

Bjørn Einar Dahl og Hans Jacob Rønold

Digitale avtrykk

For å erstatte tapt oralt vev med indirekte fremstilte erstatninger må man ta et avtrykk. Man kan nå ta digitale intraorale avtrykk for de vanligste protetiske konstruksjonene. På bakgrunn av det digitale avtrykket kan enkelte erstatninger fremstilles på tannlegekontoret, mens andre må sendes til tanntekniker. De digitale avtrykkssystemene bygger på video- eller stillbildeteknologi. Den innhentede informasjonen blir til virtuelle arbeidsmodeller som benyttes til fremstilling av protetiske konstruksjoner. Noen av fordelene med digital avtrykkstagnung er fravær av avtrykksmateriale i pasientens munn, eliminering av potensielle feilkilder forbundet med fremstilling av arbeidsmodell og enkel arkivering. De største ulempene hittil har vært høy investeringskostnad, lite produktvalg og begrenset indikationsnivå. Et annet viktig punkt er høy «turn-over» innen elektroniske produkter. Utviklingen går så raskt at man risikerer å sitte med et utdatert produkt kun kort tid etter at det er innkjøpt.

Aerstatte tapte tenner har lang historie, og noen av de eldste tannprotesene man kjenner til, ble laget av etruskerne ca. 900 f.Kr. (1). Tidligere erstattet man tenner fortrinnsvis for å forbedre tyggeevnen, mens man i dag i tillegg også ønsker å reetablere eller forbedre estetikken. Hvis man ikke kan lage en direkte restaurering, må det tas avtrykk slik at man kan lage en indirekte fremstilt erstatning. Frem til midten av forrige århundre tok man avtrykk med for eksempel voks og gips. Utviklingen har gått fremover, og den vanligste metoden i dag er å ta avtrykk med et gummielastisk materiale, f.eks. A-silikon eller polyeter (figur

1). Empiri har vist at disse metodene er tilstrekkelig gode for å få et akseptabelt resultat.

Historie

Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) har vært i bruk i industrien i over 50 år. Den startet på 1950-tallet med innføringen av numerisk styrte maskiner, og det har innen odontologien siden 1980-tallet vært mulig å unngå konvensjonelle avtrykk ved enkelte behandlingsformer. Dr. Francois Duret hadde i sin doktorgradsavhandling fra 1973 ideen om en maskin som kunne lese av den preparerte tannen, og så fremstille en protetisk konstruksjon. I 1983 leverte han i USA en patentsøknad som beskrev prosessen og maskinen (2), og på et møte i Association dentaire de France i Paris i 1985 preparerte han for og tilpasset en krone på sin kone med denne teknikken (3). Parallelt utviklet tannlege Werner Mörmann og elektroingeniør Marco Brandestini det som i 1987 skulle bli introdusert som det første kommersielle CAD/CAM-systemet for odontologisk bruk (4).

Prinsipper for bruk av CAD/CAM i klinikken

De digitale avtrykkssystemene kan deles i to grupper; en for kun avtrykkstagnung og en for avtrykkstagnung og direkte fremstilling. Ved anvendelse av det førstnevnte systemet blir den digitale filen sendt til et laboratorium som fremstiller den ønskede erstatningen. For det sistnevnte systemet behandler man selv den digitale filen og får erstatningen fremstilt lokalt ved hjelp av en tilhørende fresemaskin. Dette systemet har

Forfattere

Bjørn Einar Dahl, tannlege, ph.d.- og spesialistkandidat. Institutt for klinisk odontologi, Avdeling for protetik og bittfunksjon, Universitetet i Oslo

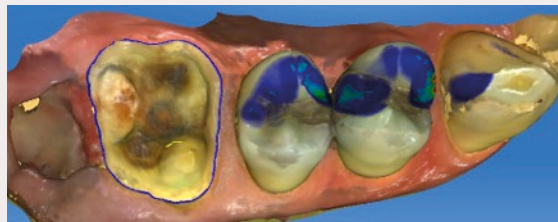
Hans Jacob Rønold, førsteamanuensis, dr.odont. . Institutt for klinisk odontologi, Avdeling for protetik og bittfunksjon, Universitetet i Oslo

Hovedpunkter

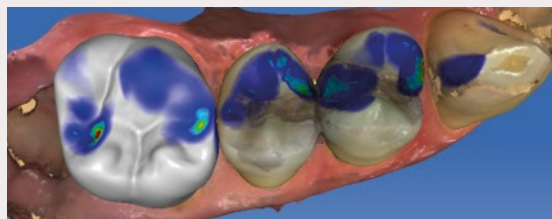
- Avtrykkstagnung er en av flere faktorer som påvirker det ferdige protetiske arbeidet.
- Digital avtrykkstagnung kan eliminere enkelte feilkilder og forenkle den protetiske hverdagen.
- Den odontologiske digitale utviklingen har de siste 5 – 10 årene gått raskt fremover. Er tiden kommet for å gå over til digitale avtrykksmetoder?

1925 Hydrokolloider
 1950 Polysulfider
 1955 K-silikoner
 1965 Polyeter
 1975 A-silikoner
 1987 CEREC 1
 1994 CEREC 2
 2000 CEREC 3
 2003 CEREC 3D
 2007 iTero
 2008 Lava C.O.S.
 2008 E4D
 2009 CEREC AC Bluecam
 2012 Trios
 2012 CEREC AC Omnicam

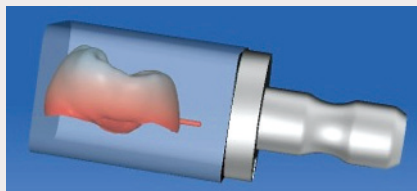
Figur 1. Utvikling av avtrykksmetoder.



Figur 2. Skannet preparert tann med markert prepareringsgrense. Skjerm bilde: Jan Kirkedam.



Figur 3. Ferdig konstruksjonsforslag. Blått markerer okklusjonskontakter. Skjerm bilde: Jan Kirkedam.



Figur 4. Konstruksjonsforslaget plassert i freseblokken. Skjerm bilde: Jan Kirkedam.

også mulighet for å sende filene til tanntekniker for ferdigstillelse, noe som kan være aktuelt ved for eksempel implantat- eller broarbeider.

Systemene

Vi skal her beskrive fem av de ulike systemene som finnes på markedet i dag. Disse er Lava C.O.S., CEREC, E4D, iTero og Trios. Lava C.O.S., iTero og Trios er frittstående systemer som ikke er koblet til en lokal produksjonsenhet. I den andre gruppen finnes CEREC og E4D som har programvare for å kunne konstruere restaureringer og som er koblet til en lokal produksjonsenhet. For å ta det digitale avtrykket brukes en intraoral skanner. Denne føres over prepareringen, nabotenner, motstående kjeve og i de fleste tilfeller sambittet. De ulike enhetene bruker ulike teknikker for fremstilling av det digitale bildet. Noen av systemene krever påføring av pulveret titandioxyd for å øke kontrasten på den/de preparerte tenner i forbindelse med skanningen. Selve skanneprosessen kan ta 3–4 min.

Skanne-enheten er plassert ved siden av tannlegestolen slik at operatøren underveis kan følge med på skanningen via en skjerm. Etter at skanneprosessen er ferdig, vil all data fra de ulike

skanningene gjennom algoritmer bearbeides til en virtuell 3D-modell av det skannede området. En slik 3D-modell konstrueres på bakgrunn av numeriske referanser av punkter i rommet. Punktene forbindes og skaper på denne måten en figur med både bredde, høyde og dybde. Etter at operatøren har bekreftet at skanningen er riktig registrert, blir det fra de rene avtrykkssystemene sendt en datafil videre for produksjon av arbeidsmodell eller kjernekonstruksjon. For systemene med både avtrykksenhet og produksjonsenhet er selve skanneprosessen slik som tidligere beskrevet. På den digitale modellen må operatøren sjekke om alle vitale detaljer har kommet med og deretter markere prepareringsgrensen (figur 2). Systemet vil deretter presentere forslag til restaurering (figur 3). Operatøren må kontrollere konturer, kontakter, tykkelse og anatomi på restaureringsforslaget. Det ferdige restaureringsforslaget blir sendt til produksjonsenheten for fresing (figur 4). Den mest hensiktsmessige freseblokken blir plassert i kammeret, og produksjonen kan starte. Etter 5–20 min. er restaureringen nesten ferdig. Restaureringen prøves i munnen og eventuelle justeringer gjøres. Til slutt farges restaureringen inn og glansbrennes, og arbeidet er klar til sementering.

Teknologi, avtrykksenhet

Skannerne bruker to ulike prinsipper ved innsamling av data; video eller stillbilde.

Ved stillbildetagnings er det generelt sett to typer teknologi som brukes (5); triangulering eller parallell konfokal. Ulike lyskilder og bruk av lyset ligger bak teknologiene som skaper en tredimensjonal modell. Det er ikke lett å se hva som er likhetene og ulik-

hetene mellom systemene da produsentene har utviklet egne teknologier. Hver av produsentene har egne beskrivelser av teknologien noe som vanskeliggjør sammenligning (Tabell 1).

Lava C.O.S. (3M ESPE)

Lava C.O.S (Chairside Oral Scanner) fra 3M ESPE er sammen med CEREC AC Omnicam de eneste systemene som bruker video for

Tabell 1. Oversikt over tilgjengelige systemer

Produkt	Leverandør	Produsent	Land	Arbeidsprinsipper	Lyskilde	Teknologi	Format	Pulser	Internett
Lava C.O.S.	3M ESPE	3M ESPE	USA	Active wavefront sampling	Pulserende synlig blått lys	Video	Proprietært	Ja	http://tinyurl.com/b44egz4
Lava True Definition Scanner	3M ESPE	3M ESPE	USA	Active wavefront sampling	Pulserende synlig blått lys	Video	Proprietært, mulighet for eksport til åpent	Nei	http://tinyurl.com/b44egz4
Cerec AC Bluecam	Sirona Dental System GmbH	Sirona Dental System GmbH	Tyskland	Active triangulation and optical microscopy	Synlig blått lys	Stillbilde	Proprietært, mulighet for eksport til åpent	Ja	www.cereconline.com/cerec
Cerec AC Omnicam	Sirona Dental System GmbH	Sirona Dental System GmbH	Tyskland	Ukjent	Ukjent	Video	Proprietært, mulighet for eksport til åpent	Nei	www.cereconline.com/cerec
E4D	D4D Technologies LLC	D4D Technologies LLC	USA	Optical coherence tomography and confocal microscopy	Laser	Stillbilde	Proprietært, mulighet for eksport til åpent	Ja/nei	www.e4d.com
iTero	Invisalign	Cadent Inc.	Israel	Parallel confocal microscopy	Rød laser	Stillbilde	Proprietært	Nei	www.cadentinc.com
Trios	3Shape A/S	3Shape A/S	Danmark	Confocal microscopy	Ukjent	Stillbilde	Åpent	Nei	www.3shape.com
Cara Trios	Heraeus	3Shape	Danmark	Confocal microscopy	Ukjent	Stillbilde	Åpent	Nei	www.heraeus-cara.com
MHT	3D Progress Intra-oral Scanner	MHT S.p.A.	Italia	Confocal microscopy and Moiré effect	Ukjent	Stillbilde	Åpent	Nei	www.3dprogress.it
Zfx	Zfx IntraScan	MHT S.p.A.	Italia	Confocal microscopy and Moiré effect	Ukjent	Stillbilde	Åpent	Nei	www.zfx-dental.com
Cyrtina	Cyrtina Intra Oral Scanner	MHT S.p.A.	Italia	Confocal microscopy and Moiré effect	Ukjent	Stillbilde	Åpent	Nei	www.cyrtina.nl

*Arbeidsprinsippene er beskrevet på engelsk da det ennå ikke finnes fullgode norske oversettelser

å innhente informasjon (6). Systemet ble lansert på det amerikanske markedet i 2008. Kameraet i den intraorale skanneren har 192 LED-lys og 22 linser som med hjelp av digital videoteknikk med synlig blått lys tar 20 stykk 3D datasett per sekund som umiddelbart blir til en virtuell modell. Kameraet har Complementary Metal-Oxide-Semiconductor (CMOS)-sensorer som registrerer data fra tre ulike vinkler samtidig. Teknikken kalles for «active wavefront sampling». Skanneren må holdes på en viss avstand fra tenner og slimhinne under skanneprosessen. Hvis man går utenfor denne avstanden vil skanneren slutte å registrere data. Når skanneren igjen er innenfor den riktige avstanden, vil den fortsette å skanne. Ved skanning med Lava C.O.S. må det aktuelle området påføres et tynt lag med titaniumdioxidpulver. Skanningen slutter når operatøren returnerer til utgangspunktet. Når operatøren har bekreftet den første skanningen, må det tas en skanning av motstående tannbue. Operatøren kan i sanntid på skjermen følge med på skanneprosessen, og hvis datainnsamlingen noe sted er mangelfull, skanner operatøren dette området på nytt, og systemet vil legge den nye informasjonen til den gamle. Kjeveregistrering utføres ved å skanne tennene i over- og underkjeven bukkalt mens tennene er i maksimal interkuspidasjon. Operatøren kan til slutt granske den virtuelle modellen fra alle sider ved å rotere den på den trykkløse skjermen. Lava C.O.S. er det eneste systemet der man kan bruke 3D-briller for å se på den virtuelle modellen. Avtrykket blir via internett sendt til 3M ESPE for optimalisering og underkutting. Det digitale avtrykket blir derfra sendt til operatørens valgte laboratorium eller direkte til tredjepart for produksjon av arbeidsmodell som så sendes til laboratoriet. Den intraorale enheten til Lava C.O.S. er på grunn av skanneteknologien den minste av de systemene som er beskrevet i denne artikkelen.

Høsten 2012 lanserte 3M ESPE sin True Definition Scanner (7) i USA. Også dette systemet bygger på videoteknologi og blir kalt «3D-in-motion». Teknologien krever fortsatt påføring av titaniumdioxidpulver ved skanning. Den intraorale skanne-enheten er blitt enda mindre og er på størrelse med et vanlig vinkelstykke. Systemet er planlagt introdusert i Skandinavia i 2014.

CEREC AC Bluecam (Sirona)

CEREC AC er et akronym for Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics Acquisition Center. CEREC ble kommersielt introdusert i 1987 og er dermed det systemet som har vært lengst på markedet. Den første utgaven av CEREC kunne lese av en tann preparert for et innlegg og deretter i løpet av minutter frese ut innlegget, klart for sementering. Teknikken var mye enklere enn, og kan ikke sammenlignes med, dagens versjon.

CEREC AC Bluecam kom på markedet i januar 2009. Modellen kan sammen med fresemaskinen Sirona MC XL (Milling Center XL) produsere protetiske konstruksjoner (8). Det brukes blått LED-lys og trianguleringsteknikk for avlesing av data. Blått lys har mindre bølgelengde enn rødt lys og har dermed bedre oppløsning enn de systemene som bruker rødt lys (9). Systemet behøver kun en enkel orientering av kameraet, og dette ene bildet inneholder all informasjon som kreves for å lage den virtuelle

3D-modellen. CEREC er det systemet som trenger færrest bilder av preparering, nabotenner, antagonist og sambitt. Systemet krever påføring av titaniumdioxidpulver for å øke kontrasten på overflaten ved skanning. Bilder som inneholder unøyaktig informasjon blir automatisk filtrert bort. Operatøren kan etter hvert bilde se om alle nødvendige strukturer har blitt gjengitt på 3D-modellen som vises på skjermen. Når man er ferdig med å skanne, fortsetter den digitale bearbeidelsen frem til et ferdig konstruksjonsforslag. Man kontrollerer de nødvendige parametre som synlig prepareringsgrense, plass-, artikulasjons- og okklusjonsforhold. Det godkjente konstruksjonsforslaget overføres fresemaskinen for fremstilling av en erstatning. Alternativt kan man via CEREC Connect overføre den digitale filen til et samarbeidende tannteknisk laboratorium.

CEREC AC Omnicam (Sirona)

CEREC AC Omnicam, som ble introdusert i august 2012, tar video for å skape en virtuell 3D-modell (10). Systemet krever i motsetning til tidligere utgaver av CEREC ikke påføring av titaniumdioxidpulver ved skanning. Systemet gjengir tenner og omkringliggende vev i sine naturlige farger.

E4D (D4D Technologies LLC)

Systemet ble introdusert tidlig i 2008 (11). E4D bruker konfokal teknologi med rød laser og mikro-speil som oscillerer 20 000 sykler per sekund for å ta en rekke bilder og på en slik måte skape en 3D-modell. Konfokal teknologi bygger på prinsippet om sammenligning av avstanden mellom en kjent referanse og avstanden til det skannede objektet. Systemet trenger i utgangspunktet ikke påføring av pulver i forbindelse med skanningen, men det må benyttes hvis overflaten er for translusent eller hvis blanke metallrestaureringer skal gjengis. Systemet kan kobles til en lokal fresemaskin eller det kan brukes kun til digital avtrykkstagnings. Skanneren må holdes på en viss avstand til tannen som skal skannes. For å gjøre dette lettere er det montert en gummidistanse på skannerhodet. Man skal ikke, som ved de andre systemene, skanne den motstående kjeven. I stedet skal man utføre en kjeveregistrering i puttymasse. Dette indekset skjæres til og plasseres over den preparerte tannen og på nabotennene for så å bli skannet. På den virtuelle 3D-modellen som umiddelbart vises på skjermen kan man se steder som krever ytterligere skanning for å få en fullgod modell. Hvis man har fresemaskin for direkte fremstilling av den protetiske konstruksjonen, fortsetter man nå arbeidet med å designe og ferdiggjøre denne. Maskinen kan også skanne gipsmodeller og konvensjonelle avtrykk i polyeter eller silikon.

iTero (Cadent Inc.)

Dette er et system utviklet av israelske Cadent Inc. og lansert i 2007 (9). iTero bruker parallell konfokal teknikk som tar enkeltbilder av det ønskede området. Skanneren registrerer 100.000 laserpunkter fra 300 fokuspunkter og omvandler dette til en 3D-modell. Fokuspunktene ligger ca. 50 µm fra hverandre. Teknikken krever ikke påføring av pulver for å øke kontrasten ved skanning. På grunn av skanneteknologien er det fysiske skan-

nerhodet noe større enn de andre systemene. Gjennom skanneprosessen blir man guidet via bilder, tekst og tale og får dermed umiddelbart beskjed hvis noe må gjøres om. Etter hvert bilde kan man velge å gjøre om eller gå videre med neste bilde. Hvis bildet er for dårlig, tvinger systemet operatøren til å ta et nytt og bedre bilde. Det tas bilder av preparert tann, nabotenner, antagonist og til slutt kjeveregistrering ved at pasienten biter sammen i maksimal interkuspidasjonsposisjon. Når tilstrekkelig informasjon er innhentet, må operatøren kontrollere og godkjenne den virtuelle modellen. Den digitale filen sendes så via det trådløse nettverket til Cadent og det utvalgte tanntekniske laboratoriet. Etter optimalisering hos Cadent kan de enten produserer en arbeidsmodell i resin ved hjelp av SLA-metoden (Stereolithography), eller så kan filen sendes direkte tilbake til tanntekniker. Hvis arbeidsmodell fremstilles hos Cadent, sendes denne til tanntekniker for videre arbeid.

Trios (3Shape)

Et system utviklet og produsert av det danske firmaet 3Shape A/S (12). 3Shape begynte med teknologi for bruk i høreapparater og har etter hvert utvidet til blant annet bordskannere som tannteknikeren bruker for å skanne konvensjonelle avtrykk eller gipsmodeller. Trios ble lansert kommersielt i 2012. Systemet tar 3000 bilder per sekund, over 100 ganger fler enn et vanlig videokamera. Bildene blir umiddelbart satt sammen til en 3D-modell som man kan se på skjermen. Ufullstendig skannede områder blir markert og det kan enkelt kompletteres med ytterligere skanning. Den intraorale enheten er fysisk større enn CEREC AC Omnicam og Lava True Definition Scanner. Systemet krever ikke påføring av titandioxidpulver ved skanning. Det digitale avtrykket blir lagret i det åpne Standard Tessellation Language (STL)-formatet og kan derfor sendes til ethvert laboratorium som kan motta digitale filer.

Produksjonsenhet/fresemaskin

Produksjonsenheten freser ut den protetiske konstruksjonen fra en blokk. Det er etter hvert en mengde ulike keramer og polymere materialer som kan brukes ved fremstillingen av protetiske konstruksjoner. Fremstillingsprosessen blir inngående omtalt i en annen artikkel.

Indikasjon

Digital avtrykksteknikk kan brukes ved fremstilling av de fleste typer tannerstatninger. For systemene som kun tar avtrykk er det ifølge produsentene få begrensninger. Det vil uansett by på utfordringer å skanne tenner preparert for skallfasetter/laminater/veneers da disse krever separerte arbeidsmodeller. En annen situasjon som kan virke utfordrende er avtrykk av rotkanaler for stiftkonus. Det digitale avtrykket blir på samme måte som et konvensjonelt avtrykk sendt til tanntekniker. For systemene med lokal produksjonsenhet begrenser indikasjonen seg til hvilken type og størrelse på freseblokken som blir levert og som fresemaskinen kan frese. Dette gjelder bare når man ønsker å gjøre alt selv. Også med disse systemene har man mulighet til å sende det digitale avtrykket til en tanntekniker som kan lage mer avanserte protetiske løsninger (Tabell 2). Alle systemene har gjennom tredjeparts programvare mulighet for å integreres med Cone Beam Computed Tomography (CBCT) ved for eksempel implantatbehandling.

Brukererfaring

Brukeropplevelsen er omtrent den samme for de ulike systemene. De har alle en intraoral skanne-enhet som for en nybegynner er mer eller mindre enkel å håndtere. Ulik størrelse gjør at enkelte systemer er lettere å komme i gang med enn andre, men som med alt annet, gjør trening at alle systemene kan fungere tilfredsstillende. Programvaren og brukergrensesnittet til de ulike systemene stiller også ulike krav til operatøren. En studie fra 2012 (13) viste at helkeramiske kroner fremstilt ved hjelp av digitale avtrykk med Lava C.O.S., CEREC AC Bluecam og iTero har samme

Tabell 2. Indikasjoner for de ulike systemene

	Cerec AC Bluecam	Cerec AC Omnicam	E4D	Lava C.O.S.	iTero	Trios
Fasade	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Innlegg	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Krone	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bro, eksternt produsert	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bro, internt produsert	≤ 55 mm*	≤ 55 mm*	≤ 52 mm*	Nei	Nei	Nei
Partiell protese	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
Helprotese	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
Implantat	Ja	Ja	3. kvartal 2013	Ja	Ja	Ja
Provisorium	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

*Begrenses av freseblokkens størrelse

Tabell 3. Fordeler og ulemper med CAD/CAM systemer. Tabell tilpasset etter kapitlet Optiske intraorale avtrykk i Aktuell Nordisk Odontologi 2010 (16)

Fordeler med CAD/CAM systemer
Ingen risiko for feilkilder oppstått ved avtrykkstagnning med gummielastisk materiale og fremstilling av fysisk arbeidsmodell
Mulighet for å se, endre og på en enkel måte ta om avtrykket
Ikke avtrykksmateriale i munnen
Sparer tid; ett besøk for «all-in-one»-systemene
Mulighet for å kontrollere erstatningens dimensjoner
Produksjon av protetisk konstruksjon uten arbeidsmodell
Mulighet for å dele på kostbare produksjonsmaskiner
Kostnadseffektivt
Bedre smittekontroll
Enklere arkivering av avtrykket
Enklere kommunikasjon med tanntekniker
Godt egnet for pasienter med stor brekningstendens eller høy spyttproduksjon
Mindre traumatisk for pasienter med klaustrofobiske tendenser
Ulemper med CAD/CAM systemer
Påføring av titandioxidpulver (enkelte systemer)
Intraoral skanner større enn konvensjonell avtrykksskje
Høy investeringskostnad
Proprietært filformat, låst til systemet (enkelte systemer)
Kalibrering (enkelte systemer)
Vanskelig tilgjengelighet jo lenger distalt i munnen man kommer

grad av nøyaktighet som kroner fremstilt ved hjelp av konvensjonelle avtrykk. Artikkelen oppsummerer med at digitale avtrykksteknikker kan ses på som et klinisk alternativ til konvensjonelle avtrykk for fremstilling av faste protetiske konstruksjoner. En annen studie fra 2013 (14) konkluderte med at konvensjonelle avtrykk av en hel kjeve viste høyere presisjon og nøyaktighet enn digitale avtrykk. Studien hadde som mål å undersøke en ny type referanseskanner for bruk ved undersøkelser av intraorale skannere. Lee og medarbeidere (15) viste at tannlegestudenter uten erfaring med hverken digital eller konvensjonell avtrykkstagnning brukte kortere tid ved avtrykk av implantater og fikk bedre kvalitet på sine digitale avtrykk enn på sine konvensjonelle avtrykk tatt med silikonmateriale. Det er både fordeler og ulemper ved alle systemene, men de fleste kan vise til nøyaktige 3-dimensjonale filer som kan brukes til videre tann teknisk produksjon, enten digitalt (CAD/CAM) eller til framstil-

ling av fysiske modeller. Potensielle fordeler og ulemper vises i Tabell 3.

Konklusjon

Digital avtrykkstagnning har ennå ikke fått allmenn utbredelse. Det er trolig på grunn av den relativt høye investeringskostnaden at utstyret ennå ikke finnes på alle tannlegekontorer i Skandinavia, men som alt annet teknisk utstyr kommer trolig kostnaden til å synke.

Valget står mellom en enhet som kun tar avtrykk eller en som kan ta både avtrykk og produsere restaureringen. E4D og CEREC er de eneste som fra leverandør leverer «all-in-one». De som kun tar avtrykk, skal kunne kobles sammen med en freseenhet fra en frittstående produsent, men man står da selv ansvarlig for at integrasjonen fungerer. Det finnes i dag ingen leverandør som leverer avtrykksenhet og freseenhet fra ulike produsenter og som garanterer en sømløs integrasjon.

Med de dedikerte avtrykksenhetene kan man friere velge hvilken protetisk konstruksjon man ønsker, mens man med «all-in-one» i utgangspunktet er mer låst til de fresbare blokkene som blir levert til akkurat den fresemaskinen.

Som resten av vår hverdag blir også den odontologiske hverdagen mer og mer digital, jf. anestesi og røntgenfotografering. Det er naturlig at også den protetiske utviklingen går denne veien. Digitale avtrykk og CAD/CAM-systemer har allerede revolusjonert tannteknikerindustrien. Et stort antall tannteknikere har investert i bordskannere for digitalisering av avtrykk og modeller. Det er over 28 år siden CEREC ble introdusert på markedet. Utviklingen av digitale avtrykkssystemer har akselerert de siste årene og nå er kanskje tiden inne for å ta enda et steg inn i den digitale odontologiske hverdagen.

Ordliste

STL: Standard Tessellation Language eller STereoLithography; et digitalt filformat

SLA: StereoLithogrAphy; en additiv produksjonsmetode der en modell bygges opp av resin herdet med ultrafiolett lys

CAD: Computer-Aided Design; design av modell ved hjelp av datamaskin

CAM: Computer-Aided Manufacturing; fremstilling av modell ved hjelp av datamaskin

Proprietært system: «produsenteid» system

CMOS: Complementary Metal-Oxide-Semiconductor; en type digital sensor

CBCT: Cone Beam Computed Technology; medisinsk bildeteknikk brukt ved røntgenfotografering

Freseblokk: emne av f.eks. feltspatporselen for utfresing av protetisk konstruksjon i en fresemaskin

Algoritme: en presis beskrivelse av en endelig serie operasjoner som skal utføres for å løse et problem eller et sett med problemer

English summary

Dahl BE, Rønold HJ.

Digital impressions

Nor Tannlegeforen Tid. 2014; 124: 108–14.

When replacing lost teeth or tooth substance with indirectly manufactured restorations, you have to take an impression. Now, digital, intraoral impressions can be taken for most common restorations. Using digital impression technique, some restorations can be manufactured in-office while others have to be made by a dental technician. The digital impression systems are based on video or picture capturing technology. The collected data are used to produce virtual working models and prosthetic constructions. Some of the advantages of digital impression taking are the absence of impression material in the patient's mouth, the elimination of possible sources of handling error, and easy archiving. The greatest disadvantages so far have been high investment cost, low product variety, and a limited level of indication.

Referanser

1. 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.
2. Patent US. Apparatus for taking odontological medical impressions. 1986.
3. Association JCD. Francois Duret – a man with vision. *J Can Dent Assoc*. 1988; 54(9): 664.
4. Mörmann W. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006; 137 Suppl: 7S–13S.
5. Bolding S. Advanced Digital Implant Dentistry. Tilgjengelig fra: <http://tinyurl.com/c7ybnop>.

6. ESPE M. Lava Chairsides Oral Scanner C.O.S. Produsentinformasjon. PDF lastet ned 05.03.2013.
7. ESPE M. 3M True Definition Scanner. Produsentinformasjon. PDF lastet ned 25.02.2013.
8. Sirona. CEREC. Made to inspire. Produsentinformasjon. PDF lastet ned 03.01.2013.
9. 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).
10. Sirona. CEREC Omnicam and CEREC Bluecam. The first choice in every case. Produsentinformasjon. PDF lastet ned 21.08.2012.
11. Birnbaum N, Aaronson H. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compendium of continuing education in dentistry*. 29(8): 494, 6, 8–505.
12. 3Shape. 3Shape Dental System, Digitally moving the world of dentistry. Produsentinformasjon. PDF lastet ned 08.04.2012.
13. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig*. 2012 Oct 21.
14. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent*. Feb 2013; 109(2): 121–8.
15. Lee S, Gallucci G. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res*. 2013; 24(1): 111–5.
16. Lasse T, Karlsson S. Optiske intraorale avtrykk. *Aktuel Nordisk Odontologi*. København: Munksgaard; 2010. p. 141–54.

Adresse: Bjørn Einar Dahl, Institutt for klinisk odontologi, Avdeling for protetik og bittfunksjon, Postboks 1109 Blindern, 0317 Oslo. E-post: b.e.dahl@odont.uio.no

Artikkelen har gjennomgått ekstern faglig vurdering.

Dahl BE, Rønold HJ. Digitale avtrykk. *Nor Tannlegeforen Tid*. 2014; 124: 108–14.