kollagen-nettverket i dentin blottlegges ved etsing, fordi hydroksyapatitten fjernes. Kollagen-nettverket i dentin er omringet av vann, og dersom det er for lite gjenværende vann etter etsing, vil det føre til kollaps av nettverket. Dette hindrer resin-infiltrasjon i den porøse overflaten, som fører til dårlig binding til tannen. Dersom det finnes for mye vann i kollagen-nettverket, vil vannet forhindre resininfiltrasjon, som kan føre til lekkasje grunnet dårlig binding (3, s.261).

Neste steg i et adhesivt system er priming. Primerens rolle i binding til dentin er at den opprettholder et hydratisert kollagen-nettverk uten overflødig vann (3, s.26). Primer er en løsning av hydrofile monomerer som er løst i ulike løsemidler som aceton, etanol eller vann. Forskjellige primere har ulik pH, og dersom den har lav nok pH vil den kunne brukes som selvetsende primer, og kan da fjerne smear layer og etse underliggende dentin (3, s.263-264).

Påføring av adhesivet er det siste steget etter ets og primer, og sammen danner disse tre komponentene det som kalles for bonding. I dag finnes det mange ulike typer adhesivsystemer på markedet. Adhesive materialer er en løsning av resin-monomerer som muliggjør binding mellom tann og kompositt (33). Det inneholder også flere andre ingredienser, som for eksempel fillerpartikler, initiatorer og løsningsmidler, som gir ulike egenskaper til de forskjellige adhesive materialene som finnes på markedet (3, s. 265-266). Adhesiver skal fylle ut den porøse overflaten av kollagen-nettverket i etset dentin. Det dannes dermed et hybridlag ved at adhesivet infiltrerer og binder til kollagen-nettverket i dentinet, som skal gi mikromekanisk retensjon (3, s. 265). Adhesiver må være amfifil, som betyr at den må inneholde en hydrofob og hydrofil del. Den hydrofile delen muliggjør binding til kollagen-nettverket som er fuktet med primer. Den hydrofobe delen gir binding mellom adhesiv og kompositt, derav et hybridlag som kan binde til både tann og kompositt (33). Hybridlaget sørger for en tett forsegling som forhindrer lekkasje mellom tann og fylling (3, s. 265). Et adhesiv kan være kombinert med primer (to-steg), og krever et eget steg for syre-etsing først, eller det kan være kombinert med en selvetsende primer (ett-steg). På grunn av den selvetsende primeren er det ikke behov for et eget steg for syre-etsing ved bruk av et ett-stegs adhesiv (3, 267-68).

Adhesive systemer klassifiseres på ulike måter. Noen klassifikasjoner baseres etter generasjon, mekanisme og antall kliniske steg (3, s. 266). Ett av klassifikasjonssystemene går ut på å dele det inn etter generasjoner, fra de tidligste adhesivene på markedet til de nåværende (3, s.267). Generasjonsklassifiseringen deles inn etter når og i hvilken rekkefølge materialer og teknikker ble utviklet (33). Hver generasjon har forsøkt å minimere antall steg i prosedyren for påføring av adhesivet, blant annet for å forkorte utførelsestiden og for å øke bindingsstyrken (33). En annen klassifikasjon baserer seg på adhesjonsmekanisme og antall kliniske steg (3, s. 267). Klassifikasjon basert på adhesjonsmekanisme deles opp i; 1) ets-og-skyll, 2) selvetsende og 3) universal. Ets-og-skyll-, og selvetsende-adhesiver deles i tillegg inn etter antall kliniske steg (3, s.267).

Det første steget i ets-og-skyll adhesiv-systemet er etsing av kaviteten. Dette gjøres for å fjerne smear layer i dentinet, og må skylles bort (33). Ets-og-skyll-klassifisering deles i tre- og to-stegs adhesiv-system, basert på om det er separate steg for primer og adhesiv eller kun ett steg der primer og adhesiv er kombinert (3, s.267). Selv-etsende adhesiv har ikke et eget klinisk steg for etsing av dentin. I stedetfor brukes monomer med lav pH som en kombinert mild ets og primer, og klassifiseres i to- og et-stegs system (3, s.268). I nyere tid har det

kommet adhesiver som kalles for et universalt adhesiv-system. Universale adhesiver kan brukes som ets-og-skyll- eller selv-etsende-adhesiv, eller en kombinasjon av disse to. Meningen bak dette er at det skal være et forenklet system å bruke og skal kunne brukes som et “alt-i-en” adhesiv (33). Resultatet fra en spørreundersøkelse av Arandi & Thabet (34) viser at de aller fleste klinikere foretrekker ett-steps selvetsende eller to-steps adhesiv som er enkle å applisere. All-Bond Universal som er en mild ett-steps selvetsende adhesiv har vist gode kliniske resultater i klasse II kaviteter over en 3-års periode (35). Se tabell 1 som viser ulike generasjoner av adhesiver.

Ets-og-skyll adhesiv-system		Selv-etsende adhesiv-system		
Tre-steps (4. generasjon)	To-steps (5. generasjon)	To-steps (6. Generasjon)	Ett-steps (7. Og 8. generasjon)	Universal generasjon
1. Ets 2. Prime 3. Bond	1. Ets 2. Prime og bond	1. Ets og prime 2. Bond	1. Ets, prime og bond	Kan brukes enten som ett-steps selvetsende eller som to-steps ets og skyll (selektiv ets av emalje eller ets av hele kaviteten)

Tabell 1. Forskjellige adhesiv-systemer (Sofan et. al 2017).

1.3 Adhesivenes historie

I 1955 rapporterte Michael Buonocore om en velfungerende adhesjonsmekanisme mellom emalje og dentin. Buonocore etset emaljeoverflater med forskjellige syrer, og dette førte til økt bindingsstyrke mellom emalje og resin. Han brukte blant annet fosforsyre, som fortsatt er det mest brukte etsemiddelet i dag for å binde dentale biomaterialer til både emalje og dentin (3, s.260). Dr. Takao Fusayama introduserte total-etch teknikken i 1979, som går ut på at både emaljen og dentinet blir etset, vanligvis med 37% fosforsyre. Denne teknikken ble likevel ikke godtatt før tidlig på 1990-tallet verden over, og kategoriseres etter ets-og-skyll-adhesivsystemet grunnet ets som må skylles bort før påføring av et adhesivt materiale (3, s. 261). På begynnelsen av 1990-tallet ble tre-steps ets-og-skyll adhesivsystemet introdusert, som innebærer separate steg for ets, primer og adhesivet. På slutten av 1990-tallet ble to-steps ets-og-skyll adhesivsystemet introdusert for markedet (33). Clearfil SE bond som brukes i

masteroppgaven er et eksempel på et to-steps selvetsende adhesiv, og er fra 1999 (36). I dag finnes det også ett-steps adhesiver, og det har vært på markedet siden 1995 (37).

1.4 Kliniske resultater

Bulk-fill teknikk kan brukes i klasse I og II kaviteter i posteriore tenner og gi samme varighet som skrålagsteknikk med konvensjonelle kompositter lagt i skrålag (6, 7). Det er ikke klinisk forskjell mellom bulk-fill teknikk og skrålagsteknikk, uavhengig av hvilken tann og type kavitet som ble restaurert (7). Resultatet av kliniske parametere som ble brukt for evaluering av restaureringer gjort med bulk-fill teknikk og skrålagsteknikk viste ingen forskjell (7). En oversiktsartikkel fra 2020 rapporterte at det er ingen forskjell mellom misfargede fyllingskanter i restaureringer gjort med bulk-fill kompositt sammenlignet med konvensjonell kompositt (7). Studien av van Dijken & Pallesen (2017) er den lengste kliniske studien som har vurdert restaureringer gjort med bulk-fill teknikk, og den konkluderer med at bulk-fill teknikk med SDR viste gode kliniske resultater, som kunne sammenlignes med skrålagsteknikken (6).

Bulk-fill teknikk har vist lignende klinisk holdbarhet som konvensjonell kompositt etter 6 år i en ny studie med klasse II kaviteter (38). Den eneste forskjellen mellom de to materialene i denne studien av Yazuki et. al (2021) var at kavitetene som var fylt med bulk-fill hadde mindre misfarging i fyllingskantene (38). Ved polymerisering av kompositt skjer en krymping av fyllingen som fører til spenning i tannen, og dette gjør at kuspene dras sammen. Resultatet i en studie av Güler & Karaman (4) viser at bulk-fill kompositt gir noe mindre sammentrekning av kuspene sammenlignet med konvensjonell kompositt, men dataen var ikke statistisk signifikant (4). Restaureringer med bulk-fill kompositt har mindre mikrolekkasje langs fyllingskanten sammenlignet med konvensjonell kompositt i skrålag (4). En oversiktsartikkel om tettheten i fyllingskanter ved bulk-fill og konvensjonell kompositt, konkluderer med at konvensjonell kompositt og bulk-fill har lik marginal holdbarhet (39).

I en åtte-års klinisk studie av Van Dijken og Pallesen (2014) har et ett-steps selvetsende adhesiv og et to-steps ets-og-skyll adhesiv blitt sammenlignet, uten signifikant forskjell (40). Samme forfattere har også utført en studie (2017) der ett-steps selvetsende adhesiv og to-steps selvetsende adhesiv har en AFR (årlig feilrate) på 1,8% og 2,9%, men forskjellen var ikke statistisk signifikant (35). Det er blitt konkludert at det finnes ingen adhesiv-systemer som er bedre enn andre, selv om det lenge har vært stor tro på at tre-steps ets-og-skyll er det beste systemet. Adhesivets virkning kan derfor ikke defineres på bakgrunn av et adhesiv-system

(41). Tre forskjellige appliseringsprotokoller (ets-og-skyll, selektiv emaljeetsing, og selvetsende adhesiv) for Scotchbond Universal adhesiv i klasse I- og II-kaviteter har vist klinisk akseptable restaureringer (42).

1.5 Hensikt, problemstilling, hypotese

Hensikten med denne masteroppgaven er å sammenligne tidsbruk i fyllingslegging ved bruk av to ulike fyllingsteknikker: 1) ett-steps selvetsende adhesiv med flytende bulk-fill kompositt som grunnlag, og et dekklag av konvensjonell kompositt okklusalt, og 2) tre-steps selektiv ets og skyll adhesiv teknikk med konvensjonell kompositt i skrå lag. Hypotesen går ut på at den første teknikken er mindre tidkrevende.

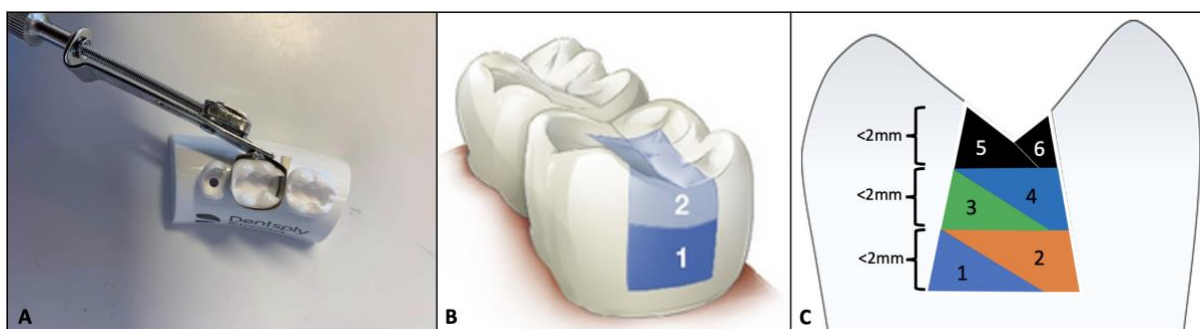
Null-hypotesen: Det er ingen forskjell i tidsbruk mellom de to nevnte teknikkene for fyllingslegging (moderne og konvensjonell).

2 Metode

Til denne masteroppgaven var det ikke behov for å søke noen tillatelser fra REK eller NSD da det ikke benyttes helse- eller personlig data, og dataresultatene kan ikke kobles opp mot den enkelte student. Deltakerne skrev tidsresultatene på et ark uten andre opplysninger.

Datainnsamlingen til denne studien ble gjort på simulator-klinikken på Tannbygget ved UiT i mars 2021. Det var 31 frivillige tredje års tannlegestudenter ved UiT som deltok i datainnsamlingen. Øvelsen var en del av kariologi-kurset på 6. semester. Alle deltakerne fikk beskrevet instruksjoner til øvelsene som gikk ut på å legge fyllinger med to ulike teknikker. Den første fyllingen med ett-steps adhesiv og flytende bulk-fill kompositt som grunnlag og konvensjonell kompositt som dekklag okklusalt (øvelse I), og den andre fyllingen med tre-steps adhesiv og skrålagsteknikk med konvensjonell kompositt (øvelse II). Alle fyllinger ble gjort i blokker fra Dentsply med tilsvarende like 5-mm dype klasse II kaviteter i underkjevens første molar (Figur 1A). Alle deltakere startet øvelsen samtidig, og noterte sitt eget tidsbruk på blanke ark uten navn. Fyllingene ble ikke pusset og polert under øvelsene.

I øvelse I brukte deltakerne ett-steps selvetsende adhesiv (Prime&Bond XP, Dentsply Sirona, Konstanz, Tyskland), og flytende SDR bulk-fill kompositt (Dentsply Sirona) som grunnlag og konvensjonell viskøs kompositt Ceram.X SphereTEC (Dentsply Sirona) som dekklag okklusalt. Adhesivet ble applisert og massert lett over hele kaviteten i 20 sekunder med quickstick, og adhesivet ble luftblåst i 5-10 sekunder, og lysherdet i 10 sekunder. Deretter ble det lagt SDR i et 3-4 mm lag, som ble det lysherdet i 20 sekunder. Ceram.X SphereTEC ble lagt som et dekklag okklusalt i 1-2 mm lag, som ble lysherdet i 10 sekunder (Figur 1B).



Figur 1. A) Dentsply blokk for øvelsene. B) Fyllingslag i øvelse I. C) Fyllingslag i øvelse II.

I øvelse II startet deltakerne med å selektiv-etsen emaljen med 37% fosforsyre i 15 sekunder. Fosforsyre ble skylt bort med vann minst like lenge som det ble etset. Deretter brukte deltakerne Clearfil SE bond (Kuraray, New York, USA) som er et to-steps selvetsende adhesiv. Clearfil SE bond primer ble applisert i kaviteten med en quickstick i 20 sekunder, deretter ble kaviteten luftblåst helt tørr. Så appliserte de Clearfil SE bond i kaviteten, og luftblåste for å jevne ut lagtykkelsen i hele kaviteten. Til slutt lysherdet deltakerne adhesivet i 10 sekunder. Som fyllingsmateriale ble det brukt Ceram.X SphereTEC i maks 2 mm tykke skrå lag. Hvert lag ble lysherdet i 10 sekunder (Figur 1C). Se tabell 2 for detaljert informasjon om materialene som ble brukt i studien.

Resultatene fra datainnsamlingen ble overført til programvarepakken SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, versjon 26, IBM, New York, USA). Signifikansnivå ble satt til $p < 0.05$.

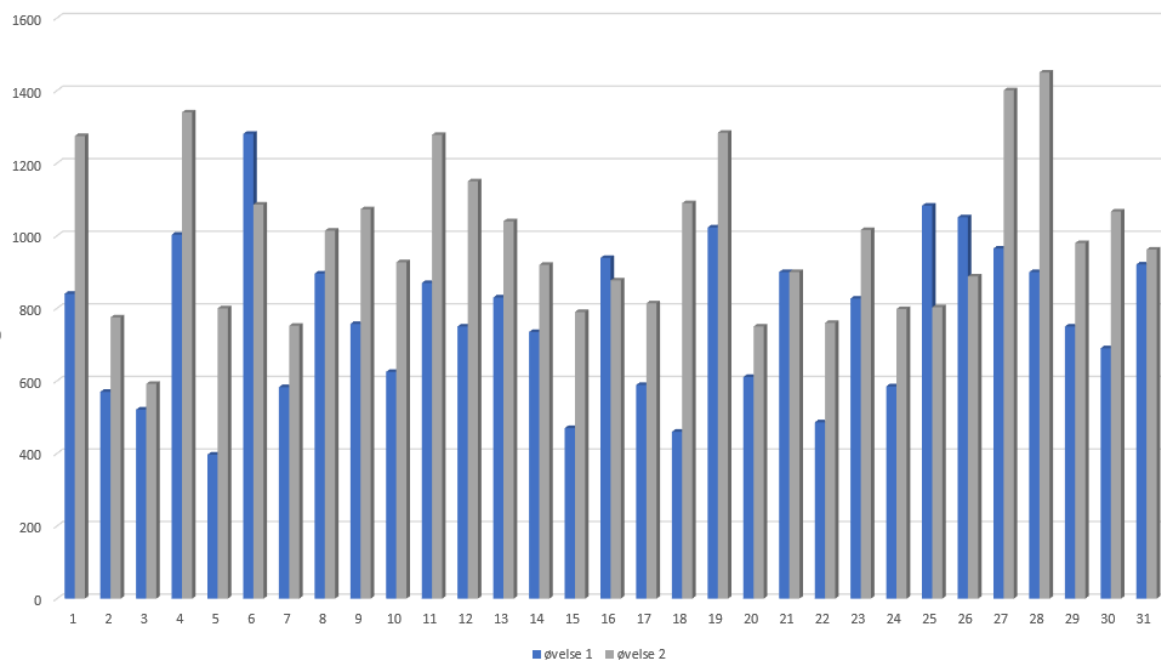
Materiale	Produktbeskrivelse	Innhold	Produsent
Prime&Bond XP	Ett-steps selvetsende adhesiv	PENTA, TCB resin, UDMA, TEGDMA, HEMA, nanofiller, kamferkinon, DMABE, butylert benzendiol, tert-Butanol	Dentsply Sirona, Konstanz, Tyskland
SDR Plus	Flytende Bulk Fill kompositt	70,5 wt%/ 47,4 vol% filler, proprietær modifisert uretandimetakrylatharpiks; TEGDMA, polymeriserbar dimetakrylat-resin, polymeriserbart trimetakrylat-resin, kamferkinon (CQ) fotoinitiator, etyl-4(dimetylamino)benzoat fotoakselerator, butylert hydroksytoluen (BHT), fluorescerende middel og UV-stabilisator. Filleret inneholder silanisert barium-aluminium-fluor-borosilikatglass, silanisert strontium-aluminium-fluor-silikatglass, overflatebehandlet dampet silika, ytterbiumfluorid, syntetiske uorganiske jernoksidpigmenter og titandioksid	Dentsply Sirona, Konstanz, Tyskland
Ceram.X SphereTEC	Nano-keramisk, universal kompositt	Metakrylatmodifisert polysiloksan (organisk modifisert keramikk), dimetakrylat-resiner, fluorescerende pigment, UV-stabilisator, stabilisator, kamferkinon, etyl-4(dimetylamino)benzoat, bis(4-metyl-fenyl)jodoniumheksafluorfosfat, barium-aluminium-borosilikatglass, ytterbiumfluorid, jernoksidpigmenter og titanoksidpigmenter. Filler består av bariumglass, prepolymerisert filler og ytterbiumfluorid 77-79 wt%, 59-61 vol%. Totale mengden uorganisk filler 72-73 wt%, 48-50 vol%	Dentsply Sirona, Konstanz, Tyskland
Clearfil SE bond	To-steps selvetsende adhesiv	<u>Primer:</u> 10-Metakryloyloxydekyldihydrogen fosfat (MDP), HEMA, hydrofilt dimetakrylat, kamferkinon, N,N-Dietanol-p-toluidin, vann <u>Bond:</u> MDP, Bis-GMA, HEMA, hydrofob dimetakrylat, kamferkinon, N,N-Dietanol-p-toluidin, silanisert kolloidalt silika	Kuraray, New York, USA
Total Etch Etsegel 37% fosforsyre	Ets	Fosforsyre 37 wt% i vann, fortykningsmiddel og fargepigmenter	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein

Tabell 2. Materialer brukt i studien laget etter produsentens bruksanvisning for produktet.

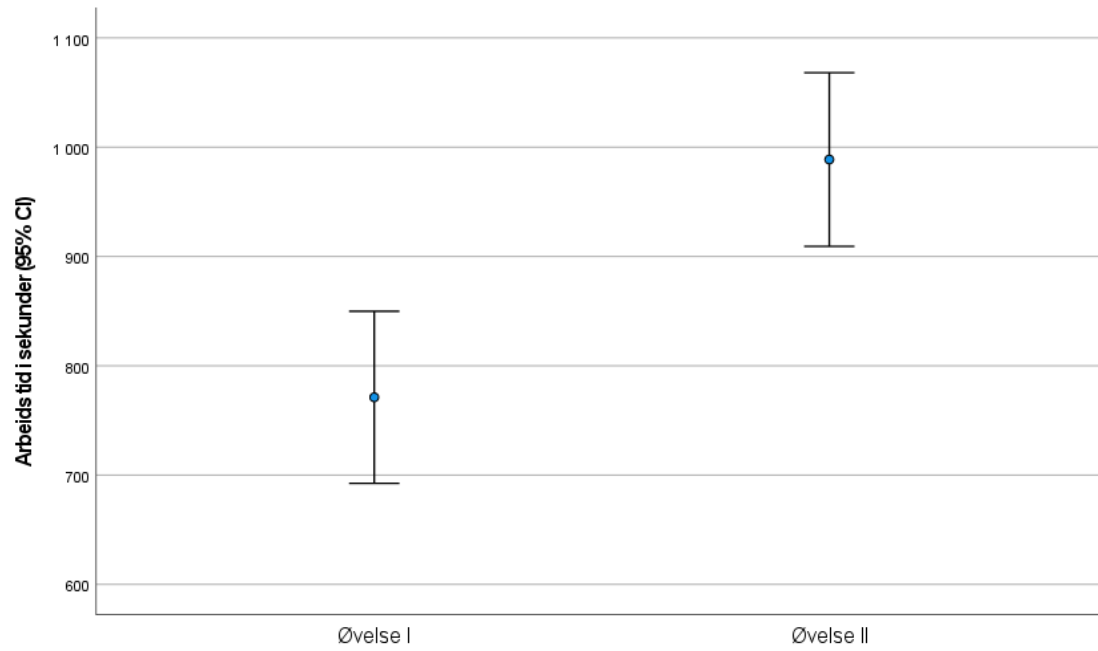
3 Resultat

Normaliteten for tidsbruksdata ble analysert med Shapiro-Wilkins normalitetstest. Nullhypotesen var at dataene er normalfordelt. Testen gav $p > 0,05$ og dermed beholdes nullhypotese (appendiks 1). Som et resultat, ble Student's t-test en godt begrunnet analysemetode for å sammenligne tidsbruken for de to eksperimentelle gruppene.

Resultatene fra studien vår viste at nesten alle deltakerne brukte kortere tid på øvelse I sammenlignet med øvelse II (Figur 4, $p < 0.001$, appendiks 2). Gjennomsnittlig brukte studentene 3 minutter og 38 sekunder mindre ved øvelse I enn på øvelse II som tilsvarer en økning på 28,2% fra øvelse I til øvelse II. Det var 12 av 31 som brukte over 5 minutter mer på øvelse II enn øvelse I. Fire deltakere brukte mer tid på øvelse I. Én av de fire hadde hele 4 minutter og 40 sekunder i differanse mellom øvelse II og øvelse I.



Figur 3. Histogram som viser tidsbruket i begge øvelsene for hver deltaker.



Figur 4. Gjennomsiktig tidsbruken til studentene for øvelser I og II med 95% konfidensintervaller.

Vi hadde to sett med parede variabler med et utvalg på 31 studenter. For å undersøke om det var signifikant forskjell i tidsbruk mellom øvelse I og øvelse II brukte vi en paret t-test. Null hypotese var at der er ingen forskjell mellom tidsbruk i øvelsene. Forskjellen er signifikant på et 0,1% nivå fordi p-verdien var 0,000003 (Figur 4, appendiks 3).

4 Diskusjon

Studentene brukte gjennomsnittlig 28,2% mer tid for å fylle kaviteten med konvensjonell teknikk enn moderne teknikk. Men det er en god del individuell variasjon blant deltakerne. For enkelte deltakere var ett-steps selvetsende adhesiv og to-steps bulk-fill teknikk mer tidkrevende enn to-steps adhesiv og skrålagesteknikk. Dette er noe overraskende da logikken tilsier at en prosess med færre steg burde være mindre tidkrevende. Sannsynligvis var det et resultat av ikke mange nok lysherdere per student (en lysherder per fire studenter), og dermed måtte enkelte studenter vente lengre på sin tur å lysherde.

Studentene hadde lagt cirka tjue fyllinger med skrålagesteknikk og brukt to-steps adhesiv med selektiv emaljeetsing hver gang. Derimot hadde studentene enten brukt bulk-fill teknikk og ett-steps adhesiv null eller en gang før forsøket. Derfor kan det være at deltakerne brukte kunstig lang tid på øvelse I, da de ikke var kjent med moderne teknikk og materialene som ble brukt. Forsøket ble utført på tredje års studenter som ikke har klinisk erfaring utenfor simulasklinikken. De har ikke lagt mange fyllinger totalt og det kan dermed trekkes tvil om resultatene er overførbare til tannleger som har lagt langt flere fyllinger og har klinisk erfaring. Man kan anta at studentene bruker lengre tid på begge øvelsene enn en gjennomsnittlig tannlege ville gjort. Siden vi sammenligner forskjell i tid på individnivå ved hjelp av Student's t-test, tenker vi likevel at resultatene har relevans for andre klinikere. Bulk-fill teknikk og ett-steps adhesiv er tidsbesparende og kan dermed bidra til mer effektivitet som kan være positivt fra et økonomisk ståsted for en klinikk eller tannlege.

Under forsøket måtte fire studenter dele på én lysherder da simulasklinikken ikke hadde nok lysherdere tilgjengelig for alle 31 deltakere samtidig. Mangel på lysherdere kan være noe av grunnen til relativt store forskjeller mellom individer. Øvelse II krever lengre lysherding, noe som sannsynligvis kan ha påvirket resultatet i favør av øvelse I. Denne faktoren ble i tillegg forsterket av mangelen på lysherdere. Ved priming av kaviteten i øvelse I ble det brukt ett-steps selvetsende adhesiv (Prime&Bond XP), og ifølge instruksjonsmanualen kan Prime&Bond XP brukes ved både total-etch teknikk, selektiv emaljeetsing eller man kan benytte kun adhesivet da det er et selv-etsende materiale (43). I dette forsøket brukte deltakerne den sistnevnte metoden. I øvelse II ble det derimot brukt selektiv emaljeetsing som er normal praksis på UTK, selv om instruksjonsmanualen for Clearfil SE bond ikke krever det (44). Det utgjorde minst 30 sekunder ekstra dersom man beregner tiden for påføring av etsemiddelet og 15 sekunder virketid, samt at etsemiddelet også skulle skylles godt av i minst

15 sekunder. To-steps selvetsende adhesiv har gode resultater (45), men tørketiden for primeren er helt essensiell for å sikre god binding og gode mekaniske egenskaper (45). Klinisk har ett-steps selvetsende adhesiv vist like gode resultater som to-steps adhesiv (45). Ett-steps selvetsende adhesiv tenkes å være raskere og mindre teknikk sensitivt fordi det krever færre steg, og dermed færre muligheter for å gjøre feil. Kortere tidsbruk fører i tillegg til mindre risiko for fuktkontaminering av kaviteten, som kan ødelegge bindingen mellom adhesivet og tannen.

Alle studentene gjennomførte forsøket samtidig i simulator-klinikken, først øvelse I og deretter øvelse II. Det kan ha en innvirkning på resultatet ved at studentene blant annet kan ha blitt påvirket av hverandre, tross instruksjoner om å gjennomføre forsøket i sitt eget tempo uten stress. Dette kan påvirke deltakerne i både positiv og negativ retning alt ettersom hvilket tempo medstudentene jobbet i. Det kan tenkes at studentene ønsker å være blant de raskere deltakerne. Studiedesignet kunne vært forbedret ved at halve gruppen utførte øvelse I, så øvelse II og resten motsatt. Da ville det vært vanskeligere for studentene å sammenligne seg med andre fordi sidemannen kanskje holder på med en annen type fylling. Man eliminerer samtidig rekkefølge-effekten. Hvilken rekkefølge øvelsene gjøres i kan påvirke resultatet ved at deltakerne enten er mer slitne ved øvelse II som gjør at de jobber saktere, eller noen jobber kanskje fortere fordi man er mer kjent med prosessen og formatet forsøket blir utført på (46). En annen måte å fjerne de eksterne faktorene på som kan påvirke resultatet, er dersom man hadde utført forsøket med kun én deltaker på et adskilt rom om gangen. Dette ville dog vært et mye mer krevende forsøk å utføre. Vi valgte å gjøre en slik protokoll på grunn av praktiske årsaker, og er glade for at nesten alle tredje års odontologistudenter deltok. Det styrker denne protokollen og resultatene.

Resultatene er signifikant med $p < 0,001$ som er langt innenfor det klassiske kravet for 0.05 nivå. Vi vil dermed argumentere for at forskjell i tidsbruk var så stor at konfunderende faktorer som for eksempel å vente på en herdelampe ikke er tilstrekkelig for å endre konklusjon om at nullhypotesen (ingen forskjell i tidsbruk) skal forkastes.

En randomisert klinisk studie fra 2019 viser at restaureringer som ble lagt med konvensjonell kompositt i skrålags-teknikk tok i gjennomsnittet $16,10 \text{ s/mm}^3$ lengre sammenlignet med de som ble lagt med bulk-fill kompositt i kapsler. Den kliniske tiden ble gitt i sekunder/ mm^3 , som betyr at den totale tiden ble beregnet ut ifra det totale volumet av fyllingsmaterialet som ble lagt. Det gikk generelt raskere å legge bulk-fill kompositt uavhengig av adhesiv-system,

sammenlignet med konvensjonell kompositt i skrålågsteknikk. Nesten 300 klasse I- eller II-restaureringer som var dypere enn 2 mm ble utført med seks ulike teknikker. Det ble brukt universalt adhesiv-system enten med selv-etsende- eller selektiv emalje-ets teknikk. Bulk-fill kompositt i kapsel eller sprøyte, og konvensjonell kompositt ble brukt som fyllingsmateriale. Operatørene i studien hadde minst 5 års erfaring i å legge fylling (47). Det kan dermed tenkes at det ikke er et gunstig sammenligningsgrunnlag mellom resultatene fra denne studien med våre funn på grunn av forskjellen i operatørens erfaring. På en annen side, kan det tenkes at studenter er flinkere på utførelse av enkelte prosedyrer sammenlignet med erfarne klinikere. Det har for eksempel blitt vist at studenter som brukte adhesiv for første gang hadde bedre resultater enn erfarne klinikere ved måling av bindingsstyrke (32). Resultatet er likevel klinisk relevant dersom det faktisk er tidsbesparende, og man kan diskutere flere faktorer som kan påvirkes positivt av dette. Kortere tidsbruk ved fyllingslegging kan antas å være fordelaktig for eksempel for tannlegens ergonomi. Dårlig ergonomi er én av risikofaktorene for muskel- og skjelettplager for tannhelsepersonell (48). Å arbeide i samme stilling i mer enn 40 minutter øker risikoen for muskel- og skjelettplager (49). Selv om fyllingslegging ikke tar mer enn 20 minutter, må man også beregne at det går ekstra tid til kavitetspreparasjon, matriselegging og pussing av fylling som medfører at hele behandlingstiden forlenges. Nesten halvparten av tannlegestudentene som deltok i en langsiktig prospektiv studie hadde muskel- og skjelettplager på slutten av sitt femårige studieforløp (50). Muskel- og skjelettplagene økte betydelig fra første til femte året på studiet fra 30% til 45% (50).

En oversiktsartikkel om laboratoriestudier fra 2019 viser derimot at det ikke finnes nok evidens for å konkludere at bulk-fill teknikk med flytende bulk-fill kompositt er mindre tidkrevende enn skrålågsteknikk med konvensjonell kompositt i posteriore tenner i klasse I og II kaviteter ($p=0.08$) (51). Det må tas med i betraktning at oversiktsartikkelen kun inkluderte tre studier som var gode nok, og disse studiene utførte forsøkene i grunne kaviteter, som fører til like mange steg i protokollen for både skrålågs- og bulk-fill teknikk. Det viser seg likevel å være tidsbesparende med bulk-fill teknikk i større kaviteter, som kan tolkes som logisk på grunn av færre steg i protokollen, og det er lettere å applisere et flytende materiale sammenlignet med et viskøst. Oversiktsartikkelen inkluderer blant annet en studie av Vianna-de-Pinho et al. som viser at det tok 20% kortere tid å legge flytende bulk-fill kompositt i 4 mm klasse I kaviteter, sammenlignet med konvensjonell kompositt som ble lagt i skrålåg (52). Tidligere studier gjort om forskjell i tidsbruk har brukt både klasse I- og klasse II kaviteter med ulike dybder fra 2- til over 4 mm (4, 52, 53). Ut ifra resultatene fra disse studiene

sammenlignet med våre resultater mener vi at bulk-fill teknikk er tidsbesparende, til tross for at studentene måtte dele på lysherdere under øvelsene.

Det er ikke gjort noe forskning om tidsbruk ved bruk av ulike adhesiver, men det kan forventes at påføring av adhesiv gikk fortere i øvelse I sammenlignet med øvelse II i dette forsøket. Det kreves flere steg ved påføring av adhesiv i øvelse II, der det i tillegg ble brukt selektiv emaljeetsing som må skylles av med vann og kaviteten må tørrlegges. Resultatene fra en spørreundersøkelse av palestinske tannlegers kunnskap og holdninger ved valg av adhesiv viser at de yngre tannlegene foretrekker moderne adhesiver som har færre steg, eller er enklere å applisere (30). En spørreundersøkelse fra 2016 av Staxrud et al. viser at 48,7% av norske tannleger i den offentlige tannhelsetjenesten brukte to-steps ets-og-skyll adhesiver før restaurering av tann. Kun 5,5% av tannlegene brukte ett-steps selv-etsende adhesiver selv om de har blitt introdusert allerede i 1995 (1). De eldste adhesivene (tre-steps ets-og-skyll) ble kun brukt av 24,6% av tannlegene. Spørreundersøkelsen ble utfylt i 2014, det er derfor mulig at flere bruker mer moderne adhesiver i dag.

Plassering av herdelampen er mindre kritisk ved herding av bulk-fill kompositter sammenlignet med konvensjonell komposit, viser en studie fra 2015 av Li X et al. (54). Flytende bulk-fill komposit har også et større effektivt herdeområde sammenlignet med konvensjonell komposit (54). Flytende bulk-fill kompositter kan derfor være en fordel i dype kaviteter, som kan ha vanskelig tilgang for både håndinstrumenter og lysherder. Større kaviteter kan raskt og enkelt restaureres med viskøse bulk-fill kompositter som kan fylles i ett lag (55). Ut ifra dette funnet kan man anta at det vil sikre tilstrekkelig herding av materialet, og vil være mindre teknikk sensitivt.

Tanken bak skrålagteknikken er å minske krympestresset dersom man binder til kun én vegg i kaviteten om gangen (24). Det er basert på konseptet at krymping skjer i retningen mot bundet overflate i kaviteten og vekk fra frie flater (56). Man vil ifølge denne teorien få mindre krympestress ved å sikre størst mulig fri overflate, kontra flere bundne flater (24). Ifølge dette vil skrålag dermed gi mindre stress, som kan forhindre mikrolekkasje mellom tannen og fyllingen og sammentrekning av kuser. Men det finnes ingen kliniske studier som kan bekrefte teorien (24). Tannen er en kompleks struktur med mange variabler, det er derfor vanskelig å forutse hvordan krympestresset faktisk utarter i tannrestaurering klinisk (25). Hvor mye spenning som oppstår ved polymerisasjonskrymping kommer an på flere faktorer, blant annet fillerinnhold, monomer-sammensetning, vannopptak og om materialet kan

relaksere (57). En studie fra 1996 har vist at skrålag gir høyere polymerisasjonstress enn horisontal fyllingsteknikk (25). I 1996 var ikke bulk-fill kompositter på markedet, men de har likevel brukt bulk-fill teknikk, og det ga desidert minst krympestress i forsøket (25). Hvert lag med kompositt gir stress og trekker kuspene sammen, og for hvert lag vil dermed kuspene trekkes mer og mer sammen. Konseptet med skrålag er fra 1987 og synes å være intuitivt sant, men det har vist seg å ikke være empirisk sant (25). Flere har gjort det samme funnet senere, blant annet en studie fra 2012 (Oliveira et al.) fant ingen forskjell på horisontale lag og skrålag, med unntak av at det første laget, for der ga skrålag mindre stress (58). Noen har også fått det motsatte resultatet (23). I teknikk guide for Ceram.X Spectra ST (Dentsply Sirona, Konstanz, Germany) er det demonstrert horisontale lag, men er ikke spesifisert i tekst hvordan lagene skal legges annet enn at de skal være 2 mm tykke (59). Den enkelte tannlege påvirkes av flere faktorer enn evidensbasert kunnskap. Behandlingsvalg baseres også på kulturelle, sosiale og økonomiske aspekter (60).

Denne studien inkluderer ikke en kvalitetsvurdering av fyllingene som ble lagt med konvensjonell- (øvelse II) og moderne-metode (øvelse I). Det er likevel hensiktsmessig å diskutere kvaliteten ved bruk av bulk-fill kompositt sammenlignet med konvensjonell. Som nevnt tidligere har flere studier vist at bulk-fill kompositter har like god klinisk holdbarhet som konvensjonell kompositt (5,6,61). Konvensjonell kompositt lagt med skrålagsteknikk fører til mer polymerisasjons-krympestress sammenlignet med bulk-fill kompositt lagt i tykkere lag (62), spesielt når tykkere komposittlag ble vurdert (63). Bulk-fill kompositt fører også til mindre sammentrekning av kusper og viser høyere styrke før frakturering (62). En nyere oversiktsartikkel konkluderer også med dette, og laboratoriestudier viser i tillegg at konvensjonell- og bulk-fill kompositter har lik brudd- og bøyestyrke (64). Flytende- og viskøs bulk-fill kompositter i 5 mm dype klasse I kaviteter i premolarer har vist like gode mekaniske egenskaper mot belastning som konvensjonell kompositt (65). Det er heller ikke noe signifikant forskjell i mikrolekkasje ved sammenligning mellom komposittmaterialene brukt i klasse II kaviteter i melketenner (53). Disse funnene viser at de moderne ett-steps adhesiver og bulk-fill fyllingsmaterialer har god klinisk suksess, og er like gode som konvensjonelle adhesiver og fyllingsmaterialer.

5 Konklusjon

Studentene brukte 28,2% lengre tid i fyllingslegging ved bruk av konvensjonell teknikk med tre-steps adhesiv og flere skrålager av kompositt, sammenlignet med moderne teknikk med ett-steps adhesiv og bulk-fill kompositt. Resultatet viser at det er en betydelig forskjell i tidsbruk, selv om studentene har mye mer erfaring med de konvensjonelle materialene og metodene. Både bulk-fill og ett-steps selvetsende adhesiv har vist gode kliniske resultater i flere kliniske studier. Det kan være flere fordeler med å korte ned på operasjonstiden med moderne materialer og metoder, blant annet for pasientens komfort, tannlegens ergonomi og effektivitet, samt økonomiske fordeler for klinikken og operatøren.

6 Referanser

1. Staxrud F, Tveit AB, Rukke HV, Kopperud SE. Repair of defective composite restorations. A questionnaire study among dentists in the Public Dental Service in Norway. *J Dent.* 2016;52:50-4.
2. Widström E, Linden J. Treatment Provided in the Public Dental Service and by Private Dentists in Finland. *OHDM.* 2018;17(3):1-6.
3. Rawls KACSHR. Phillips' Science of Dental Materials. 12th ed. USA: Saunders; 2012. 592 p.
4. Eda Güler & Emel Karaman. Cuspal deflection and microleakage in pre molar teeth restored with bulk-fill resin-based composites. *Journal of Adhesion Science and Technology.* 2014;28(20):2089-2099. DOI: [10.1080/01694243.2014.945233](https://doi.org/10.1080/01694243.2014.945233)
5. van Dijken JW, Pallesen U. Posterior bulk-filled resin composite restorations: A 5-year randomized controlled clinical study. *J Dent.* 2016;51:29-35.
6. 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(4):303-9.
7. Arbildo-Vega HI, Lapinska B, Panda S, Lamas-Lara C, Khan AS, Lukomska-Szymanska M. Clinical Effectiveness of Bulk-Fill and Conventional Resin Composite Restorations: Systematic Review and Meta-Analysis. *Polymers (Basel).* 2020;12(8).
8. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017;222(5):337-44.
9. Osiewicz MA, Werner A, Roeters FJM, Kleverlaan CJ. Wear of bulk-fill resin composites. *Dent Mater.* 2021.
10. Opdam NJ, Roeters FJ, Feilzer AJ, Smale I. A radiographic and scanning electron microscopic study of approximal margins of Class II resin composite restorations placed in vivo. *J Dent.* 1998;26(4):319-27.

11. Ertl K, Graf A, Watts D, Schedle A. Stickiness of dental resin composite materials to steel, dentin and bonded dentin. *Dent Mater.* 2010;26(1):59-66.
12. Opdam NJ, Roeters JJ, Peters TC, Burgersdijk RC, Kuijs RH. Consistency of resin composites for posterior use. *Dent Mater.* 1996;12(6):350-4.
13. Örtengren U. Kompositmaterial: Internetodontologi; 2017. Tilgjengelig fra: <https://www.internetodontologi.se/cariologi/kompositmaterial/>
14. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(8):993-1000.
15. Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(8):977-85.
16. Ilie N, Stark K. Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. *Clin Oral Investig.* 2015;19(2):271-9.
17. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):227-35.
18. Scientific Manual SDR® Plus Bulk Fill Flowable: Dentsply Sirona 2018 [Tilgjengelig fra: https://assets.dentsplysirona.com/flagship/en/explore/restorative/sdr_flow_plus_eoc_version/SDR-Plus-Scientific-Manual.pdf?web=1&wdLOR=c7A7830AE-442D-D74B-923F-75B976267FFA].
19. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent.* 2013;38(6):618-25.
20. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. *Dent Mater.* 2011;27(4):348-55.
21. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig.* 2014;18(8):1991-2000.

22. Scientific Compendium ceram.x: Dentsply Caulk. Tilgjengelig fra:
<http://www.dentsply.de/bausteine.net/f/9318/SCCeramX130619E.pdf=2?fbclid=IwAR3IFNqThgBUODugWoe3wQ0iDNb6fESJyA6T7SxMu8Q5sTig3X5BFeKbl2M>
23. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater.* 2008;24(11):1501-5.
24. Ferracane JL. Buonocore Lecture. Placing dental composites--a stressful experience. *Oper Dent.* 2008;33(3):247-57.
25. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res.* 1996;75(3):871-8.
26. Milnar F.J., DDS, AAACD. The evolution of direct composites. AEGIS Communications. Tilgjengelig fra:
<https://www.aegisdentalnetwork.com/cced/2011/02/the-evolution-of-direct-composites>
27. van Dijken JW, Pallesen U. A six-year prospective randomized study of a nano-hybrid and a conventional hybrid resin composite in Class II restorations. *Dent Mater.* 2013;29(2):191-8.
28. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011;27(1):17-28.
29. ExciTE Click & Bond: Ivoclar Vivadent, Inc. Tilgjengelig fra:
https://www.ivoclar.com/medias/sys_master/celum-connect2-assets/celum-connect2-assets/h3f/ha4/10371534389278/ExciTE-F-ExciTE-F-DSC.pdf
30. Yousaf A, Aman N, Manzoor MA, Shah JA, Dilrasheed. Postoperative sensitivity of self etch versus total etch adhesive. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2014;24(6):383-6.
31. Reis A, Dourado Loguercio A, Schroeder M, Luque-Martinez I, Masterson D, Cople Maia L. Does the adhesive strategy influence the post-operative sensitivity in adult patients with posterior resin composite restorations?: A systematic review and meta-analysis. *Dent Mater.* 2015;31(9):1052-67.

32. Ueda M, Mine A, De Munck J, Hakogi T, Van Meerbeek B, Kuboki T. The effect of clinical experience on dentine bonding effectiveness: students versus trained dentists. *J Oral Rehabil.* 2010;37(9):653-7.
33. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma).* 2017;8(1):1-17
34. Arandi NZ, Thabet M. Knowledge and attitudes of dentists toward adhesive system selection: A cross-sectional study from Palestine. *J Int Soc Prevent Communit Dent* [internett] 2020 [hentet 6. april 2021] Tilgjengelig fra: <https://www.jispcd.org/text.asp?2020/10/1/107/278083>
35. Van Dijken, JWV & Pallesen, U. Three Year Randomized clinical study and a One-step Universal Adhesive and a Two-step Self-etch Adhesive in Class II Composite Restorations. *J adhes dent* 2017; 19: 287- 294
36. DDS Tagami J. Clearfil SE Bond - the 10th anniversary. Germany: Kuraray Europe GmbH. Tilgjengelig fra: <https://www.kuraraynoritake.eu/pub/media/pdfs/clearfil-se-bond-the-10th-anniversary-en.pdf>
37. Prestige-dental. BISCO product spotlight. USA: BISCO Inc. Tilgjengelig fra: <https://www.prestige-dental.co.uk/app/uploads/2021/06/Bisco-ProductSpotlight2021Pages.pdf>
38. Yazici AR, Kutuk ZB, Ergin E, Karahan S, Antonson SA. Six-year clinical evaluation of bulk-fill and nanofill resin composite restorations. *Clin Oral Investig.* 2022;26(1):417-26.
39. Gerula-Szymanska A, Kaczor K, Lewusz-Butkiewicz K, Nowicka A. Marginal integrity of flowable and packable bulk fill materials used for class II restorations -A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater J.* 2020;39(3):335-44.
40. van Dijken JW, Pallesen U. Eight-year randomized clinical evaluation of Class II nanohybrid resin composite restorations bonded with a one-step self-etch or a two-step etch-and-rinse adhesive. *Clin Oral Investig.* 2015;19(6):1371-9.

41. Dreweck FDS, Burey A, de Oliveira Dreweck M, Loguercio AD, Reis A. Adhesive strategies in cervical lesions: systematic review and a network meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Oral Investig.* 2021;25(5):2495-510.
42. Carvalho AA, Leite MM, Zago JKM, Nunes C, Barata TJE, Freitas GC, et al. Influence of different application protocols of universal adhesive system on the clinical behavior of Class I and II restorations of composite resin - a randomized and double-blind controlled clinical trial. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):252.
43. Scientific Compendium Prime&BondXP: Dentsply Caulk. Tilgjengelig fra: https://www.dentsplysirona.com/content/dam/master/education/documents/upload/P/PrimeBondXP_CompendioScientifico_IT.pdf
44. CLEARFIL SE: KURARAY NORITAKE. Tilgjengelig fra: <https://www.kuraraynoritake.eu/en/clearfil-se-bond>
45. Sadr A, Shimada Y, Tagami J. Effects of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. *Dent Mater.* 2007;23(9):1114-9.
46. Strack F. "Order Effects" in Survey Research: Activation and Information Functions of Preceding Questions. In: Schwarz N., Sudman S. (eds) *Context Effects in Social and Psychological Research.* Springer, New York, NY; 1992. s. 23-34. Tilgjengelig fra: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-2848-6_3
47. Tardem C, Albuquerque EG, Lopes LS, Marins SS, Calazans FS, Poubel LA, et al. Clinical time and postoperative sensitivity after use of bulk-fill (syringe and capsule) vs. incremental filling composites: a randomized clinical trial. *Braz Oral Res.* 2019;33(0):e089.
48. Lietz J, Kozak A, Nienhaus A. Prevalence and occupational risk factors of musculoskeletal diseases and pain among dental professionals in Western countries: A systematic literature review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018;13(12):e0208628.
49. Pejcić N, Petrović V, Marković D, Milčić B, Dimitrijević, II, Perunović N, et al. Assessment of risk factors and preventive measures and their relations to work-related musculoskeletal pain among dentists. *Work.* 2017;57(4):573-93.

50. Kapitan M, Hodacova L, Cermakova E, Machac S, Schmidt J, Pilbauerova N. The Development of Musculoskeletal Disorders during Undergraduate Dentistry Studies-A Long-Term Prospective Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(14).
51. Bellinaso MD, Soares FZM, Rocha RO. Do bulk-fill resins decrease the restorative time in posterior teeth? A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Investig Clin Dent*. 2019;10(4):e12463.
52. Vianna-de-Pinho MG, Rego GF, Vidal ML, Alonso RCB, Schneider LFJ, Cavalcante LM. Clinical Time Required and Internal Adaptation in Cavities restored with Bulk-fill Composites. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(12):1107-11.
53. Mosharrafian S, Heidari A, Rahbar P. Microleakage of Two Bulk Fill and One Conventional Composite in Class II Restorations of Primary Posterior Teeth. *J Dent (Tehran)*. 2017;14(3):123-31.
54. Li X, Pongprueksa P, Van Meerbeek B, De Munck J. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *J Dent*. 2015;43(6):664-72.
55. Ilie N, Schoner C, Bucher K, Hickel R. An in-vitro assessment of the shear bond strength of bulk-fill resin composites to permanent and deciduous teeth. *J Dent*. 2014;42(7):850-5.
56. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res*. 1998;77(6):1435-45.
57. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater*. 2005;21(1):36-42.
58. Karla Mychellyne Costa Oliveira ACRAL, Renzo Alberto Ccahuana-Vásquez, Simonides Consani. Influence of filling techniques on shrinkage stress in dental composite restorations. *Journal of Dental Sciences*. 2013;8(1):53-60.
59. Spectra ST Universal Composite Restorative. Dentsply Sirona. Tilgjengelig fra: https://assets.dentsplysirona.com/flagship/en/explore/restorative/ceramx_spectra_st_h_v_only/RES-%20SpectraST-ITG-EN.pdf

60. Sbaraini A, Carter SM, Evans RW, Blinkhorn A. How do dentists and their teams incorporate evidence about preventive care? An empirical study. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2013;41(5):401-14.
61. Heck K, Manhart J, Hickel R, Diegritz C. Clinical evaluation of the bulk fill composite QuiXfil in molar class I and II cavities: 10-year results of a RCT. *Dent Mater.* 2018;34(6):e138-e47.
62. Lins RBE, Aristilde S, Osorio JH, Cordeiro CMB, Yanikian CRF, Bicalho AA, et al. Biomechanical behaviour of bulk-fill resin composites in class II restorations. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019;98:255-61.
63. Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonca G, Ishikiriama SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180132.
64. Cidreira Boaro LC, Pereira Lopes D, de Souza ASC, Lie Nakano E, Ayala Perez MD, Pfeifer CS, et al. Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin -a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater.* 2019;35(10):e249-e64.
65. Rosa de Lacerda L, Bossardi M, Silveira Mitterhofer WJ, Galbiatti de Carvalho F, Carlo HL, Piva E, et al. New generation bulk-fill resin composites: Effects on mechanical strength and fracture reliability. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019;96:214-8.

7 Appendikser

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
øvelse1	,107	31	,200 [*]	,975	31	,659
øvelse2	,113	31	,200 [*]	,951	31	,170

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Appendiks 1. Test for normalitet

	A	B	C
1	running nr	øvelse 1	øvelse 2
2	1	840	1275
3	2	570	775
4	3	521	592
5	4	1003	1340
6	5	397	800
7	6	1281	1086
8	7	583	752
9	8	896	1014
10	9	757	1073
11	10	625	927
12	11	870	1278
13	12	750	1150
14	13	830	1040
15	14	735	920
16	15	470	790
17	16	939	877
18	17	589	814
19	18	460	1090
20	19	1023	1284
21	20	611	750
22	21	900	900
23	22	486	760
24	23	827	1016
25	24	585	798
26	25	1083	803
27	26	1051	888
28	27	965	1401
29	28	900	1450
30	29	750	980
31	30	690	1067
32	31	921	962

Appendiks 2. Datasett i Microsoft Excel

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	øvelse1 - øvelse2	-217,548	209,215	37,576	-294,289	-140,808	-5,790	30	<,001

Appendiks 3. Student's t-test

