

# #DIGITALEAVTRYKK



**Masteroppgave høsten 2015**

**Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo**

**Skrevet av Eivind Bay Hammer, Mads Øglænd Loose og Dag Halfdan Storm Wergeland**

**Veiledere: Jan Eirik Ellingsen og Henrik Skjerven**

## **Innholdsfortegnelse**

Historie.....	3
Dagens situasjon .....	5
Sammenlikning.....	7
Vår studie .....	10
Materialer og metoder .....	11
Resultater.....	13
Diskusjon.....	14
Konklusjon.....	16
Om fremtiden.....	17
Referanser .....	19

## Historie

Så lenge mennesker har vandret på jorden har man hatt behov for å reparere tenner ødelagt av karies eller traumer, eller å gjenskape tapte tenner med kunstige tannerstatninger. Det har ikke vært mangel på forsøk og kreativitet. Fra tidlige proteser i oldtidens Egypt laget av gulltråd og mennesketenner til Mayakulturens primitive implantater av stein, beinfragmenter og sjøskjell via George Washingtons berømte tannprotese til dagens keramkroner, implantater og akrylproteser. Behovet har økt i takt med tidens gang. Blant annet har sukkerets inntog i det moderne kostholdet vært med på å øke etterspørselen (1). Etter hvert som teknologien har utviklet seg har også kravet til dentale erstatninger økt. Erstatningene skal være naturtro, funksjonelle og umerkelige for pasienten. Dette stiller ikke bare store krav til materialets utseende og form, men også til dets tilpasning i munnen.

Tradisjonelt har man måttet ta avtrykk av tenner og kjever for å kunne lage tannerstatninger på utsiden av munnen. Dette er en prosess som ideelt sett skal gjenskape eller kopiere tenner og kjeve så detaljert som mulig. Etter tidlige forsøk med bivoks på midten av 1700-tallet, tok man på 1800-tallet i bruk gips som avtrykksmateriale. Det var imidlertid først på 1900-tallet at utviklingen skjøt fart (2). Avtrykksmaterialer vi kjenner og bruker i dag, som hydrokolloider i form av alginat, elastomerer som polyeter, addisjon og kondensasjonssilikoner kom alle på markedet i denne perioden. "Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing," CAD/CAM ble utviklet gjennom 1950 og 1960-tallet - først innen militæret. Etter hvert som computerne ble bedre, ble teknologien tatt i bruk innen kommersiell industri som for eksempel bilindustrien i USA. På 1970-tallet ble ideen om digitale avtrykk og digital produksjon til odontologisk bruk først presentert, men det tok enda noen år før det første kommersielle CAD/CAM systemet CEREC ble introdusert av Sirona Dental Systems LLC i 1987. Siden har andre systemer som iTERO, E4D, Lava COS og 3SHAPE kommet til. Det skiller i dag mellom digitale avtrykkssystemer med «chairside» fresere som produserer arbeidene på klinikken mens pasienten venter, og digitale systemer der filene sendes til teknikere for fremstilling av tannerstatninger.



**Førstegenerasjons CEREC-enhet (1987)**



**3shape Trios scannerhåndstykket og datamaskinen med scannersoftware (2014)**

## Dagens situasjon

Digital teknologi er allerede i dag svært utbredt i fremstillingen av protetiske erstatninger, ikke minst når det gjelder fast protetik som single kroner. Også andre bruksområder som konserverende behandling, implantater (både planlegging og avtrykk) og stiftkonuser foreligger (3) (4) (5) (6) (7). Selv om kun et begrenset antall tannleger benytter seg av digital avtrykksteknologi på sine klinikker (anslagsvis 100 scannere og 150-200 aktive "chairside" fresere i Norge<sup>1</sup>), inngår CAD/CAM-prinsipper på de største tanntekniske laboratoriene i store deler av produksjonen av slik protetik. Modeller fra avtrykk som mottas hos tekniker vil rutinemessig digitaliseres ved hjelp av modellscannere<sup>2</sup>. På denne måten kan store deler av tannteknikernes arbeid utføres digitalt, og den protetiske erstatningen fremstilles i en fresemaskin/lasersintrer. Sjikting av keramer er fortsatt en manuell øvelse, men nye monolittiske materialer gjør at kun glansing gjenstår som manuell prosess når disse kronematerialene velges.

Fremstilling av protetiske konstruksjoner som kroner og broer ved bruk av CAD/CAM teknologi krever store og kostbare utstyrsinvesteringer som så langt ikke har medført betydelig reduksjon i pris på disse arbeidene fra tanntekniker. Med større og mer industriell produksjon vil prisen trolig reduseres da denne teknologien fører til redusert behov for manuell arbeidskraft.

I dag koster arbeider produsert ved hjelp av digitale avtrykk enten det samme som eller noe mindre enn tradisjonelle arbeider. Dette avhenger av om det er behov for en fysisk modell eller ikke. Dersom kronen lages uten modell er prisen ofte lavere. Eksempler på kroner som kan lages modellfritt er monolittiske, keramiske kroner som e.max eller zirkonia, i tillegg til temporære kroner. Dersom det må fremstilles en modell fordi det skal legges dekkeram på en kjerne, er prisen vanligvis den samme som ved konvensjonell fremstilling<sup>3</sup>.

Å ta i bruk digital avtrykksteknologi vil for tannlegen innebære en mulighet til større deltakelse i produksjonen og utformingen av protetiske erstatninger. Programvaren til dagens intraorale scannere gir muligheten til å sende tekniker detaljerte spesifikasjoner som plassering av

---

<sup>1</sup> I følge representant fra Plandent

<sup>2</sup> Kilde: Mailrunde til flere store tanntekniske laboratorier

<sup>3</sup> Kilde: Mailrunde til flere store tanntekniske laboratorier

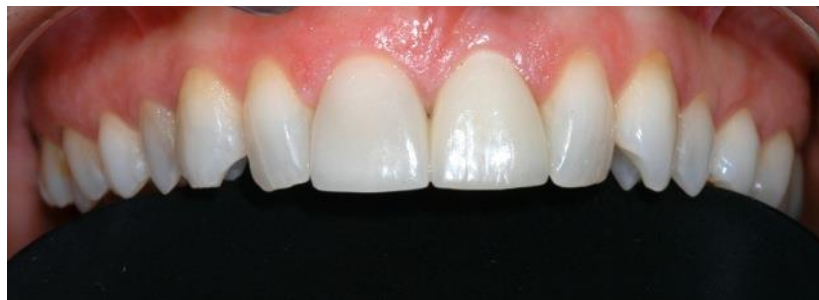
preparasjonsgrense, form etc.<sup>4</sup> Det er også mulig å sende meldinger frem og tilbake mellom tannlege og teknikker i programvaren.

Dersom tannlegen benytter en intraoral scanner vil prepareringen digitaliseres umiddelbart, og ikke ta «omveien» via en fysisk modell. En slik direkte fremgangsmåte har i en studie vist seg å være mer nøyaktig enn den indirekte metoden som ofte brukes i dag (8)

Selv om teknologien som nevnt har vært tilgjengelig i flere tiår, er den fremdeles i startgropa med tanke på antall brukere. Usikkerhet om kvalitet, tvil om økonomisk gevinst, liten grad av digitalisering og sunn skepsis har nok til sammen bidratt til at akselerasjonen har vært lav. I dag kan det se ut til at teknologien har nådd et nivå hvor den er aktuell å inkorporere som en del av den daglige driften på flere klinikker.



**3D-printet modell produsert hos tanntekniker**



**Helkeramisk krone 21 fremstilt ved hjelp av digital avtrykksteknikk**

---

<sup>4</sup> Kilde: 3shape Trios informasjonsmateriale

## Sammenlikning

Selv om digitale avtrykksmetoder er på vei inn, er det fortsatt mange tannleger som benytter konvensjonelle avtrykksmaterialer. Av de vanligste er ulike polyetere og silikoner. Man har etter hvert fått lang klinisk erfaring med å anvende disse materialene, og de fleste erfarne klinikere er vant til å bruke dem. Hvis flere tannleger skal ta i bruk digitale avtrykksteknikker må det innebære at digitale avtrykk kan by på flere klare fordeler i forhold til mer tradisjonelle avtrykksmetoder.

Et problem tannleger kan møte på i hverdagen er mislykkede avtrykk. Eksempler på feilkilder er dårlig tilpasset avtrykkskje, uklar prepareringsgrense, luftblærer, drag i avtrykket, revner og feil ved blanding av avtrykksmasse. I tillegg kommer problemer som kan oppstå hos tanntekniker i prosessen ved tillaging av gipsmodell. Samtlige av disse potensielle feilkildene vil kunne medføre at avtrykksprosessen må gjentas (9). Dette er tidskrevende både for tannlegen som må avsette tid til dette i timeboken, og for pasienten som ofte må ta seg fri fra arbeid for et ekstra besøk hos tannlegen. I tillegg kommer det ekstra ubehaget pasienten utsettes for. I motsetning til konvensjonelle avtrykk, har man ved digitale avtrykk muligheten til å «rescanne» (optimalisere) et mindre område og legge det inn i filen. Dette er blant annet en fordel hvis justeringer må foretas på prepareringer etter at avtrykket er tatt (10). Digitale avtrykk gir tannlegen bedre kontroll under avtrykkstagingen, og man har muligheten til å stoppe opp underveis for å fjerne eventuell blod og saliva før man fortsetter. En annen fordel er at man eliminerer muligheten for at tidligere restaureringer eller løse tenner blir med ut i avtrykket når avtrykksmassen har stivnet.

Bruk av flytende avtrykksmasse ved konvensjonelle avtrykk vil hos noen pasienter kunne fremkalle brekninger. Dette kan gi mislykkede avtrykk og være både skremmende og ubehagelig for pasienten. Digital avtrykkstaging foregår helt uten avtrykksmasse, og en studie på pasientkomfort viste at pasientene foretrakk digitale fremfor konvensjonelle avtrykksmetoder (11). Det må dog nevnes at antallet deltagere i studien var lavt. I samme studie ble det også konkludert med at digitale avtrykk var tidsbesparende og mer effektivt. Andre studier har kommet frem til samme resultat (12), men hvorvidt selve avtrykkstagingen

går raskere avhenger nok mye av tannlegens ferdigheter. Ved konvensjonelle avtrykk vil likevel andre faktorer som prøving av skje, blanding av materiale, eventuelle omtak av avtrykk, desinfeksjon av avtrykk, rensing av avtrykkskje samt pakking og transport kunne spille en rolle for tidsbruken (10). Siden digitale avtrykk sendes elektronisk kan tannteknikeren straks begynne arbeidet etter at filen er overført. Dette gjør prosessen effektiv og man eliminerer faren for at noe skal skje under transport. Elektronisk overføring fremfor annen transport kan også være mer miljøvennlig.

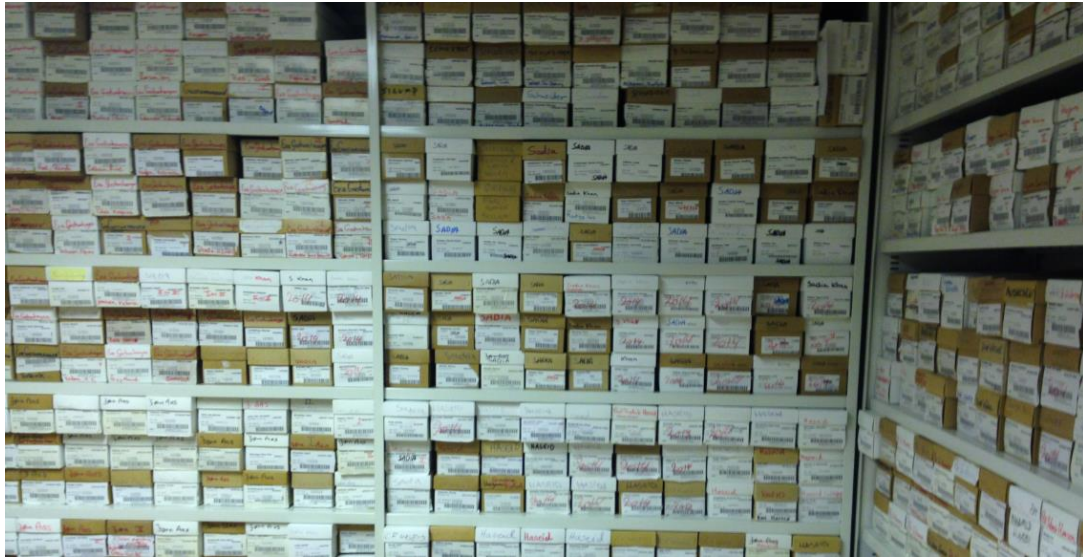
Det er altså mange fordeler med å gå over til et digitalt system, men vi har ikke noe entydig svar på om kvaliteten på det ferdige arbeidet blir bedre ved bruk av digitale avtrykk sammenlignet med konvensjonelle. Det er gjort flere studier hvor man sammenligner tilpasningen på kroner/broer ved bruk av konvensjonelle og digitale avtrykksmetoder. Mange av disse har vist en bedre tilpasning ved bruk av digitale avtrykk (13), (14), (15), (16). En av studiene fant også at digitale avtrykk medfører bedre interproksimalt kontaktområde, men at den okklusale tilpasningen var like god ved begge avtrykksmetodene (13). Andre studier har derimot vist dårligere tilpasning ved bruk av digitale avtrykk (17), (18). Dette viser at det er behov for mer forskning og flere studier før man kan trekke en konklusjon. Siden mange av de studiene som er foretatt er utført på modeller, ville det være ønskelig med flere studier hvor avtrykkene er tatt på humane tenner i munnhulen. Sementspalten til restaureringer produsert med digital avtrykksteknikk er imidlertid vist å være innenfor akseptable rammer, uavhengig av om den er bedre enn spalten ved tradisjonelle avtrykk eller ikke (19).

Selv om digital avtrykksteknikk forenkler prosessen på enkelte områder, påvirkes fremdeles resultatet i negativ retning av faktorer som saliva og munnhulens plassbegrensninger (20).

I henhold til journalforskriften skal gipsmodeller (som er del av journalen) oppbevares i minst ti år. Dette skaper fort plassproblemer dersom man oppbevarer de fysiske modellene. Som følge av dette bryter mange journalforskriften ved å kaste gipsmodeller, eller de tar vare på informasjonen ved hjelp av fotos. Digitale avtrykk er et godt alternativ til bilder av modellene, da disse inneholder mer informasjon og kan brukes til å produsere nye utgaver av modellene om det skulle behøves. Mange tannteknikere scanner som nevnt modeller fra de fleste



konvensjonelle avtrykk, og tannteknikere forfatterne har snakket med har ikke vært fremmede for muligheten til å tilby disse modellfilene til tannlegen for bruk i journalen. Det er altså ikke urimelig å anta at digitale avtrykk kan bli en del av pasientenes journaler i fremtiden slik som digitale røntgenbilder har blitt, etter hvert som tannlegenes programvare tillater det.



**Stort potensiale for plassbesparelse**

I henhold til *Norm for informasjonssikkerhet i helse- og omsorgstjenesten* skal ideelt sett kommunikasjon som inneholder personsensitive opplysninger overføres ved hjelp av krypterte kanaler som Helsenett. I dag foregår mye av overføringen fra programvaren hos tannlege til programvaren hos tanntekniker over «vanlige» internettlinjer hvor avtrykkene identifiseres med et pasientnummer eller liknende<sup>5</sup>. En slik ufullstendig anonymisering kan ikke sies å være optimalt. I følge Helsenett<sup>6</sup> er det ikke begrensninger på hva slags informasjon som kan sendes, så det burde være mulig å forbedre denne praksisen.

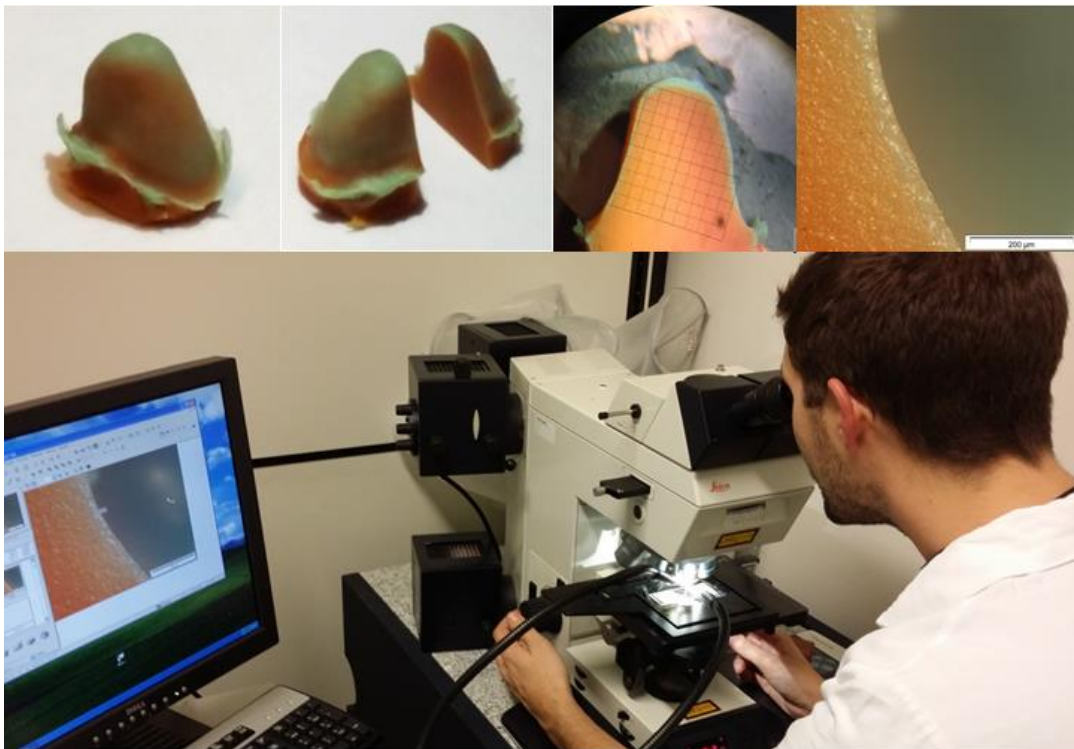
---

<sup>5</sup> Kilde: Samtale med tannteknisk laboratorium

<sup>6</sup> Kilde: Telefonsamtale med representant for Helsenett

## Vår studie

Det er ikke gjort mange studier som kartlegger kvaliteten på restaureringer produsert av uerfarne brukere (som studenter) ved hjelp av digitale avtrykk. Et par studier har funnet at studenter synes digital avtrykksteknikk er enklere å bruke, i tillegg til at avtrykkene produseres raskere (12, 21). Vi ønsket å finne ut om også kvaliteten er akseptabel fra «første scanning.» I tillegg ønsket vi å kartlegge våre egne erfaringer som nybegynnere med et moderne digitalt avtrykkssystem. Før undersøkelsen ble igangsatt, fikk vi en kort innføring (omlag 30 min) i bruk av scanneren. Vi lærte hvordan nye pasienter legges inn i systemet, hvordan starte og avslutte avtrykkstakning og hvordan sende avtrykkene til tekniker. Deretter øvde vi et par ganger hver på en studiemodell. De digitale scanningene ble senere utført på våre egne pasienter uten hjelp fra veiledere eller instruktører.



### Analyse av sementspalten

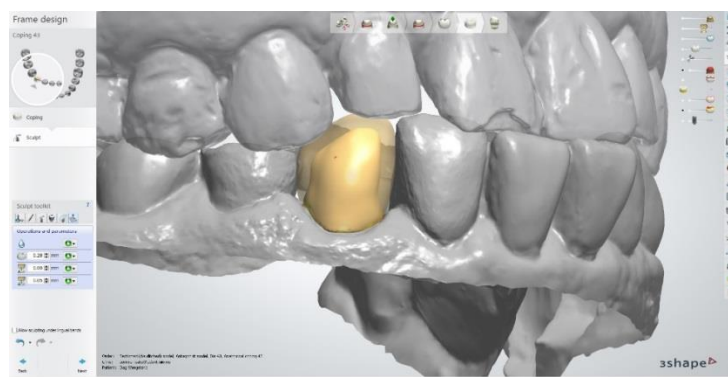
Fra øverst til venstre: Usplittet silikonpilar, mesiodistalt splittet pilar, bukkale fragment under 2,5x forstørrelse, marginal sementspalte under 10x forstørrelse, mikroskoperingslaboratoriet

## Materialer og metoder

13 kroner produsert ved studentklinikken på UiO er undersøkt. Kun single kroner, i ulike materialer. Preparasjonsgrensene til prepareringene som ble scannet befant seg på et nivå hensiktsmessig for intraoral scanning, i flukt med gingiva eller <0,5mm subgingivalt.

Retensjonsoverflaten på prepareringene var minst 4mm høy og en konvergensvinkel på 10-15 grader ble etterstrebet.

Digitale avtrykk av prepareringene ble gjennomført med en 3shape Trios intraoral scanner og sendt til tanntekniker ved Tannlab i Oslo for produksjon.



**Skjerm bilde av en digital modell fra designstadiet hos tanntekniker. Den preparerte pilaren er synlig innenfor den fremtidige kronens foreslåtte utforming**

Kvaliteten på kronene ble evaluert klinisk og visuelt, men også vurdert ut ifra sementspaltens tykkelse. Tamim et al. (2014) oppgir en marginal sementspalte på 50 til 100  $\mu\text{m}$  som gunstig, og det refereres til studier som fraråder marginale sementspalter på over 150  $\mu\text{m}$ . Dette skyldes blant annet risiko for utvasking av sement (19).

Sementspaltens tykkelse ble fastslått ved hjelp av "replika"-teknikk. Teknikken går ut på følgende: Etter evaluering av kronenes marginale tilpasning og vurdering av approximale kontaktpunkter, men før eventuelle nødvendige tilpasninger av kronene, ble kronene fylt med et lavviskøst A-silikonavtrykksmateriale (AFFINIS light body, Coltène) og plassert på preparerte tenner med maksimalt fingertrykk fra det okklusale for å simulere sementering. Etter herding ble kronene med avtrykksmaterialet, som nå adhererte til innsiden av kronene, fjernet.

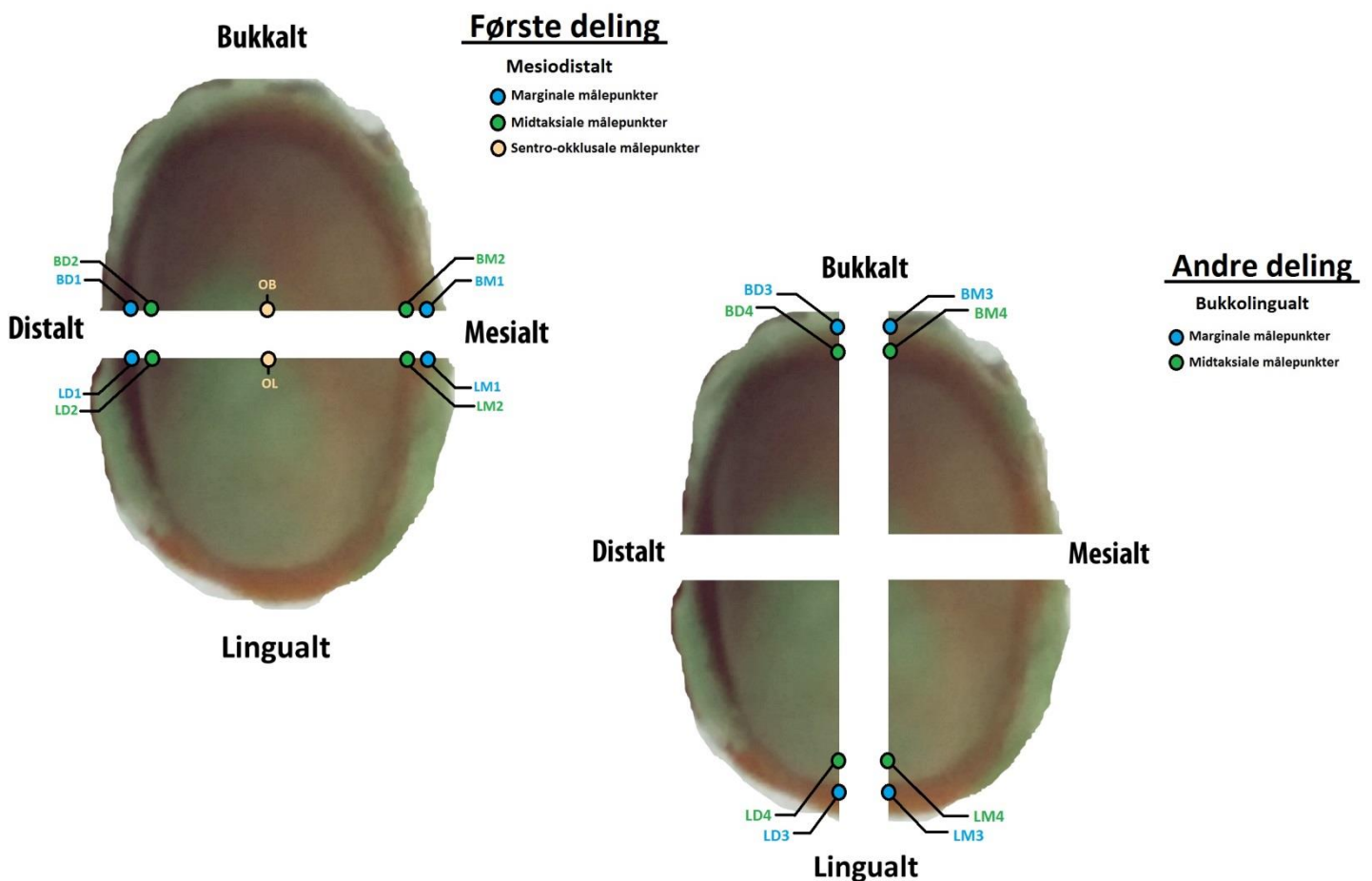
Mengden av a-silikonavtrykksmateriale i kronen representerte overskuddet av plass mellom preparert tann og krone, altså forventet sementspalte. Materialet ble deretter stabilisert av et silikonmateriale med høyere viskositet (AFFINIS heavy body, Coltène) i en annen farge som simulerte den preparerte tannen. Det høyviskøse avtrykksmaterialet ble fylt i kronene og adhererte til det lavviskøse materialet. Etter herding ble begge materialene fjernet fra kronene (19).

Avtrykkene fra kronene ble delt i fire med to kutt, ett i mesiodistal og ett i bukkolingual retning, før sementspaltens tykkelse ble analysert i konfokalt mikroskop med en ekstern lyskilde under 10x forstørrelse.

Den simulerte sementspalten ble målt i tre ulike soner: Marginalt, midtaksialt og sentrookklusalt. Totalt ble sementspalten målt ved 18 punkter per krone. 234 punkter totalt.

Innsamlede data ble analysert i SPSS software versjon 22.0.0.1. Data fra de ulike sonene ble sammenliknet ved hjelp av parett t-test. P-verdier < .05 ble sett på som signifikante.

Skjematisk fremstilling av delingsprosessen:



## Resultater

Alle de ferdige kronene ble ved prøving i pasientenes munn vurdert til å være tilfredsstillende med hensyn til både marginal tilpasning, farge, form og funksjon. Av 13 kroner måtte fire (30%) justeres noe okklusalt og én i en approximalkontakt.

Marginalt fant vi en gjennomsnittstykkelse på 48  $\mu\text{m}$ . Medianen var 40  $\mu\text{m}$  (SD: 28).

Midtaksialt var gjennomsnittstykkelsen 89  $\mu\text{m}$  og medianen 81  $\mu\text{m}$  (SD: 45).

Sentrookklusalt var gjennomsnittstykkelsen 139  $\mu\text{m}$  og medianen 80  $\mu\text{m}$  (SD: 135).

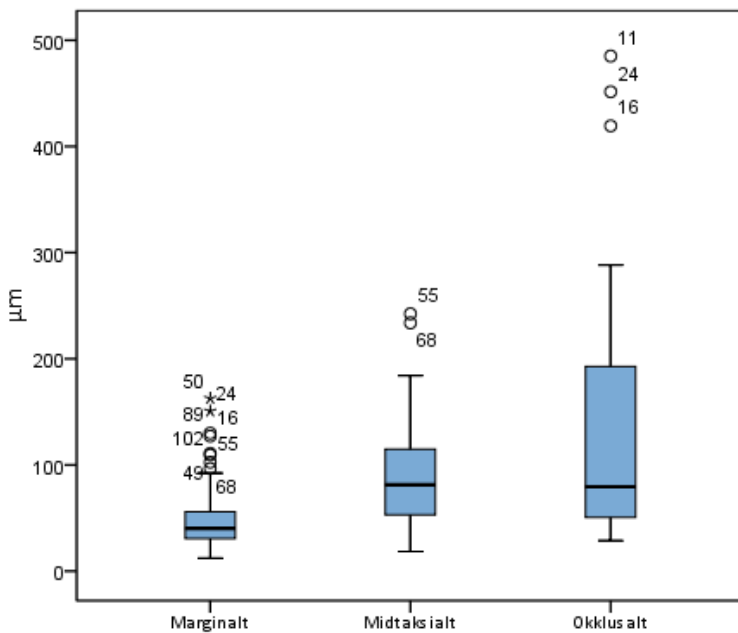


Fig. 1: Sammenlikning av sementspalten ved de tre ulike sonene

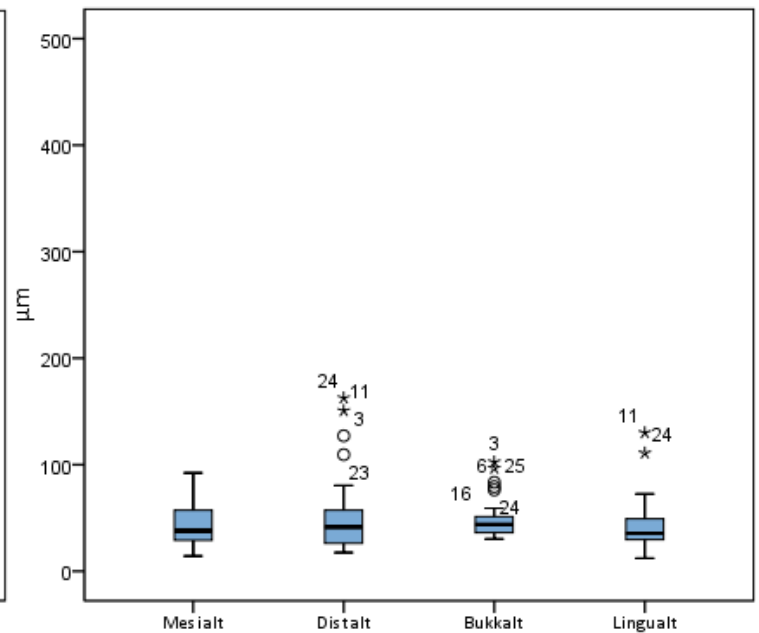


Fig 2: Sammenlikning av tennenes flater med tanke på marginal spaltetykkelse

## Diskusjon

Våre funn er forenelige med funn i tilsvarende tidligere studier. Tamim et al. fant liknende verdier for sementspalter – gjennomsnittlig 46 µm marginal gjennomsnittstykkelse (19). Deres resultater var også tilsvarende eller bedre enn tidligere studier.

Det er vanlig i produksjon av tradisjonell fast protetik som at tannteknikere benytter en «spacer.» Spaceren pensles på gipsmodellen hvor kronen fremstilles for å lage plass på innsiden av kronen for sement. Uten en slik utsparring kan ikke kronen sementeres riktig på pilaren (22). Når kroner produseres digitalt finnes det ingen gipsmodell å pensle «spacer» på. Derfor tar programvaren høyde for at det skal være plass til sement mellom krone og pilar. Denne «digitale spaceren» plasseres i likhet med tradisjonell spacer okklusalt og aksialt, ned til 0,5-1 mm fra preparasjonsgrensen (19). Dette forklarer at vi finner signifikant tykkere sementspalte okklusalt og midtaksialt sammenliknet med marginalt.

En mulig årsak til at våre målinger viser gjennomsnittlig større spaltetykkelse okklusalt enn midtaksialt, ligger i selve utfresningsprosessen hos tanntekniker. Okklusalflaten av pilarene har ofte flere kurver og høydeforskjeller enn sideflatene. Det er bor som freser ut innsiden av digitalt fremstilte kroner, og størrelsen på disse borene (fra 2mm ned til 0,6mm i diameter) gjør at programvaren kompenserer for markerte kanter og liknende ved å etterlate en noe større sementspalte enkelte steder<sup>7</sup>.

Vi finner ikke signifikante forskjeller mellom de ulike flatene med tanke på marginal spaltetykkelse (Fig 2).

Vår studie er begrenset i omfang og kriterier, og er derfor utsatt for flere mulige usikkerhetsmomenter. Et relativt lavt antall kroner er undersøkt, fra et enda lavere antall pasienter. Det er produsert ulike typer kroner, av tre ulike operatører ulike steder i pasientenes munn. I tillegg er replika-teknikken og målingen av sementspaltene utsatt for usikkerhet. Likevel gir resultatene en indikasjon på kvaliteten til restaurasjoner produsert med digitale avtrykk av studenter med minimal opplæring.

---

<sup>7</sup> Kilde: Samtale med tannteknisk laboratorium

Personlige erfaringer med systemet har i hovedsak vært positive. Vi oppfattet teknologien som intuitiv å benytte etter kun minimal opplæring. Den er responsiv, effektiv og tilfredsstillende å bruke. Som ved alle odontologiske prosedyrer er man likevel heller ikke her ekspert fra første forsøk. Vi merket en forbedring i hastighet og effektivitet når bevegelsene ble mer innprentet i muskelminnet, og når maskinens oppførsel var kjent fra tidligere. Det gikk imidlertid veldig raskt å nå et effektivt nivå med tanke på tidsbruk. Sammenliknet med tradisjonelle avtrykk, oppleves digitale avtrykk mer tilgivende i læringsprosessen, i og med at mangler i avtrykket ikke fører til at hele arbeidet forkastes. Man kan simpelthen scanne det aktuelle området på nytt.

En begrensning ved digital avtrykkstakning vi har fått erfare er kravet om supragingival eller minimalt subgingival preparasjonsgrense. Dette måtte vi ta hensyn til i valget av aktuelle pasienter, da enkelte kroneprepareringer har en kantavslutning som ligger så langt subgingivalt at bruk av tradisjonelle avtrykksmaterialer er nødvendig.

I en læringssituasjon er den digitale modellen av preparert tann et nyttig hjelpemiddel. Den store forstørrelsen og det høye detaljnivået gjør det mulig å se den minste kontur i preparasjonene, og formen på preparert pilar fremstår dermed mye klarere enn ved bruk av det blotte øye. Den forstørrede 3D-modellen gjør det lett for student og instruktørtannlege å vise hvor på preparasjonen eventuelle justeringer bør foretas.

Pasientene har for det meste vært positive til opplevelsen. Dette støtter opp om tidligere nevnte studier på pasientkomfort (11, 12). En av pasientene reagerte imidlertid på scannerhodets størrelse. Selv om fabrikantene reklamerer med at scannerhodet kan brukes i barnemunn, er dette et designområde hvor det etter vår erfaring fortsatt er rom for forbedring. Dette er også noe fabrikantene virker å være klare over, da nyeste versjon av den skanneren vi benyttet (3shape Trios) er signifikant mindre enn den vi har brukt.

## Konklusjon

Våre undersøkelser tyder på at digital avtrykksteknologi i dag har en nøyaktighet og anvendelighet som ligger på et slikt nivå at uerfarne operatører med begrenset opplæring kan produsere tilfredsstillende restaureringer fra begynnelsen av.

Basert på erfaringen vi har tilegnet oss gjennom denne studien oppfatter vi digitale avtrykk som en spennende og anvendelig teknologi, som i flere tilfeller vil kunne erstatte tradisjonelle avtrykk. Imidlertid ser vi fortsatt behovet for tradisjonelle avtrykksmaterialer, og et behov for forbedring med tanke på integrasjon av digitale avtrykksfiler i elektroniske journalsystemer og overføring av disse mellom tannlege og tanntekniker.



## Om fremtiden

Digitale avtrykk tilbyr mange fordeler som med tiden kanskje kan vise seg å utkonkurrere konvensjonelle metoder på mange områder. Produksjon og pris på datateknologi blir stadig gunstigere, en trend som kan påvirke tilgjengeligheten for digitale avtrykkssystemer.

Det er alltid vanskelig å spå fremtiden. Ser vi på de fremskrittene som allerede er gjort, kan vi få et inntrykk av hva vi kan forvente oss. Problemstillinger ved teknologien som fortsatt er aktuelle er blant annet pris, opplæring, produksjonsinfrastruktur og integrasjon i journalsystemer.

I begrepet pris ligger ikke bare spørsmålet om anskaffelseskostnad, men også om hvor store kostnadsbesparelser systemet kan tilby. Etterhvert som nye systemer kommer på markedet har vi sett et fokus på å øke indikasjonsområdene. Jo flere roller et slikt system kan fylle i den kliniske hverdagen, desto enklere blir det å forsvare den relativt høye anskaffelseskostnaden.

Når det gjelder opplæring i bruk av systemene, handler dette både om hvor enkel teknologien er å bruke, men også om den allmennekunnskap fremtidens tannleger innehar om teknologi. Som vi har demonstrert i denne oppgaven er det mulig å benytte slike systemer med en meget begrenset opplæringstid. Fremtidens tannleger som vokser opp med alle mulige former for digitale teknologier vil svært sannsynlig ha en stor fordel når det gjelder å tilegne seg kunnskap om bruk av digital avtrykksteknologi.

Med tanke på produksjon og infrastruktur kan vi forvente at et økende antall tanntekniske laboratorier vil tilby produksjon for de ulike systemene. Flere tannteknikere benytter seg allerede i dag utelukkende av digital produksjon til noen arbeider, og det er ingen grunn til å tro at denne trenden vil snu. Mulighet for enklere og mer kostnadseffektiv "chairside" produksjon, hvor arbeider blir fremstilt hos behandler, er også et område som i fremtiden vil gjøre bruk av digitale avtrykk stadig mer lukrativt.

Problematikken med lagring og overføring av personsensitive data er et område hvor fremtiden kan bringe nye løsninger. Norsk lovgivning setter strenge krav til kryptering og sikring av slike data. Dette både kan og bør bli en mer sømløs prosess. Integrasjon av ny software i dentale journalprogrammer vil kunne gjøre det mulig for tannlegen å benytte seg av data scanningsystemet har innhentet uten å kompromittere sikkerhet.

En ting er sikkert; de digitale avtrykkssystemene vil bare bli bedre i fremtiden, parallelt med utviklingen av datateknologi. Når det gjelder problematikken rundt scanning av subgingivale preparasjoner er det fortsatt usikkert hva vi kan forvente, men også her forskes det på nye løsninger som blant annet tar i bruk ultralyd eller infrarødt lys for å skille tannstruktur fra bein og bløtvev (Optical Coherence Tomography)(23). Mange fremskritt vil komme innenfor dette området, så det er det kanskje lurt å ikke kaste alle de gamle avtrykksskjeene riktig enda.

## Referanser

1. Suddick RP, Harris NO. Historical perspectives of oral biology: a series. *Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists*. 1990;1(2):135-51.
2. Murray MD, Darvell BW. The evolution of the complete denture base. *Theories of complete denture retention--a review. Part 1. Australian dental journal*. 1993;38(3):216-9.
3. Ramsey CD, Ritter RG. Utilization of digital technologies for fabrication of definitive implant-supported restorations. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]*. 2012;24(5):299-308.
4. Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2010;141 Suppl 2:20s-4s.
5. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS one*. 2012;7(8):e43312.
6. Stoetzer M, Wagner ME, Wenzel D, Lindhorst D, Gellrich NC, von See C. Nonradiological method for 3-dimensional implant position assessment using an intraoral scan: new method for postoperative implant control. *Implant dentistry*. 2014;23(5):612-6.
7. Chen Z, Li Y, Deng X, Wang X. A novel computer-aided method to fabricate a custom one-piece glass fiber dowel-and-core based on digitized impression and crown preparation data. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*. 2014;23(4):276-83.
8. Guth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clinical oral investigations*. 2013;17(4):1201-8.
9. Stig Karlsson KN, Björn L. Dahl A textbook of Fixed Prosthodontics : the scandinavian approach. 2000.
10. Kugel G. Impression-taking: conventional methods remain steadfast as digital technology progresses. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ : 1995)*. 2014;35(3):202-3.
11. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC oral health*. 2014;14:10.
12. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clinical oral implants research*. 2013;24(1):111-5.
13. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of dentistry*. 2010;38(7):553-9.
14. Svanborg P, Skjerven H, Carlsson P, Eliasson A. Marginal and internal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses generated from digital and conventional impressions. 2014;2014:534382.
15. Ng J, Ruse D, Wyatt C. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014;112(3):555-60.
16. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araujo E, Stimmelmayer M, Vieira LC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clinical oral investigations*. 2014;18(2):515-23.
17. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry I, Thomas GW, et al. 3D and 2D Marginal Fit of Pressed and CAD/CAM Lithium Disilicate Crowns Made from Digital and Conventional Impressions. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*. 2014.

18. An S, Kim S, Choi H, Lee JH, Moon HS. Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014.
19. Tamim H, Skjerven H, Ekfeldt A, Ronold HJ. Clinical evaluation of CAD/CAM metal-ceramic posterior crowns fabricated from intraoral digital impressions. *The International journal of prosthodontics*. 2014;27(4):331-7.
20. Flugge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2013;144(3):471-8.
21. Lee SJ, Macarthur Rxt, Gallucci GO. An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2013;110(5):420-3.
22. Mously HA, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD/CAM technology and the heat-press technique. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014;112(2):249-56.
23. Kachalia PR, Geissberger MJ. Dentistry a la carte: in-office CAD/CAM technology. *Journal of the California Dental Association*. 2010;38(5):323-30.