

Krister G. Svensson, Mats Trulsson och Margareta Hultin

## Datorstödd implantatbehandling

Den tekniska utvecklingen inom 3D-röntgen och datateknik under det senaste decenniet har lett till att man idag kan använda datorstöd för såväl undersökning som planering i en virtuell datamiljö innan själva behandlingen sker. Planeringen gäller såväl implantatens position som protetikens utformning. Den virtuella planeringen kan sedan omsättas direkt i kliniken genom att man framställer en operationsguide/bormall för lambåfri implantatinstallation. Om man så önskar kan man även framställa den implantatstödda bron så att denna kan utlämnas direkt efter implantatinstallationen (s.k. direktbelastning). Dessa nya tekniker kan erbjuda fördelar för såväl tandläkare som patient, men det vetenskapliga underlaget för utvärdering av teknikerna är fortfarande begränsat. Det förekommer såväl tekniska som biologiska komplikationer och även om precisionen är god har stora avvikelser rapporterats. Implantaten som installeras med datorstöd har likvärdig överlevnad på kort sikt som implantat installerade med konventionell operationsteknik (96 %  $\geq$  12 månader). De patientfördelar som kan noteras, framförallt i form av mindre postoperativa besvär, kan härledas till den lambåfria operationstekniken. Tänkbara situationer där den datorstödda tekniken kan erbjuda fördelar är t.ex. då man vill undvika öppen lambå-teknik för att minska det kirurgiska traumat eller som ett alternativ till bentransplantation i situationer med kraftigt resorberade käkar, då implantaten kan placeras optimalt med tillgänglig benvolym.

### Författare

Krister G Svensson, universitetsadjunkt, övertandläkare, med dr. Karolinska Institutet, Institutionen för odontologi, Enheten för Protetik, Huddinge. krister.svensson@ki.se

Mats Trulsson, professor, övertandläkare, odont.dr. Karolinska Institutet, Institutionen för odontologi, Enheten för Protetik, Huddinge. mats.trulsson@ki.se

Margareta Hultin, universitetslektor, övertandläkare, odont.dr. Karolinska Institutet, Institutionen för odontologi, Enheten för Parodontologi, Huddinge. margareta.hultin@ki.se

Implantat är en väl etablerad behandlingsmetod vid rehabilitering av både partiellt och helt tandlösa käkar. Metoden har visat mycket god långtidsprognos i ett stort antal studier (1–5).

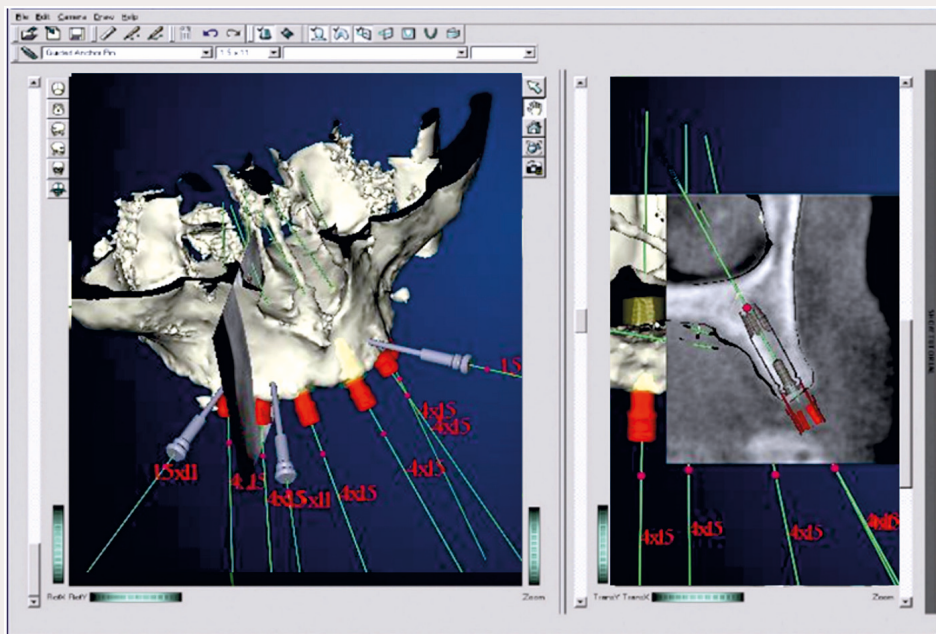
En noggrann undersökning och preoperativ planering, där hänsyn tas till bl.a. benmängd, käkrelation, bettförhållanden och övriga anatomiska förhållanden är en förutsättning för ett lyckat behandlingsresultat. Vid konventionell behandlingsteknik sker undersökning och planering av implantatens antal och placering genom en kombination av röntgenbilder, visuell bedömning av intraorala förhållanden och analys av studiemodeller. För att optimera implantatens placering i relation till den planerade protetiken kan man använda en manuellt framställd guideskena vid implantatkirurgin. Det är dock operatören som vid kirurgin manuellt avgör implantatens slutliga placering.

### Datorstödd implantatplanering

Det senaste decenniets framsteg inom datorteknologi med tillhandahållandet av tredimensionell bild information avseende såväl anatomiska som protetiska parametrar med hjälp av datortomografi har tillsammans med speciellt utvecklade

### Hovedpunkter

- Guidad kirurgi ger god precision, men stora avvikelser (upp till 6mm) kan förekomma.
- Lambåfri teknik kan minska postoperativa besvär och smärta.
- Om den guidade kirurgin kombineras med direktbelastning med förframställd bro har komplikationer gällande framför allt bristfällig passform rapporterats.
- Ingen skillnad föreligger avseende implantatöverlevnaden på kort sikt (12 månader) mellan behandlingar utförda med datorstödd guidad kirurgi och behandlingar utförda med konventionell kirurgisk teknik.
- Tandläkare som arbetar med dessa tekniker bör ha minst lika mycket kunskap och erfarenhet som när konventionella kirurgiska och protetiska tekniker används.



Figur 1. Planering av implantatens placering sker i en virtuell datamiljö där användaren kan växla mellan olika vyer. T.ex. 3D-rekonstruktionsläge och skiktröntgenläge av käken.

dataprogram möjliggjort preoperativ planering med virtuell implantatplacering i 3D-rekonstruktion (Figur 1) (6–8).

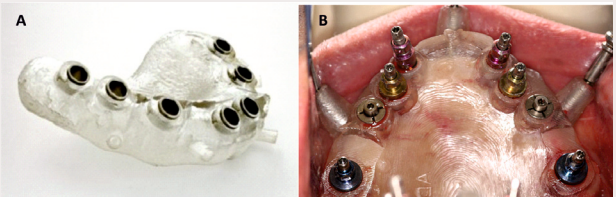
Innan den datorstödda implantatplaneringen startar behöver patienten en avtagbar protes som är optimerad vad gäller passform, ocklusion och estetik. Detta kan innebära rebasering, omflyttning/utbyte av proteständer, inslipning mm av en redan befintlig protes. Ibland krävs att en helt ny protes framställs. När detta är gjort tas ett käkregistreringsindex med proteserna på plats. Patienten genomgår sedan en datortomografisk röntgenundersökning (CT) i aktuell käke med proteserna på plats. Indexet används för att stabilisera proteserna i det korrekta ihopbitningsläget vid röntgenundersökningen. I samband med detta genomförs även en separat CT av endast proteserna. Med hjälp av röntgenkontrasterande markörer i proteserna kan datorn sedan orientera proteserna till rätt position i den avbildade 3D-rekonstruktion

nen av patientens käke som erhålls vid CT-undersökningen. I 3D-rekonstruktionen kan proteserna «tas på» och «tas av» och implantaten virtuellt placeras i optimal position med hänsyn taget till såväl tillgänglig benvolym som proteständernas placering (vilket motsvarar planerad tandplacering i efterföljande protetik).

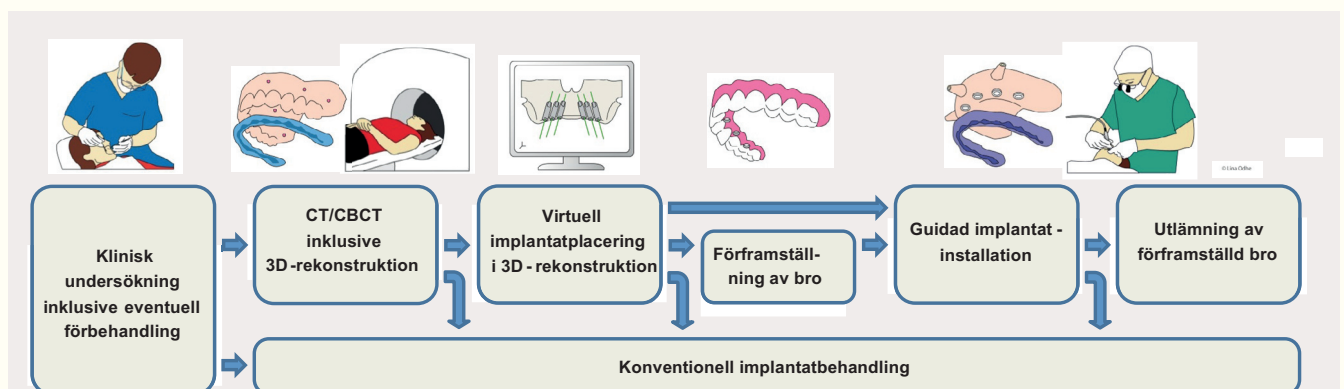
### Statiska och dynamiska system

Med hjälp av CAD/CAM- (Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacturing) teknik kan informationen från den datorstödda planeringen omsättas till kliniken genom att man med hjälp av fräsning eller 3D-printning (stereolitografi) låter framställa en bormall (s.k. operationsguide) (Figur 2). Bormallen som sedan används för att styra installationen av implantaten till de förplanerade positionerna är oftast slemhinne

stödd



Figur 2. A: Bormall (operationsguide) som används för att styra implantaten till de förplanerade positionerna under implantatinstallationen. B: Bormall på plats under implantatinstallation. Fixering sker genom ett antal horisontella förankringspinnar som borrar in genom bormallen och in till käkbenet.



Figur 3. Flödesschema som visar hur datorstöd kan komma ifråga vid implantatbehandling. Från klinisk undersökning till CT/CBCT av både patient och protes, planering i datamiljö med virtuell implantatplacering på 3D-rekonstruktion av käken och slutligen implantatinstallation med operationsguide, eventuellt tillsammans med utlämnande av förframställd bro. Efter varje moment finns valet att övergå till konventionell teknik för den fortsatta behandlingen.

(implantatinstallation med lambåfri operationsteknik) om det är frågan om helt tandlös käke, eller tandstödd (lambåfri operationsteknik) om det är fråga om partiellt tandlös käke. Ett index gör att bormmallen sitter stabilt i rätt position under tiden som den fixeras till käken med ett antal horisontella förankringspinnar som går genom mallen och in i käkbenet. Denna metod är statisk, d.v.s. implantatens placering är förutbestämda och kan inte ändras under operationen.

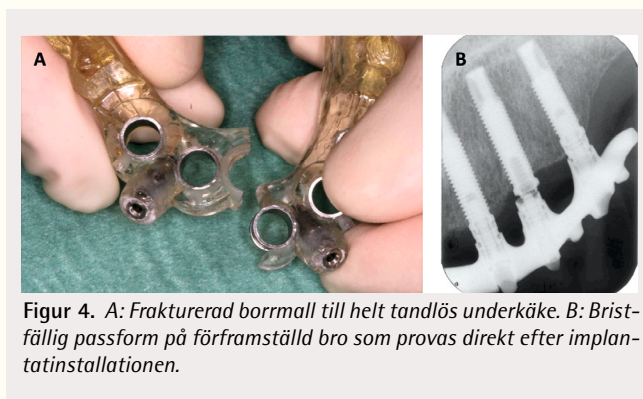
En annan metod för att med datorns hjälp placera implantaten bygger på användande av dioder och sensorer på både patient och kirurgiska instrument, s.k. navigeringssystem. Här kan man i realtid visuellt följa implantatinstallationen på en dataskärm med 3D-rekonstruktion av käken där de planerade positionerna finns utmärkta. Även med denna metod används lambåfri operationsteknik. Denna metod är dynamisk, d.v.s. beslut om implantatens placering kan ändras under operationen.

### Direktbelastning med i förväg framställd implantatstödd bro

Syftet med den virtuella implantatplaceringen i 3D-rekonstruktion var från början att förbättra diagnostiken och planering av implantatens optimala placering i förhållande till tillgänglig benvolym och den efterföljande protetiken. De senaste årens utveckling inom området har lett till att ett flertal statiska system erbjuder hela behandlingskedjan, från datorstödd planering till guidad lambåfri kirurgi och direktbelastning med hjälp av i förväg framställd bro.

Genom att överföra implantatens placeringar i planeringsprogrammet till ett tandtekniskt laboratorium kan en implantatstödd bro, med hjälp av CAD/CAM-teknik, framställas så att den finns färdig till operationstillfället och kan skruvas på plats direkt efter att implantaten installerats (9–11).

Datorstöd inom implantatbehandling kan alltså inbegripa ett eller flera steg med alltifrån undersökning till färdig protetik (Figur 3).



**Figur 4.** A: Frakturerad bormmall till helt tandlös underkäke. B: Bristfällig passform på förframställd bro som provas direkt efter implantatinstallationen.

### Vetenskapligt stöd

Dessa nya tekniker kan erbjuda fördelar för såväl tandläkare som patient och koncepten har ibland lanserats som snabba, enkla, säkra och pålitliga med minimala postoperativa besvär. Det vetenskapliga underlaget för utvärdering av teknikerna är dock fortfarande begränsat.

När implantatbehandling introducerades för mer än 50 år sedan, genomfördes de under noga kontrollerade former där varje förändring först utvärderades i långtidsstudier innan några förändringar i behandlingskonceptet gjordes. Det var troligen en av de viktigaste faktorerna till att behandling med implantat visade så goda resultat och nådde stor framgång. Det är fortfarande viktigt att introduktion av nya tekniker föregås av klinisk forskning med hög vetenskaplig kvalitet. Det innebär att kliniska studier bör möjliggöra jämförelse med konventionella tekniker (kontrollerade kliniska studier). Den snabba teknikutveckling som sker idag leder snabbt till förändrade behandlingskoncept, som kontinuerligt måste utvärderas. Om inte, så kan implantatföretagens marknadsföring av nya tekniker leda till orealistiska kliniska förväntningar gällande såväl behandlingsresultat som användarvänlighet. Dessutom bör utvärderingar av ny teknik innefatta både kostnadsaspekter och patientrelaterat utfall.

I en nyligen publicerad översiktsartikel; 'Clinical advantages of computer guided implant placement: a systematic review' (12),

**Tabell 1.** System för virtuell planering som använts i de studier som utvärderat kliniska parametrar, implantat-överlevnad efter  $\geq 12$  månader eller precision (12, 22)

| System               | Statiskt/ Dynamiskt | Kliniska parametrar* | Implantat-överlevnad | Precision |
|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| Nobel Guide          | S                   | x                    | x                    | x         |
| Simplant             | S                   | x                    |                      | x         |
| coDiagnostiX         | S                   |                      | x                    |           |
| EasyGuide            |                     | S                    | x                    | x         |
| Implant 3D           | S                   |                      | x                    |           |
| Astra Facilitate     | S                   | x                    | x                    |           |
| Med3D                | S                   |                      |                      | x         |
| StealthStation Treon |                     | D                    | x                    | x         |

\* Kliniska parametrar innefattar: Kirurgiska/protetiska komplikationer/oväntade händelser eller patientrelaterat utfall

genomsöktes all tillgänglig vetenskaplig litteratur inom området och resultatet kom att omfatta 28 studier där man använt sig av datorstödd implantatbehandling med guidad kirurgi (Tabell 1). Endast en tredjedel av dessa studier innehöll en jämförande kontrollgrupp. Endast studier som rapporterat kliniskt utfall av behandlingar baserat på minst 5 patienter inkluderades i översiktsartikeln. Implantat- och bro-överlevnad har beräknats på studier med minst 12 månaders uppföljning.

### Tekniska och biologiska komplikationer

Komplikationer eller oväntade händelser i samband med implantatinstallationen och/eller utlämnande av förframställd bro uppstod i 15 av de 17 studier där detta rapporterades.

69% av alla komplikationer/händelser rörde implantatinstallation («kirurgisk komplikation») medan 31% rörde utlämnande av förframställd bro («protetisk komplikation»). Den vanligaste förekommande kirurgiska komplikationen var fraktur av bormall (förekom i 6 studier) och den vanligaste protetiska komplikationen var bristfällig passform på bron (förekom i 8 studier) (Figur 4).

### Implantat- och bro-överlevnad

18 av de studier som inkluderades i översiktsartikeln av Hultin och medarbetare (12) hade i medeltal minst 12 månaders uppföljning. Statiska system med bormall användes i 17 av dessa medan endast en studie använde dynamiskt (navigerande) system. Implantatöverlevnad rapporterades i samtliga dessa studier och varierade mellan 89 och 100% (medel 97%) medan broöverlevnad rapporterades i endast 11 och varierade mellan 62 och 100% (medel 93%). Ingen skillnad i implantatöverlevnad kunde ses mellan implantatinstallation med datorstödd guidad kirurgi eller konventionell teknik. Fem studier med i medel minst 12 månaders uppföljning hade använt sig av kombinationen datorstödd guidad kirurgi och förframställd bro som lämnades ut vid samma tillfälle som implantatinstallationen. Dessa visade i medeltal på 96% (89–100%) implantatöverlevnad och 94% (84–100%) broöverlevnad (Tabell 2).

### Patientrelaterat utfall

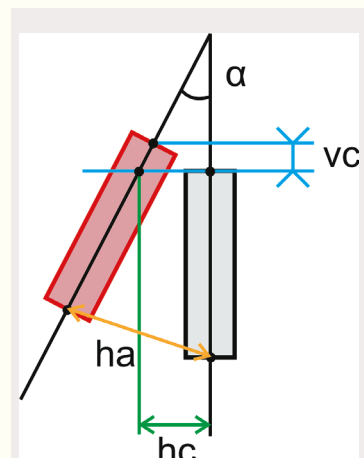
Sju av studierna i Hultin och medarbetares översiktsartikel (12) rapporterade om patientrelaterat utfall och i endast 3 av dessa ingick kontrollgrupp som genomgått konventionell implantatbehandling (Tabell 3).

Generellt så rapporterades mindre postoperativa besvär och smärta i de grupper där man använt lambåfri kirurgi i jämförelse med de som genomgått kirurgi med öppen lambå.

### Precision vid datorstödd implantatbehandling

I en annan nyligen publicerad översiktsartikel; 'Accuracy of computer-aided implant placement' (22), genomsöktes all tillgänglig litteratur som berör precisionen (implantatets slutliga placering i relation till planeringen) vid datorstödd implantatbehandling med guidad kirurgi. Den omfattade totalt 19 studier varav 12 baserades på behandlingar utförda på levande människor, 5 på avlidna människor och 2 på modeller (Tabell 1).

För att mäta precision använder man sig av olika parametrar, bl.a. horisontell avvikelse vid coronala respektive apikala delen av implantatet, vertikal avvikelse vid coronala delen av implantatet och avvikelse när det gäller implantatets lutning mellan den planerade och verkliga implantatplaceringen (Figur 5). Vid en



Figur 5. Parametrar som används för analys av precision genom jämförelse mellan planerad placering i den virtuella datamiljön (grått implantat) och den faktiska placeringen i käkbenet (rött implantat).  $\alpha$  = vinkelavvikelse; ha = horisontell avvikelse vid apex; hc = horisontell avvikelse coronalt; vc = vertikal avvikelse coronalt.

Tabell 2. Sammanfattning av studier med  $\geq 12$  månaders uppföljning, där statistiskt system för datorstödd guidad kirurgi och direktbelastning med i förväg framställd bro använts

| Studie                           | Antal patienter efter bortfall | Antal implantat | Antal implantatförluster | Implantatöverlevnad | Antal komplikationer / oväntade händelser vid broutlämnning | Broöverlevnad |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|---|---------------|
| Johansson et al. 2009 (13)       | 48                             | 312             | 2                        | 99 %                | 15  | 96 %          |
| Komiyama et al. 2008 (14)        | 29                             | 176             | 19                       | 89 %                | 8   | 84 %          |
| Sanna et al. 2007 (11)           | 26                             | 183             | 9                        | 95 %                | ER  | ER            |
| van Steenberghe et al. 2005 (10) | 24                             | 164             | 0                        | 100 %               | 2   | 100 %         |
| Yong & Moy 2008 (15)             | 13                             | 78              | 8                        | 90 %                | 2   | ER            |
| Totalt:                          | 140                            | 913             | 38                       | 96 %                | 27  | 94 %*         |

\*ER = Ej rapporterat; \* = viktad beräkning beroende på populationsstorlek i studierna. Från Hultin et al. 2012 (12)



sammanställning, s.k. meta-analys, kom man fram till att den horisontella avvikelser coronalt i medeltal var 1,0mm (min – max: 0–6,5mm) och apikalt var 1,2mm (0–6,9mm). Den vertikala avvikelser coronalt var 0,5mm (–2,3–4,2mm) och avvikelser gällande lutning var 3,8° (0–24,9°). Värt att notera är att modellstudierna uppvisade de lägsta avvikelserna generellt, medan studierna baserade på patientbehandlingar hade högst avvikelser i 3 av de 4 mätparametrarna.

### Tänkbara situationer där den datorstödda tekniken kan erbjuda fördelar

Konceptet med datorstödd implantatbehandling kan teoretiskt sett erbjuda ett flertal fördelar i individuella situationer;

- Genom att få information om käkbenets anatomi i relation till planerad protetik kan en optimering av implantatens placering göras (s.k. protetisk styrd implantatplacering), något som kan möjliggöra bl.a. förbättrad funktion, estetik och tal (t.ex. genom att få implantaten placerade över planerade tandpositioner och undvikande av ogynnsamma implantatlutningar, broskruvs genomgångar mm) (23, 24).

– Det minimala kirurgiska ingreppet som den lambåfria operationstekniken innebär kan vara fördelaktigt för olika grupper av «sköra» patienter; t.ex. strålbehandlade eller när omfattande bentransplantationer har genomförts (25, 26).

– Den lambåfria tekniken kan också vara fördelaktigt för patienter med uttalad tandvårdsrädsla eftersom metoden erbjuder kortare operationstid och mindre postoperativa besvär (17, 21).

– Genom att få tredimensionell information om käkbenet hos patienter med kraftigt resorberade käkar, kan behovet av bentransplantationer minskas.

Tabell 3. Studier som rapporterat patientrelaterat utfall

| Studie                           | Studie design | Patient grupper                                | Utvärderade variabler   | Metoder                    | Utfall   |
|----------------------------------|---------------|--|---|----------------------------|--|
| Abad-Gallegor et al. 2011 (16)   | RO            | GK LF (19 pat)                                 | Patientens välbefinnande efter kirurgi och belåtenhet med den direktframställda temporära och den permanenta implantatbron.   | Intervju                   | Patientens välbefinnande: 95 % gott, väldigt gott eller utmärkt. Belåtenhet med den direktframställda temporära bron: 84 % god, väldigt god eller utmärkt. Belåtenhet med den permanenta bron: 100 % god, väldigt god eller utmärkt.             |
| Arisan et al. 2010 (17)          | PK            | GK LF (15 pat), GK ÖL (16 pat), KK ÖL (21 pat) | Postoperativ smärta, antal smärtstillande preparat, blödning och trismus (dag 1 till 6 efter kirurgi).                        | VAS                        | Lambåfri guidad kirurgi resulterade i mindre postoperativ smärta, mindre blödning och mindre trismus.  |
| Fortin et al. 2006 (18)          | RCT           | GK LF (30 pat), KK ÖL (30 pat)                 | Postoperativ smärta, antal smärtstillande preparat, svullnad och blåmärken (dag 1 till 7 efter kirurgi).                      | VAS                        | Lambåfri guidad kirurgi resulterade i mindre postoperativ smärta under kortare tid och mindre svullnad och blåmärken.  |
| Lindeboom & van Wijk 2010 (19)   | RCT           | GK LF (8 pat), GK ÖL (8 pat)                   | Emotionell påverkan, ångest, livskvalitet och smärta (före kirurgi, operationsdagen, dag 1 till 7 och 1 månad efter kirurgi). | IES-R, s-DAI, OHIP-14, NRS | Ingen skillnad kunde ses mellan grupperna gällande emotionell påverkan och ångest. Gruppen med öppen lambåteknik rapporterade mindre påverkan på livskvalitet och hade fler patienter som inte kände någon smärta alls vid implantatoperationen. |
| Nikzad et al. 2010 (20)          | PO            | GK LF (16 pat)                                 | Postoperativ smärta (2 dagar and 1 vecka efter kirurgi) och oral funktion (3, 6 och 12 månader efter kirurgi).                | VAS                        | «Alla patienter rapporterade «litet» eller «ingen» smärta, och bedömningen av funktionen varierade från acceptabel till utmärkt, utom i ett fall.»   |
| Nkenke et al. 2007 (21)          | PK            | GK LF (5 pat), KK ÖL (5 pat)                   | Smärta och obehag (operationsdagen och dag 1 och 7 efter kirurgi).  | VAS                        | Lambåfri guidad kirurgi resulterade i mindre postoperativ smärta   |
| van Steenberghe et al. 2005 (10) | PO            | GK LF (27 pat)                                 | Tal, oral funktion, estetik och taktil perception (3 månader efter kirurgi).  | VAS                        | De flesta patienterna rapporterade höga värden (över 5 på VAS skala) för tal (89 %), oral funktion (100 %), estetik (89 %) och taktil perception (81 %).   |

«RO = Retrospektiv observationsstudie; PK = Prospektiv kontrollerad studie; RCT = Randomiserad kontrollerad studie; PO = Prospektiv observationsstudie GK = Guidad kirurgi; KK = Konventionell kirurgi; LF = Lambåfri; ÖL = Öppen lambå; VAS = Visuellt analog skala; IES-R = «Impact of Event Scale-Revised»; s-DAI = «Dental Anxiety»; OHIP-14 = «Oral health-related quality of life»; NRS = «Numerical rating scale»  
Från Hultin et al. 2012 (12)

transplantation minska eftersom implantaten kan placeras optimalt i tillgänglig benvolym (27).

## Konklusion

Datorstödd implantatbehandling kan erbjuda fördelar för såväl tandläkare som patient. Utifrån det begränsade vetenskapliga underlaget som finns gällande dessa nya tekniker kan man konstatera att:

- Komplikationer (främst relaterade till själva bormmallen/operationsguiden) har rapporterats i samband med implantatinstallation.

- Guidad kirurgi ger god precision, men stora avvikelser (upp till 6mm) kan förekomma.

- Lambåfri teknik kan minska postoperativa besvär och smärta.

- Om den guidade kirurgin kombineras med direktbelastning med förframställd bro har komplikationer gällande framför allt bristfällig passform rapporterats.

- Ingen skillnad föreligger avseende implantatöverlevnaden på kort sikt (12 månader) mellan behandlingar utförda med datorstödd guidad kirurgi och behandlingar utförda med konventionell kirurgisk teknik.

- Tandläkare som arbetar med dessa tekniker bör ha minst lika mycket kunskap och erfarenhet som när konventionella kirurgiska och protetiska tekniker används.

## English summary

Svensson KG, Trulsson M, Hultin M.

### Computer aided implant treatment

*Nor Tannlegeforen Tid. 2014; 124: 18–24.*

The use of computer assistance in implant dentistry has increased during the last decade, mostly due to the achievements in radiographic 3D imaging technique and computer technology. The computer assistance involves CBCT, virtual planning of implant position as well as prosthesis design prior to implant placement. The virtual planning can be transferred to the actual clinical settings by fabrication of a surgical guide (drill template) for flapless implant placement. In addition, a fixed prosthesis can be fabricated in advance for immediate loading. Although the computer guided techniques can offer advantages for the dentist as well as the patient, the scientific base for objective evaluation is still limited. Technical and biological complications may occur, and despite good precision in general, large deviations have been reported. Survival rate for computer guided placed implants (96%, 12 months) are comparable to implants placed using conventional techniques. Clinical advantages for the patients, particularly less postoperative discomfort, can mainly be attributed to the flapless approach. The computer guided techniques may also be attractive to use in patients with dental fear or frail patient groups as the flapless method allows implant installation with minimal surgical trauma. In addition, the techniques might be useful as alternative to bone augmentation in severely resor-

bed jaws as they enable optimal positioning of the implants in available bone.

## Referenser

1. Albrektsson, T., Dahl, E., Enbom, L., Engevall, S., Engquist, B., Eriksson, A.R., Feldmann, G., Freiberg, N., Glantz, P.O., Kjellman, O. & et al. (1988) Osseointegrated oral implants. A Swedish multi-center study of 8139 consecutively inserted Nobel Pharma implants. *Journal of Periodontology* 59: 287–296.
2. Lekholm, U., Gunne, J., Henry, P., Higuchi, K., Lindén, U., Bergström, C. & van Steenberghe, D. (1999) Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 14: 639–645.
3. Ekelund, J.A., Lindquist, L.W., Carlsson, G.E. & Jemt, T. (2003) Implant treatment in the edentulous mandible: A prospective study on Brånemark system implants over more than 20 years. *The International Journal of Prosthodontics* 16: 602–608.
4. Pjetursson, B.E., Tan, K., Lang, N.P., Brägger, U., Egger, M. & Zwahlen, M. (2004) A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clinical Oral Implants Research* 15: 625–642.
5. Jemt, T. & Johansson, J. (2006) Implant treatment in the edentulous maxillae: a 15-year follow-up study on 76 consecutive patients provided with fixed prostheses. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 8: 61–69.
6. Jung, R.E., Schneider, D., Ganeles, J., Wismeijer, D., Zwahlen, M., Hammerle, C.H. & Tahmaseb, A. (2009) Computer Technology Applications in Surgical Implant Dentistry: A Systematic Review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 24: 92–109.
7. Schneider, D., Marquardt, P., Zwahlen, M. & Jung, R.E. (2009) «A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry.» *Clinical Oral Implants Research* 20 Suppl 4: 73–86.
8. D'haese, J., Van De Velde, T., Komiyama, A., Hultin, M. & Bruyn, H. (2010). Accuracy and Complications Using Computer-Designed Stereolithographic Surgical Guides for Oral Rehabilitation by Means of Dental Implants: A Review of the Literature. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* [Epub ahead of print]
9. van Steenberghe, D., Naert, I., Andersson, M., Brajnovic, I., Van Cleynenbreugel, J. & Suetens, P. (2002) A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 17: 663–70.
10. van Steenberghe, D., Glauser, R., Blombäck, U., Andersson, M., Schutyser, F., Pettersson, A. & Wendelhag, I. (2005) A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicenter study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 7 Suppl 1: 111–120.
11. Sanna, A., Molly, M.L. & van Steenberghe, D. (2007) Immediately loaded CAD-CAM manufactured fixed complete dentures using flapless implant placement procedures: a cohort study of consecutive patients. *Journal of Prosthetic Dentistry* 97: 331–339.
12. Hultin, M., Svensson, K.G. & Trulsson, M. (2012) Clinical advantages of computer-guided implant placement: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research* 23 Suppl 6: 124–35.
13. Johansson, B., Friberg, B. & Nilsson, H. (2009) Digitally planned, immediately loaded dental implants with prefabricated prostheses in the reconstruction of edentulous maxillae: a 1-year prospective, multicenter study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 11: 194–200.
14. Komiyama, A., Klinge, B. & Hultin, M. (2008) Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws follo-

wing computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clinical Oral Implants Research* 19: 677–685.

15. Yong, LT. & Moy, PK. (2008). Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided (NobelGuide (TM)) surgical implant placement: An evaluation of early clinical results. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 10: 123–127.

16. Abad-Gallegos, M., Gómez-Santos, L., Sánchez-Garcés, MA., Piñera-Penalva, M., Freixes-Gil, J., Castro-García, A. & Gay-Escoda, C. (2011). Complications of guided surgery and immediate loading in oral implantology: a report of 12 cases. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* 16: e220–224.

17. Arisan, V., Karabuda, CZ. & Ozdemir, T. (2010). Implant surgery using bone- and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standard techniques. *Clinical Oral Implants Research* 21: 980–988.

18. Fortin, T., Bosson, JL., Isidori, M. & Blanchet, E. (2006) Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 21: 298–304.

19. Lindeboom, JA. & van Wijk, AJ. (2010) A comparison of two implant techniques on patient-based outcome measures: a report of flapless vs. conventional flapped implant placement. *Clinical Oral Implants Research* 21: 366–370.

20. Nikzad, S. & Azari, A. (2010) Custom-Made Radiographic Template, Computed Tomography, and Computer-Assisted Flapless Surgery for Treatment Planning in Partially Edentulous Patients: A Prospective 12-Month Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 68: 1353–1359.

21. Nkenke, E., Eitner, S., Radespiel-Tröger, M., Vairaktaris, E., Neukam, FW. & Fenner, M. (2007) Patient-centred outcomes comparing transmucosal implant placement with an open approach in the ma-

xilla: a prospective, non-randomized pilot study. *Clinical Oral Implants Research* 18: 197–203.

22. van Assche, N., Vercruyssen, M., Coucke, W., Teughels, W., Jacobs, R. & Quirynen M. (2012) Accuracy of computer-aided implant placement. *Clin Oral Implants Res.* 23 Suppl 6: 112–23.

23. Hämmerle, CH., Stone, P., Jung, RE., Kapos, T. & Brodala, N. (2009) Consensus statements and recommended clinical procedures regarding computer-assisted implant dentistry. *International Journal of Oral Maxillofacial Implants* 24 Suppl: 126–131.

24. Sanz, M. & Naert, I. (2009) Biomechanics/risk management (Working Group 2). *Clinical Oral Implants Research* 20 Suppl 4: 107–111.

25. Horowitz, A., Orentlicher, G. & Goldsmith, D. (2009) Computerized implantology for the irradiated patient. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 67: 619–623.

26. Barter, S. (2010). Computer-aided implant placement in the reconstruction of a severely resorbed maxilla—a 5-year clinical study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 30: 627–637.

27. Fortin, T., Isidori, M. & Bouchet, H. (2009) Placement of posterior maxillary implants in partially edentulous patients with severe bone deficiency using CAD/CAM guidance to avoid sinus grafting: a clinical report of procedure. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 24: 96–102.

*Adresse: Krister Svensson, Karolinska Institutet, Institutionen för odontologi, Box 4064, 141 04 Huddinge, Sverige. E-post: krister.svensson@ki.se*

*Artikkelen har gjennomgått eksternt faglig vurdering.*

*Svensson KG, Trulsson M, Hultin M. Datorstödd implantatbehandling. Nor Tannlegeforen Tid. 2014; 124: 18–24.*