

Dentale avtrykk i et historisk perspektiv



Av:

Ingunn Birkeland kull V-2010

Veileder. Hans Jacob Rønold

Avtrykkstaging av tann/tenner og kjever er svært viktig innenfor mange fagfelt i odontologien. Avtrykkene er negative kopier av de orale bløte og hårdvevene. Disse brukes for å lage positive kopier i form av modeller som kan brukes til behandlingsplanlegging eller f.eks. ved framstilling av indirekte restaureringer som kroner og broer. Materialene som velges avhenger av hva avtrykket skal brukes til, samt klinikerens personlige preferanser. De positive kopiene kan i dag framstilles som modeller (ofte i gips) eller digitalt avhengig av hvilken avtrykksmetode operatøren bruker. Avtrykkene kan tas ved konvensjonelle metoder der man bruker ulike typer avtrykksmasser. En nyere metode er bruken av digitale avtrykk hvor man bruker en intraoral skanner.

Teksten på de påfølgende sidene er et litteraturstudium og gir en historisk framstilling av avtrykkstaging innenfor odontologien fram til i dag. Det blir gitt en oversikt over ulike typer konvensjonelle avtrykksmaterialer samt en fremstilling av bruken av digitale avtrykk og ulike digitale avtrykkssystemer. Etter dette vil konvensjonelle og digitale avtrykkmetoder sammenlignes.

Utviklingen av dentale avtrykk

Når man i eldre tider skulle lage helproteser observerte man formen på kjevene og hulte ut materialet man skulle bruke tilsvarende dette området. Denne måten å framstille proteser på gjorde at det var vanskelig å få til en god tilpasning av protesematerialet mot vevet. Den tyske militærlegen Gottfreid Purman er den som tidligst beskrev prinsippet med å lage en eller annen representasjon av munnen i forbindelse med dentale proteser. I hans verk «Wundarznei» i 1684 skisserer han dette og nevner voks som materiale.

Det skal likevel gå nesten 100 år før Philip Pfaff, tannlegen til Fredrik den store (Kongen av Prussia) utvikler ideen om voks som *avtrykksmateriale*. Dette kan man lese om i hans nedtegninger utgitt i 1756. Her kommer han med ideen om et material som skal være passe plastisk og ha tilstrekkelig rask stivningstid for å opprettholde formen etter fjerning fra munnen. Materialet skal registrere detaljene i munnen ved at det kom i tett kontakt med vevet. Etter fjerning fra munnen skal det være enkelt å lage en positiv kopi av kjevene. Pfaff beskriver videre hvordan avtrykket ble tatt i to seksjoner som siden ble smeltet sammen uten noen form for avtrykksskje. Voksen som ble brukt til avtrykket var bievoks. (1)

Etter Pfaff's introduksjon av voks som avtrykksmateriale, ble det utviklet stadig flere materialer til dette bruksområdet innenfor odontologien. Gips ble for første gang brukt som avtrykksmaterial i 1844. To typer komposisjonsmasser ble utviklet og introdusert; et av Charles Stens av England i 1857 det andre av S.S White i 1874.(2) Siden ble reversible hydrokolloider presentert som avtrykksmaterial i 1925, (3) hvor hovedingrediensen i var agar. Materialet ble først brukt til å ta avtrykk av ansikter for siden å lage gipsavstøpninger, men etterhvert ble det introdusert til odontologien. (4) Videre ble sink oksid avtrykkspastaer introdusert i 1933 (1) og irreversible hydrokolloider i form av alginat kom på markedet i 1943 (5). I 1953 blir vi for første gang introdusert til de elastomere avtrykksmaterialene i form av polysulfid. Etter dette har vi blitt presentert for flere elastomere avtrykksmaterialer med polyeter, introdusert i 1965, (3) samt kondensasjonssilikon og addisjonssilikon som kom på markedet på 1970-tallet. (4) Akkurat når man tok i bruk avtrykksskjeer er noe usikkert, men engelske tannleger beskrev bruken av dette på begynnelsen av 1900-tallet (1)

På 1970-tallet hadde man innenfor odontologien blitt presentert for mange ulike konvensjonelle avtrykksmaterialer, og hos noen ble det nå sådd en ide om at avtrykkstaging kunne gjøres digitalt.

CAD/CAM teknologien hadde sin opprinnelse på 1950-tallet. Teknologien ble siden videreutviklet, men ble ikke introdusert til odontologisk bruk før i 1973 i Lyon da Dr. Francois Duret la fram sin avhandling om «Optiske avtrykk» (Empreinte Optique). Etter dette utviklet han en CAD/CAM-enhet som han tok patent på og brakte med seg til møte i Chicago i 1989, hvor han foran deltakerne på møte framstilte en krone på 4 timer. (6)

Dr. Duret var ikke alene om å utvikle CAD/CAM teknologien innen for odontologien. På Universitetet i Zurich tidlig på 1980-tallet hadde Dr Mörman fattet interesse for å restaurere posteriore tenner med tannfarget materiale. Datidens kompositt kunne ikke brukes direkte på grunn av polymerisasjonskrymping og Dr. Mörman utviklet derfor et klinisk konsept som omhandlet å bonde keramiske inlays i tannfarget materiale. Han var også interessert i at tannlegen skulle kunne produsere inlay'et raskt mens pasienten satt i stolen. Dr. Mörman fikk hjelp av sin venn, en elektrisk ingeniør ved navn Marco Brandestini, og på 1980-tallet utviklet de en CAM/CAM enhet som kunne fremstille restaureringen på et enkelt besøk. Navnet på CAD/CAM-enheten ble døpt CEREC og den første behandlingen med enheten i bruk fant sted i 1985 på Universitetet i Zurich. (7) CEREC ble introdusert i 1987 av Sirona Dental systems LLC og var det første kommersielle CAD/CAM systemet for fremstilling av dentale restaureringer. (6)

Sirona videreutviklet CEREC de påfølgende årene bl.a. med å få den til å produsere flere restaureringstyper og utvikle softwaren fra 2D til 3D. (7). Likevel var det liten signifikant konkurranse fra andre produsenter før på begynnelsen av 2000-tallet. Nå fikk man en dramatisk utvikling og innovasjon av digitale avtrykkssystemer og CAD/CAM enheter (8) med systemer som iTero (2007), E4D (2008) og Lava COS (2008) (6) og siden flere.



Figur 1 illustrerer en oversikt over utvikling av avtrykksmaterialer og digitale avtrykkssystemer.

De konvensjonelle avtrykksmaterialene

Krav til et avtrykksmaterial

Opp gjennom historien er det, som tidligere nevnt, utviklet mange typer avtrykksmaterial til bruk innenfor odontologien. Selv om avtrykksmaterialene som finnes i dag er forskjellige med hensyn på innhold og bruksområde er det noen generelle krav man kan stille til disse: (9)

- 1) Materialet skal ha adekvat «shelf-life»¹
- 2) Avtrykksmaterialet skal være lett å avpasse og blande og dens bruk skal ikke kreve omfattende utstyr.
- 3) Materialet skal være fritt for ethvert giftig eller irriterende material, ubehagelig lukt eller smak.
- 4) Materialet skal ha adekvat arbeidstid².
- 5) Materialet skal stivne innen en fornuftig tid.³
- 6) Det skal ha adekvat elastisitet⁴ og styrke
- 7) Etter fjerning fra munnen skal materialet være dimensjonsstabil.⁵
- 8) Det skal ikke generere noen biprodukter fra stivningsreaksjonen
- 9) Det skal være kompatibelt med modellen og modellmaterialene.
- 10) Det skal være mulig å desinfisere lett uten tap av egenskaper.
- 11) Det skal ha en fornuftig pris.

Det er ikke et enkelt avtrykksmateriale som oppfyller alle disse kravene. Da avtrykksmaterialene har ulike egenskaper har de dermed forskjellige fordeler og ulemper og brukes derfor til ulike formål.

¹ «**Shelf life**»: At materialer som er riktig satt sammen ikke vil forringesi tuber eller beholdere før utløpsdato om de lagres i et tørt og kaldt miljø.

² **Arbeidstid**: Begynner ved blanding og slutter rett før de elastiske egenskapene har utviklet seg (10)

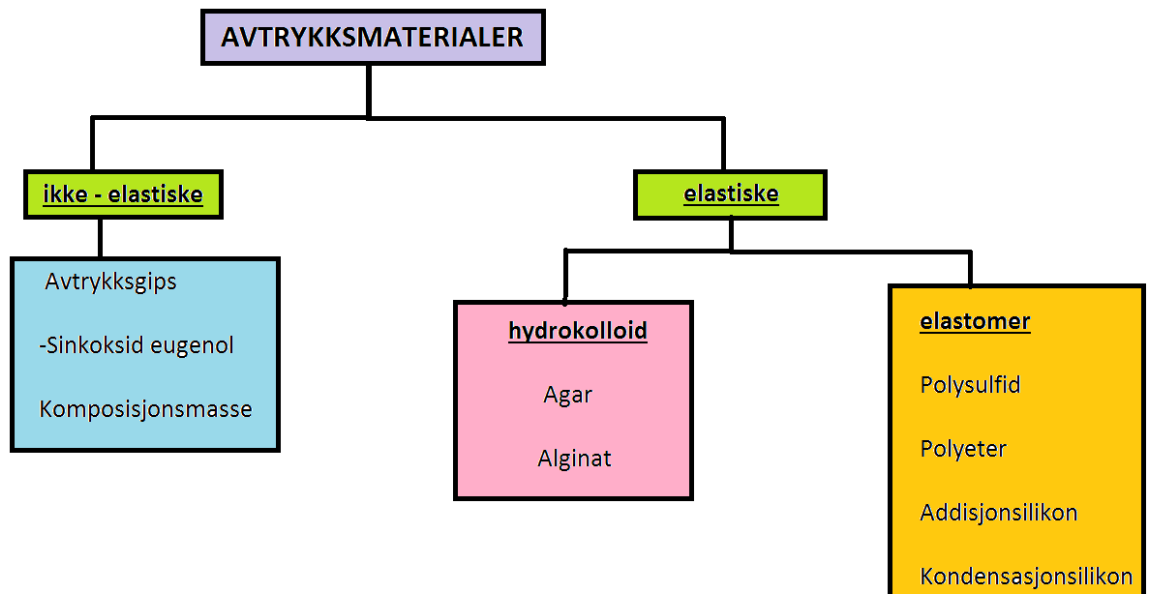
³ **Stivningstid**: **Stivningstiden** er tiden som har gått fra man begynte å blande til stivningsprosessen har gått så langt at man kan fjerne avtrykket fra munnen uten at det forvrenges. (10)

⁴ **Elastisitet**: Materialet er fleksibelt; det vil kunne gjenoppta sin originale form etter at det har blitt deformert om man fjerner belastningen. (10)

⁵ **Dimensjon stabilitet**: Mangel på dimensjonsforandringer hos materialet over tid (10)

Inndeling av avtrykksmaterialer

Det finnes flere måter å klassifisere materialene på, en av disse er å inndele dem etter deres mekaniske egenskaper: (Figur 1)



Figur 1: Inndeling av avtrykksmaterilene etter mekaniske egenskaper; elastisk og ikke-elastisk (3) (10) (11)

Ikke elastiske avtrykksmaterialer

Avtrykkgips:

Består av β -kalsium sulfat hemidrate. (10) brukes med en vann/pulver ratio på 0.5 – 0.6 Da det er svært flytende er det egnet til å lage avtrykk av bløvev uten at det blir komprimert. Da det er stivt har man foreslått at det kan brukes til å lage midlertidige avtrykk som kan brukes til å produsere implantatstøttede proteser. (10)

Ble brukt primært for helproteseavtrykk med to store fordeler stivhet og dimensjonsstabilitet. Avtrykkgips er i dag mer av historisk interesse (9)



Bilde 1: Avtrykk med avtrykkgips

Avtrykksmasse:

Et av de eldste avtrykksmaterialene som fortsatt brukes (9). Termoplastisk material. Det er to typer, hvor det ene brukes til å lage avtrykk i munnhulen, (er lower-fusing), mens det andre brukes for å fremstille skjeer som brukes intraoralt, såkalt skjemasse. (high-fusing.) Et avtrykk av bløtvev tas med skjemasse. Et annet bruksområde for massen er å bruke den under formgivning av grensene når man tilpasser en individuell akrylskje. (10)

Komposisjonsmasser består generelt av en blanding av voks, termoplastiske resiner, filler. (9) (10) Materialene må varmes opp før de oppnår den plastiske tilstanden som trengs for å lage avtrykket. (10)



Bilde 2: Avtrykk av tannløs kjeve med avtrykksmasse

Sink oksideugenol avtrykkspasta.

Består av to tuber den ene med sinkoksid og vegetabilisk eller mineral olje. Den andre med eugenol og rosin. Sinkoksid og eugenol reaksjon vil føre til en relativt hard masse. Da stivningsreaksjonen er ionisk krever den at man har et ionisk medium. Materialet har bruksområder som blant annet innbefatter bruk til avtrykksmaterial for tannløse kjever og bittregistrering. En ulempe med materialet er en brennende følelse forårsaket av eugenol når det lekker ut og kommer i kontakt med bløtvev. (10)

De ikke-elastiske materialene har høy mostand mot bøying men vil kunne frakturere når de deformerer. (10) Det er nødvendig at avtrykksmaterialene er fleksible etter at de stivner for at de skal kunne lage avtrykk i en tannbærende munn, da disse kan fjernes fra områder med undersnitt samt inter- proksimalt uten at de vil permanent deformerer eller rives. (9) Bruken av de elastiske avtrykksmaterielene på grunn av dette mer utbredt (3). Derfor vil disse materialene beskrives mer detaljert.



Bilde 3: Avtrykk tatt med sinkoksid eugenol

Elastiske avtrykksmaterialer

De elastiske avtrykksmaterialene kan videre deles inn i *hydrokolloider* og *elastomerer*. (11)

Hydrokolloider

Et kolloid er et lim-lignende materiale som inneholder to eller flere substanser hvor den ene substansen ikke løses opp, men suspenderes inni en annen substans; Den har minst to faser, en væskefase som kalles «sol» og en semi-stiv fase som kalles «gel». Er kolloidet vannbasert kalles det et *hydrokolloid*. (3) Hydrokolloidene er hydrofile, man kan derfor ta avtrykk selv om det er fukt til stede i det aktuelle området. Alginat og Agar er avtrykksmaterialene som utgjør hydrokolloidene.

Alginat

Det mest anvendte avtrykksmaterialet i dag (3) (9) (11). Materialet er utledet fra sjøgress og består hovedsakelig av natrium eller kalium alginat (15-20 %) og kalsium sulfat dihydrat (14-20 %), i tillegg til «diatomaceous earth (55-60 %) som er en filler for å øke tykkelse og styrken på materialet. Materialet er irreversibelt og vil, når det stivner under en kjemisk prosess, forvandles til en «gel» som gjør at den ikke kan omdannes tilbake til sin opprinnelige form (3). Fordelen med alginat er at det er billig og har høy nok grad av nøyaktighet for mange prosedyrer i odontologien (3)(9).

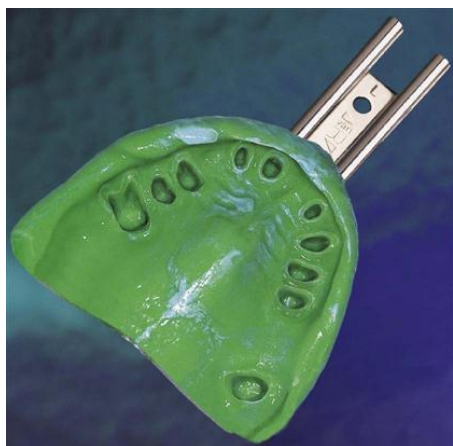
Materialet brukes bl.a. for å lage avtrykk til studiemodeller, ved framstilling av delproteser samt reparasjoner av del- eller hel-proteser og provisorierestaureringer. Alginat vil ikke kunne brukes til inlay, onlays, krone og broprepareringer da det ikke har høy nok grad av nøyaktighet. I tillegg er det dimensjonsustabilt. (9)



Bilde 4: Alginatavtrykk

Agar

Avtrykksmaterialet er utledet av et ekstrakt fra sjøgress som kalles agar-agar og består hovedsakelig av 12-15 % agar og 85 % vann, samt små mengder av kaliumsulfat, borax og Alkylbenzoate. Agar vil være reversibelt da det stivner ved en termisk induisert reaksjon(5) Materialet omdannes fra «gel» til væskeform ved at man tilfører varme og den reverseres tilbake til «gel» stadiet ved avkjøling (9) (10). Hovedfordelen med materialet er at det har høy overflatedetaljgengivelse, samt at det er billig. Likevel brukes det lite da det krever dyrt utstyr med spesielle avtrykksskjeer og vannbad. (3) (9) Agar er i tillegg dimensjonsstabil og må slås opp med en gang etter at avtrykket er tatt (3). På laboratoriet er materialet fortsatt en del brukt for å lage duplikater av modeller. (9)



Bilde 5: Avtrykk i Agar



Bilde 6: Beholder med 3 vannbad brukes for å forberede materialet ved avtrykkstaging i Agar.

Elastomerer

Elastomerer er en gruppe syntetiske polymer-baserte avtrykksmaterialer som under stivningsprosessen vil danne kryssbindinger ved en kjemisk reaksjon. Ved at det skjer en kjemisk reaksjon kan ikke materialet gå tilbake til sin opprinnelige form etter at det har stivnet og elastomerene har derfor en irreversibel stivningsmekanisme. (10) Polyeter, addisjonsilikon, kondensasjonsilikon og polysulfid utgjør de elastomere avtrykksmaterialene som brukes innenfor odontologien. Materialene er svært nøyaktige og har lignende

kvaliteter som gummi. (3) Materialene levers som to komponenter: En base «paste» og en katalysator «paste» (eller væske) hvor disse kan ha flere ulike konsistenser. De to komponentene blandes sammen før man tar avtrykket.(10) Da polymerne ikke er vannbaserte er de ikke like sensitive som hydrokolloidene til krymping eller svelling. Elastomerene vil ikke feste seg godt til skjeen og krever derfor bruk av en adhesiv. (3)

Polysulfid

Den eldste av elastomerene. Basen inneholder for det meste en polymer med reaktive merkaptangrupper (-SH-) samt forsterkende substanser. Ved blanding av base og katalysator får man en polymerisasjonsreaksjon med vann som biprodukt. Materialet kan da få noe grad av forvrengning. Polysulfid har moderat dimensjonsstabilitet og høy rivestyrke, samt at avtrykket gjengir høy grad av overflatedetaljer.

Polysulfider kan fåes i «light», «regular» og «heavy» viskositet. Polysulfider har en ubehagelig lukt er vanskelig å jobbe med og krever lang stivningstid, og pga dette foretrekkes gjerne andre elastomerer(3)



Bilde 7: avtrykk i polysulfid

Kondensasjonsilikon

Utviklet som et alternativ til polysulfid. Basen er en silikon med lav molekylær vekt som kalles dimetylsiloxane. Fillerer tilsettes for å gi stivhet til materialet. Katalysatoren inneholder «Stannous octoate» + alkyl silikat. Ved blanding av base og katalysator får man en kondensasjonsreaksjon med etanol som biprodukt, dette gjør at materialet er noe dimensjonsstabil.

Materialet har egenskaper som kort arbeids- og stivningstid samt at det er enkelt og bland og har en behagelig lukt og smak. Den kommer ulike typer viskositeter: «light», medium eller «heavy», i tillegg til «putty». Har i store grad blitt erstattet av addisjonsilikon. (3) Relevans til bruk i dag kan være som «fit-checker» ved prøving av kroner.

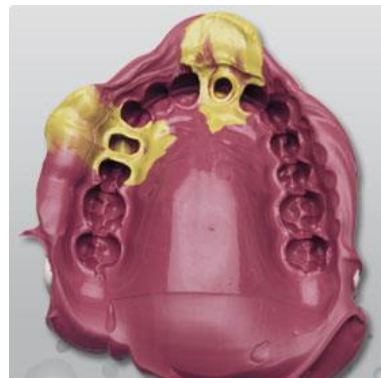


Bilde 8: fit-checker I kondensasjonsilikon

Addisjonsilikon

Det mest populære avtrykksmateriale for krone og broarbeid. Vil under stivning gjennomgå en addisjonsreaksjon og vil ikke få biprodukter som kan føre til dimensjonsustabilitet. Materialet har i tillegg høy nøyaktighet, er lett å arbeide med og har ikke en ubehagelig lukt eller smak.

Kondensasjonsilikonene kan fåes i ulike viskositeter «light», «extra light», «regular» og «heavy». Addisjonsilikon kan også brukes som materiale for bittregistrering. (10)



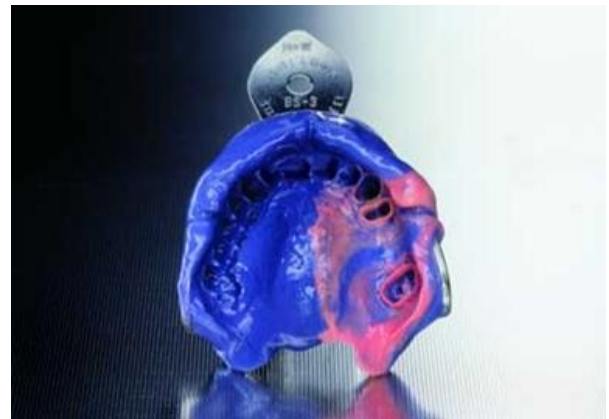
Bilde 9: avtrykk I addisjonsilikon

Polyeter

Kom på markedet i 1965. Materialet er stor nøyaktighet og bruker mye i krone og broarbeid(10). De stivner via en addisjonsreaksjon og vil dermed ikke etterlate seg noen biprodukter. (12) Basen til polyeter inneholder fillere og polyeter-polymerkjeder som ender med en amingruppe. (13) Polyeter har stor dimensjonstabilitet og gode flyt og stivningsegenskaper. (14). Polyeter kommer i ulike viskositeter; «light», «medium», og «heavy»

Basen inneholder polyeter med lav molykylær vekt. Katalysatoren kan forårsake hun og vevsirritasjon det er derfor viktig at man blander base og katalysator godt. (10) av negative egenskaper med materialet kan det nevnes at det har relativt høy kostnad samt at noen pasienter misliker smaken.

(14)



Bilde 10: Avtrykk i polyeter

Avtrykksmateriale	Polysulfid	Polyeter	Addisjonsilikon	Kondensasjonssilikon	Alginat	Agar
Monomer (9)	Polysulfid	Polyeter	Vinyl siloksane	Dimetyl siloksane		
Reaktiv gruppe (9)	Merkaptan(-SH-)	Ethylene imine	Vinyl	Hydroksyl		
Katalysator (9)	Blyoksid	klorplatinsyre	2,5 diklorbenzen sulfonat	«Stannous octoate» + alkyl silikat		
Arbeidstid (min) (10)	4 - 7	3	2 - 4	2.5 - 4	2-3 (4)	
Stivningstid (min) (10)	7-10	6	2 - 4	2.5 - 4	2-4 (4)	
Kostnader (3)	Medium	Høy	Høy	Medium	Lav	Lav
Overflatedetaljer (3)	Høy	Høy	Høy	Høy	Lavest	Høy
Dimensjonstabilitet (3)	Medium	Høy	Høyest	Lav til medium	Lav	Lav
Rivestyrke (4)	Høyest	Lav til medium	Medium	Lav til medium	Lav	Lav
Brukervennlighet (3)	Medium	Høy	Høy	Medium	Høy	Lav
Hvor fort må man slå opp modell ? (3)	30 min til flere time	1 uke	1 uke	1 time	1 time	Med en gang
Mulighet for å slå opp modell på nytt? (3)	Ja, men andre gang er ikke like nøyaktig	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei

Figur 3: Viser en oversikt over ulike egenskaper ved de forskjellige elastiske avtrykksmaterialene

Digitale avtrykksystemer

CAD/CAM består hovedsakelig av 3 hovedelementer. 1) En dataopptaksenhet som registrerer alt prepareringsdesign og de omliggende strukturene. 2) En software som bearbejder og lager en virtuell restaurering og etablerer parameterne for fresing av restaureringen og 3) en automatisk fresemaskin som fabrikkerer restaureringen ved å bruke blokker av et valgt restaureringsmaterial. (15). De første to elementene tar seg av CAD fasen, mens det tredje elementet er ansvarlig for CAM fasen. (16)

Noen systemer har kun den digitale avtrykksenheten og må sende det digitale avtrykket til et laboratorium for fremstilling av restaureringen. Pasienten må da bruke et provisorium og komme tilbake ved en senere anledning for sementering av restaureringen. Andre systemer har både har en digital avtrykksenhet og en fresemaskin. Med fresemaskinen kan man framstille restaureringen(e) på klinikken og sementere den på tannen/tennene på samme besøk.



Bilde 11: eksempel på en fresemaskin og en digital avtrykksenhet

Å bruke et digitalt avtrykksystem

Den intraorale skanneren vil ta et digitalt avtrykk aktuelle områder og dermed erstatte det konvensjonelle avtrykksmaterialet. Både tannpreparering og administrering av bløtvevet er likt som ved konvensjonelle avtrykk. (8), (17) Det finnes flere ulike digitale avtrykksystemer på markedet og det er noe forskjell i hvilken teknologi de bruker. I tillegg vil noen av systemene kreve at man bruker et kontrastpulver før man begynner å skanne

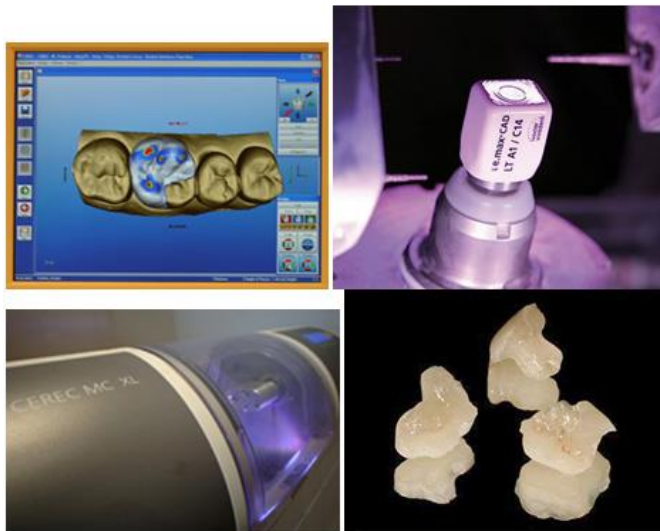
Den digitale enheten plasseres ved siden av operatøren slik at operatøren kan følge med på skjermen. Operatøren skanner det preparerte kjeveområdet det motstående kjeveområdet og bittet ved å bruke den intraorale skanneren. Prosessen tar i gjennomsnitt 3-4 minutter. Klinikeren må deretter bekrefte at det er nøyaktig avtrykk av prepareringen og andre relevante områder på den digitale modellen, samt at det er nok plass okklusalt for valgt material. Det digitale avtrykket sendes så gjennom en trådløs ruter til laboratoriet hvor man kan framstille restaureringen. (8)



Bilde 12: Viser en intraoral skanner, et digitalt avtrykk og en intraoral skanner i bruk.

Ved å bruke en CAD/CAM enhet og frese restaureringen på klinikken, må tannlegen ta fullt ansvar for fremstillingen av restaureringen.(17) Har man en fresemaskin tilknyttet til den digitale avtrykksenheten, vil man etter at man har tatt et digitalt avtrykk av aktuelle områder få fremstilt en 3D modell. Her kan tannlegen sjekke bitt, nøyaktighet og markere prepareringsgrensen. Dataprogrammet vil så komme med et forslag til restaurering. Klinikeren vil se på designet til restaureringen i forhold til konturer, kontakt, tykkelse og anatomi. Operatøren kan så gjøre endringer på det foreslåtte designet ved hjelp av ulike

verktøy på dataprogrammet. Når dette er ferdig sendes forslaget til CAD/CAM maskinen hvor man freser ut forslaget fra en materialblokk. Etter 5-15 minutter er restaureringen nesten ferdig, den prøves da i munnen og det sjekkes for kontakter og prepareringsgrenser. Viktige justeringer gjøres før restaureringen ferdiggjøres ved bl.a. polering og farging. (8).



Bilde 13: Viser design av en restaurering, en blokk i en fresemaskin, fresemakinen og ferdige restaureringer.

Ulike digitale avtrykkssystemer

Av systemene som kom på markedet og oppnådde popularitet var E4D, CEREC, Lava C.O.S. og iTero. I begynnelsen av 2012 var det disse fire digitale avtryksenhetene/CAD/CAM enhetene som var tilgjengelig på markedet i USA. (8). CEREC og E4D er kombinert 3D digitale avtrykksskannere og CAD/CAM systemer, mens iTero og Lava COS kun er 3D digitale avtrykksskannere. Disse ulike systemene vil nå beskrives noe mer inngående.

«Open» og «closed» systemer:

De ulike CAD/CAM systemene har en software arkitektur som kan være åpent eller lukket. Har man et lukket system vil systemet samle inn, tolke og manipulere data fra moduler av den samme fabrikanten. Dette begrenser bruken av proprietært data format, men

laboratoriet trenger ikke da å ansette en teknologisk ansatt som kan tolke de varierende innkommende dataene. (18)

Et åpent system er når dataen blir presentert i et industristandardformat. Det mest vanlige er STL-dataformat og kan bli lest av ulike utstyrsmoduler fra ulike leverandører. Her vil man ikke være avhengig av fabrikanten da scannet data kan tolkes fra mange ulike designsystemer, likevel vil man måtte ansette en som kan integrere dataen, samt å analysere og modifisere denne. (19)

CEREC: (Chairside Economical Restoration og Estetic Ceramics) Har gjennomgått teknologiske forbedringer siden den ble introdusert for første gang i 1987.

Introduksjonen av CEREC Bluecam[®] i 2009 med LED lys gir større presisjon og kvalitet i det optiske bilde enn tidligere versjoner av CEREC. Dette fordi LED lys har kortere bølgelengde enn det infrarøde laserlyset som tidligere ble brukt i scanne-kameraene. Kameraet skanner prepareringen ved å bruke en teknikk som kalles «Aktiv trianguleringsteknikk». Bruk av CEREC Bluecam[®] krever at avtrykksområdet blir dekket med et lag av TiO₂ (titaniumdioksid) pulver for at det skal være mulig for kameraet og registrere alt vevet.

Med introduksjonen av CEREC AC[®] systemet kan tannlegen velge om han/hun vil fremstille den indirekte restaureringen i klinikken eller videresende det digitale avtrykket via CEREC connect[®] til et tannteknisklaboratorium for fremstilling av restaureringen. (6)



Bilde 14: En CEREC digital avtrykksenhet

E4D

E4D «dentist system» ble introdusert i begynnelsen av 2008 av D4D Technologies LLC. Systemet består både av en digital avtrykksenhet og en fresemaskin slik som CEREC systemet. Til forskjell fra CEREC Bluecam® trenger man ikke å dekke område som skal skannes med et kontrastpulver. (6) Den intraorale skanneren bruker laser for å få tatt et digitalt avtrykk (20).

iTero

Cadent iTero digitalt avtrykksytsem kom på markedet tidlig i 2007. Systemet bruker parallell konfokal bildebehandling (laser og optisk skanning) for å ta det digitale avtrykket. iTero systemet krever ikke at tenner og bløtvev dekkes med pulver før skanning. Når den digitale avtrykkstagingen er komplett vil avtrykket sendes trådløst til et tannteknisk laboratorium hvor man vil få fremstilt restaureringen. (6)

Lava Chairside Oral Scanner (COS)

Ble lansert i begynnelsen av 2008 (Opprinnelig laget av Brontes Technologies men ble oppkjøpt av 3M ESPE i slutten av 2006). Metoden som brukes for å ta digitale avtrykk kalles «Active Wavefront sampling». Scanningstaven inneholder et komplekst optisk system av flere linser og blå LED celler som vil samle inn data i en videosekvens. Områder som skal skannes krever lett pudring med et pulver. Det digitale avtrykket sendes så til tannteknisk laboratorium. (6)



Bilde 15: Digitale avtryksskannere. Fra venstre mot høyre: E4D, iTero og Lava COS

Den digitale revolusjonen

Utviklingen innen de digitale avtrykkssystemene står ikke stille og de siste årene har stadig nye systemer kommer på banen. Cerec har i dag fortsatt CEREC AC connect med bluecam. I tillegg har de utviklet Apollo DI med appolon connect som bruker film for å samle inn data under avtrykkstagningen. Tennene må her sprayes lett med pulver før avtrykkstagningen starter. Cerec har også utviklet CEREC AC connect with Omnicam. Scanneren filmer for å ta avtrykk og trenger ikke pulver for avtrykkstagning. Det blir produsert en 3D modell i farger. Sirona tilbyr i dag åpent system slik at du kan designe dataen i inLab (mottar og prosesserer digital avtrykksdata) som et åpent STL format som videre kan sendes for produksjon av restaureringen hos et annet CAD/CAM system. (21) Man kan også produsere restaureringen på CAD/CAM freser på egen klinikk eller sende formatet for sentral produksjon hos tannteknikker. E4D har introdusert NEVO™ skanner og designsenter. NEVO bruker blå laser-teknologi og video under den digitale avtrykkstagningen. Man kan enten frese ut den ferdige restaureringen på klinikken ved bruk av E4D freseren eller sende avtrykket som et åpent filformat enten til en sertifisert E4D lab, eller til et annet system. (22) 3M ESPE tilbyr nå True definition skanner. Det digitale avtrykket kan sendes som STL fil (åpent system) eller via et integrert system «trusted connection» til samarbeidende fabrikanter som digitalt kan produsere SLA modeller om man ikke freser ut restaureringen selv på klinikken. (23) 3SHAPE er en ny fabrikant som har kommet på markedet når det gjelder digitale avtrykkssystemer med sitt system TRIOS. Man trenger ikke pulver før scanning og avtrykket tas ved video i farger Trios har også et åpent system for sending av filer til tannteknikker. (24) iTero er fortsatt på markedet og har et åpent system hvor filen av det digitale avtrykket kan sendes til hvilken som helst lab med et CAD/CAM system. (25). iTero kan også brukes med E4D CAD/CAM freser på klinikken. (26)



Bilde 16: TRIOS avtrykkssystem

Er det forskjell på digitale og konvensjonelle avtrykk?

Det er gjort ulike studier for å sammenligne ulike sider ved konvensjonelle avtrykk. I en pilotstudie fra Harvard i 2012 der 30 andre års tannlegestudenter var med, ville man måle effektiviteten, vanskeligheten og operatørens preferanse når man tok et digitalt avtrykk sammenlignet med et konvensjonelt for en enkelt implantatrestaurering. Studentene hadde ingen erfaring med noen av avtrykksmetodene. Konklusjonen fra studien var at det var lettere å skulle ta et digitalt avtrykk enn et konvensjonelt. Når man skulle ta et konvensjonelt avtrykk trengte man lengre forberedelsestid og arbeidstid, og det var flere ganger man måtte ta avtrykket om i igjen i forhold til med det digitale avtrykket. Det digitale avtrykket tillater at man kan ta skanne om igjen uten at man må repetere hele avtrykksteknikken, noe som resulterer i kortere behandlingstid. Når det kom til hvilken avtrykksteknikk studentene foretrakk viste det seg at 60 % foretrakk digitale avtrykk, 7 % foretrakk konvensjonelle og 33 % foretrakk ingen av delene. (27) En lignende studie ble gjort med 30 erfarne tannleger og 30 andreårstudenter som lagde digitale og konvensjonelle avtrykk av en enkel implantatmodell. Konklusjonen ble at de konvensjonelle avtrykkene var vanskeligere å utføre for studentene enn for klinikerene. Vanskelighetsgraden for digitale avtrykk var det samme i begge grupper. Studentene foretrakk digital avtrykksteknikk, mens klinikerene vurderte digitale og konvensjonelle avtrykk likt.(28)

En liten in-vitrostudie fra 2010 konkluderte med at nøyaktigheten for framstilling av faste protetiske løsninger er den samme om man bruker digital eller konvensjonell avtrykksmetode (29) En studie, fra 2014, sammenlignet hvor godt tilpasset kronekantene var på kroner med en digital fremstilling (skanning og utfresing av den ferdige restaureringen) eller konvensjonell metode (avtrykk og laboratoriefremstilt restaurering.) Det ble tatt 30 avtrykk, 15 konvensjonelle og 15 digitale som førte til produksjon av 30 kroner. Ved sammenligning konkluderte studien med at digitalt fremstilte restaureringer hadde bedre kanttilpassede kroner enn kroner framstilt ved den konvensjonelle metoden (30). I en studie fra 2013 ble det også sammenlignet tilpasningen av kroner ved digital og konvensjonell framstilling. I denne studien ble det tatt 30 polyvinyl siloksane avtrykk og laget modeller av disse. Det ble produsert 30 resinmodeller ved digital avtrykkstagning med Lava chairside oral skanner. 30 kroner ble framstilt ved at man brukte «press-teknikk» og 30 kroner ble frest ut ved at man brukte E4D skanner og fresemaskin. Deretter sammenlignet man

kronekanttilpasningen til kronene både tredimensjonalt og todimensjonalt. Konklusjonen ble at Polyvinyl siloksane avtryksmetode og «press-teknikk» fremstilte kroner var de som hadde mest nøyaktig 3D og 2D kronetkanttilpasning. (31) En annen studie som undersøkte forskjellen i nøyaktighet mellom konvensjonelle og digitale avtrykk i forhold til kanttilpasning av kroner, kom fram til at den konvensjonelle metoden var mer nøyaktig enn den digitale avtryksmetoden. Den digitale avtrykksteknikken var likevel en akseptabel alternativ avtrykksteknikk. (32)

Det er også gjennomført en liten studie fra 2014 som evaluerer pasientens persepsjon, komfort under behandling, effektivitet og behandlingsresultat ved sammenligning av konvensjonelle og digitale avtrykk. 24 personer som ikke hadde tatt verken konvensjonelle eller digitale avtrykk var med i studien. Resultatet var at det var signifikante forskjeller mellom gruppene når det gjaldt den totale arbeidstiden og behandlingstrinnene, men pasientene stadfestet at digitale avtrykk var mer komfortable enn konvensjonelle. Konklusjonen ble at digitale avtrykk er mer tidsbesparende teknikk enn konvensjonelle avtrykk. Pasientene foretrakk den digitale avtrykksteknikken heller enn den konvensjonelle teknikken. (33). En annen studie fra 2014 undersøkte også tidsbruken ved sammenligning av konvensjonell og digital avtrykkstagning. Den kom fram til at digital avtrykkstagning var mer tidsbesparende enn konvensjonell avtrykkstagning. (34).

Går vi mot en digital fremtid?

Siden avtrykkstagningsens spede begynnelse, med avtrykk i voks, har det blitt utviklet stadig nye avtrykksmaterialer hvor disse har hatt ulike fordeler og ulemper samt blitt benyttet til ulike bruksområder. De siste 30 årene har man også utviklet ulike digitale avtrykkssystemer som nå konkurrerer med den konvensjonelle metoden for avtrykktagning innenfor odontologien. I teksten belyses noen studier som er gjort for å sammenligne disse teknikkene på ulikt plan; operatør, pasient og nøyaktighet av avtrykket. Selv om det er begrenset materialet, kan man tolke resultatet som at en uerfaren kliniker ville ha lettere for å lære seg å bruke et digitalt avtrykkssystem enn å lære seg konvensjonelle metoder. Pasientkomforten er også vesentlig bedre ved bruk av digital avtrykkstagning om man sammenligner med konvensjonelle metoder. Når det gjelder nøyaktigheten av

restaureringen som blir fremstilt ved henholdsvis digital og konvensjonell avtrykksteknikk er det sprikende resultater i de ulike studiene, men samtidig kan man diskutere hvor store avvik man kan ha i nøyaktighet for at dette skal være klinisk relevant. I tillegg vil det være enklere å sende et digitalt avtrykk til et laboratorium enn et konvensjonelt, samt at det er mer plassbesparende å lagre et digitalt avtrykk enn en gipsmodell etter et konvensjonelt avtrykk. Et skannet avtrykk som sendes direkte til tanntekniker vil også kunne unngå feilkilder som kan oppstå med konvensjonelle avtrykksmaterialer; under avtrykkprosessen, ved forsendelse til laboratoriet, samt når man slår opp avtrykket i gips. Likevel er det viktig å passe på at en digital skanner må gjennomgå tekniske kontroller med jevne mellomrom og være kalibrert for at man skal kunne få et nøyaktig digitalt avtrykk.

Konvensjonell avtrykkstaging er den metoden som har vært lengst i bruk og er i dag en godt innarbeidet teknikk på alle universiteter og hos etablerte tannleger. Materialene som brukes er i tillegg billige. Det å investere i en intraoral skanner er en kostbar engangsutgift og selv om bruksområdet er omfattende for digitale avtrykk i dag så spørres det også om de har sine begrensninger når det kommer til veldig subgingivale prepareringer, om det her er den konvensjonelle avtrykksmetoden som er det optimale. Begge avtrykksmetoder har sine fordeler og ulemper, men at digitale avtrykkssystemer er kommet for å bli er det ingen tvil om. Konvensjonelle avtrykk er fortsatt den mest populære prosedyren (17). Men om de digitale systemene kommer til å overta «verdensherredømme» som intraoral avtrykksmetode er det kun fremtiden som vil vise.

Kilder:

- 1) Ward G. Impression materials and impression taking – an historical survey. *Brit Dent J* 1961; 110 (4) 118-19.
- 2) A starcke. E.N. J. A historical review of complete denture impression materials. *J Amer Dent Assoc* 1975; 91 (5): 1037-41.
- 3) Bird. W. F, Eakle. W.S, Hatrick. C. D, (2011): *Dental materials. Clinical applications for dental assistants and dental hygienists*. 2en. Ed. USA: Saunders Elsevier
- 4) Schulein, T. *Journal of the history of dentistry*. 2005 Volum:53 hefte:2 s:63 - 72
- 5) Hansson O., Eklund J. A historical review of hydrocolloids and an investigation of the dimensional accuracy of the new alginates for crown and bridge impressions when using stock trays. *Swedish Dent J* 198; 8 (2); 81-95.
- 6) Birnbaum N, Aaronson H, Stevens C, Cohen B. 3D Digital Scanners; A High-Tech Approach to More Accurate Dental Impressions. *Inside Dentistry*. 2009; 5(4): 70 - 7.
- 7) Mörmann W. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006; 137 Suppl: 7S-13S.
- 8) Schoenbaum. T, *Dentistry in the digital age: An Update, Dentistry today*. 2012; 31(2)
- 9) Dhuru. V (Red), 2004 *Contemporary dental materials*, New Dehli, Oxford University press.
- 10) Anusavice. K. J, Shen. C, Rawls. H. R (2013) *Phillips' science of dental materials*, 12th ed. Missouri: Elsevier Saunders. Kap 8.
- 11) Edström. G, Henningson. C, (1992) *Avtryck vid kron- och broprotetik*, Solna: Lic Förlag
- 12) R W Wassell, D Barker & A W G Walls. Crowns and other extra-coronal restorations: Impression materials and technique. *British Dental Journal* (192); 679 – 690
- 13) Barlett, David og David Ricketts (2011): *Advanced operative dentistry; a practical approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier
- 14) Niler. K, Karlsson. S, Dahl. B, (2013) *A textbook of fixed prosthodontics the scandinavian approach*. 2nd edition. Gothia fortbildning. Sweden. Kap 6.5 s. 160.
- 15) Scotti R, Caldari M, Galhano G, et al.. *Sisternas CAM e CAD-CAM em Prótese Odontológica*. In: Marco Antonio Bottino, Luiz Felipe Valandro eds. Renata faria. (Org) *Percepção-estética em próteses livres de metal em dentes naturais e implantes* Sao Paulo: Artes Médicas, 2008 1, pp. 543-632
- 16) Galhano GÁ¹, Pellizzer EP, Mazaro JV. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *J Craniofac Surg*. 2012 Nov;23(6):e575-9
- 17) Christensen. G, *Fixed prosthodontics: time to change status quo? Dentistry today* 2011; 30(9)
- 18) Helvey. Gregg A; *The current state of digital impressions, four chairside systems can scan a prepared tooth and produce a 3D image*. *Inside dentistry*. October 2009. Volum 5. Issue 9.

- 19) Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. J prosthet Dent. 1989;62:405-408.
- 20) Logozzo S, Franceschini G, Kilpelä A, Caponi M, Governi L, Blois L. A Comparative Analysis Of Intraoral 3D Digital Scanners For Restorative Dentistry. The Internet Journal of Medical Technology. 2011; 5(1).
- 21) <http://www.sirona.com/en/service/brochures/> Brosjyren er hentet under temaet CEREC: Sirona connect, Join us in the world of digital impressions. Besøkt 24.07.14.
- 22) [www. E4d.com/resource](http://www.E4d.com/resource). Besøkt 24.07.14
- 23) <http://www.sirona.com/en/service/brochures/> Brosjyren er hentet under temaet CEREC: Sirona connect, Join us in the world of digital impressions. Besøkt 24.07.14
- 24) <http://www.3shapedental.com/restoration/trios-brochure/> besøkt 22.10.14
- 25) <http://www.itero.com/benefits-for-dentists.html> Besøkt 24.07.14
- 26) <http://investor.aligntech.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=801582>. Besøkt 24.07.14
- 27) Lee S, Gallucci G. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. Clin Oral Implants Res. 2013; 24(1): 111 - 5.
- 28) Lee SJ, Macarthur RX 4th, Gallucci GO. An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. J Prosthet Dent. 2013 Nov;110 (5):420-3
- 29) Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. Clin Oral Investig. 2012 Oct 21
- 30) Ng J, Ruse D, Wyatt C A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods J Prosthet Dent. 2014 Sep;112(3):555-60
- 31) E. anadioti, S. Aquillino, D. Gratton, J. Holloway, I. Denry, G. Thomas, F. Qian: 3D og 2D marginal fit of pressed and CAD/CAM Lithium disilicate crowns made from digital and conventional impressions. J Prosthodont. 2014 Jul 3
- 32) An S, Kim S, Choi H, Lee JH, Moon HS. Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intra oral digital scanner. J Prosthet Dent, 2014 Jun17
- 33) E. Yuzbasioglu, H. Kurt, R. Turunc, H. Bilir. Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes, BMC Oral Health, 2014 Jan 30;14:10
- 34) Patzelt SB, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. J Am Dent Assoc. 2014 Jun;145(6):542-51

Bilder: (Alle nettsider ble besøkt 2.11.14)

- 1) <http://dentistryandmedicine.blogspot.no/2011/07/non-elastic-impression-materials.html>
- 2) <http://dentistryandmedicine.blogspot.no/2011/07/non-elastic-impression-materials.html>
- 3) <http://dentistryandmedicine.blogspot.no/2011/07/non-elastic-impression-materials.html>
- 4) <http://pearlywhitedentition.wordpress.com/2011/01/30/40/>

- 5) <http://pocketdentistry.com/chapter-14-impression-materials/>
- 6) <http://pocketdentistry.com/chapter-14-impression-materials/>
- 7) http://en.zerodonto.com/2013_04_01_archive.html
- 8) http://dentalshop.in/index.php?route=product/product&product_id=201
- 9) http://solutions.3mae.ae/wps/portal/3M/en_AE/3M_ESPE/Dental-Manufacturers/Products/Dental-Indirect-Restorative/Silicone-Impression-Material/Imprint-Impression-Material/
- 10) <http://www.dentistryiq.com/articles/2012/04/5-top-tips-on-impression-taking-for-the-dental-assistant.html>
- 11) <http://news.medicalexpo.com/press/sirona-dental-systems/cerec-classic-the-cad-cam-system-newcomers-70662-160488.html>
- 12) <http://www.marottadental.com/dental-lab-nyc-products-services/itero-inter-oral-digital-impressions/>
- 13) <http://www.turkeyestheticdentistry.com/porcelains-supported-by-computeraided-design-and-computercadcam.html>
- 14) <http://www.3dastech.com/image/cache/data/Sirona%20Cerec%20omnicam%20oral%203-500x500.jpg>
- 15) <http://www.dentaleconomics.com/articles/print/volume-102/issue-1/features/why-digital-impressions.html>
- 16) <http://digital-dental-cadcam.com/3-shape-trios/>

Forsidebilde: <http://www.henryscheinbrand.com/catalog.php?catid=DEN-001>