

## ABSTRACT

**BAGGRUND** - Implantatretineret protetisk rehabilitering af den helt eller delvist tandløse maksil eller mandibel med konventionelle implantater kan være vanskelig eller umulig som følge af udtalt svind af processus alveolaris efter tab af tænder eller større knogledefekt efter ablativ kirurgi. Et patientspecifikt implantat er et individualiseret implantat, som designes og fremstilles med præcis tilpasning til knoglen. Implantatet fikseres på knogleoverfladen, hvorfor forudgående genopbygning af processus alveolaris ikke er nødvendig, og det patientspecifikke implantat kan belastes immediat.

**PATIENTTILFÆLDE** - I nærværende artikel præsenteres en 73-årig mand, som blev rehabiliteret med et patientspecifikt implantat som følge af manglende knogle og kompromitteret mundslimhinde i højre side af maksillen efter tidligere ablativ kirurgi.

**KONKLUSION** - Patientspecifikke implantater kan være et behandlingsalternativ i de patienttilfælde, hvor genopbygning af processus alveolaris og efterfølgende implantatindsættelse ikke er muligt for at opnå et tilfredsstillende behandlingsresultat.

**EMNEORD** Dental rehabilitation | patient-specific implants | preprosthetic oral | surgery | oral health-related quality of life



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:  
**KASPER STOKBRO**  
kasper.stokbro@rsyd.dk

## Protetisk rehabilitering efter partiel maksilektomi med patientspecifikt implantat

**KASPER STOKBRO**, forskningsansvarlig overtandlæge, lektor, ph.d., specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, Kæbekirurgisk Afdeling, Odense Universitetshospital, og Klinisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet

**SODABA GHAWSI-VESTERGAARD**, overtandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, Kæbekirurgisk Afdeling, Odense Universitetshospital, og Klinisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet

**KIMIE BOLS ØSTERGAARD**, tandlæge under videreuddannelse til specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi. Kæbekirurgisk Afdeling, Aalborg Universitetshospital

**ISABEL MARIA GOMES SOUTO**, tandlæge, MSc in Oral Implantology. Kæbekirurgisk Afdeling, Odense Universitetshospital, og Klinisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet

**MAIKEN BAGGER**, klinikleder, afdelingstandlæge, Specialcenter for Voksentandpleje, Specialtandplejen, Sundhed og Kultur, Aalborg

**THOMAS STARCH-JENSEN**, klinisk professor, overtandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, postgraduat klinisk lektor, ph.d., Kæbekirurgisk Afdeling, Aalborg Universitetshospital, og Klinisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet

► Accepteret til publikation den 17. juni 2024

[Online før print]

**IMPLANTATRETINERET PROTETISK REHABILITERING** af den helt eller delvist tandløse atrofiske maksil og mandibel er ofte vanskelig eller umulig som følge af udtalt svind af processus alveolaris efter tab af tænder eller større knogledefekt som følge af ablativ kirurgi. Genopbygning af processus alveolaris med autolog knogletransplantat fra hoftekammen eller mandiblen er derfor ofte nødvendig før implantatindsættelse, således at implantaterne kan placeres i den optimale tredimensionelle (3D) position for den senere protetiske rekonstruktion. Autologt knogletransplantat fra hoftekammen eller mandiblen anvendes almindeligvis i forbindelse med større genopbygninger af processus alveolaris (1,2). Imidlertid er anvendelsen af autologt knogletransplan-

tat forbundet med en risiko for donorstedsmorbiditet og komplikationer samt uforudsigelig resorption af det genopbyggede område (3-5). Mindre invasive behandlingsmodaliteter anvendes derfor i stigende grad til protetisk rehabilitering af den helt eller delvist tandløse atrofiske maksil og mandibel med det formål at mindske morbiditeten og behandlingsvarigheden (5-7).

Protetisk rehabilitering med et patientspecifikt implantat (PSI) benytter en forholdsvis ny teknik, som anvendes i særlige patienttilfælde, hvor behandling med genopbygning af processus alveolaris og efterfølgende indsættelse af konventionelle implantater ikke er muligt. PSI er et individualiseret titaniumimplantat, som designes ved virtuel behandlingsplanlægning og fikseres subperiostalt på knogleoverfalden med osteosynteseskruer. Teknikken bag fremstillingen af PSI benyttes også ved ortodontisk-kirurgisk behandling eller større rekonstruktioner af kæben, hvor kæbeflytningen eller rekonstruktionen fastholdes med PSI (8,9).

I nærværende artikel præsenteres et patienttilfælde, som er protetisk rehabiliteret med PSI efter ablativ kirurgisk behandling af et planocellulært karcinom.

#### PATIENTTILFÆLDE

En 72-årig mand blev henvist fra egen tandlæge til vurdering af slimhindeforandring med udstrækning langs processus alveolaris regio 7+ til 3+ (Fig. 1A). Slimhindeforandringen udviste et klinisk malignt udseende med mindre ulcerationer, inhomogen overflade, induration af vævet og let begyndende randformede volde anterior og posterior i udstrækningen. Patienten blev henvist til hoved-hals-cancer-pakkeforløb som følge af oplagt malignitetsuspicio. Histologisk diagnose efter biopsi viste planocellulært karcinom, som blev behandlet på Plastik Kirurgisk Afdeling, Odense Universitetshospital, med

partiel maksilektomi, hvor defekten blev lukket med vævslap fra kinden. Tumoren var radikalt fjernet uden supplerende strålebehandling. Patienten blev efter en recidivfri kontrolperiode på samlet et år henvist til Kæbekirurgisk afdeling for protetisk rehabilitering som følge af tyggefunktionelle gener samt for at opretholde normalvægt.

#### Klinisk undersøgelse

Intraoral undersøgelse viste manglende tænder i højre side af maksillen samt kompromitteret omslagsfold som følge af tidligere ablativ kirurgi (Fig. 1B). Patienten var partielt betandet i mandiblen, hvor der senere var planlagt implantatretineret protetisk rehabilitering hos egen tandlæge.

#### Radiologisk undersøgelse

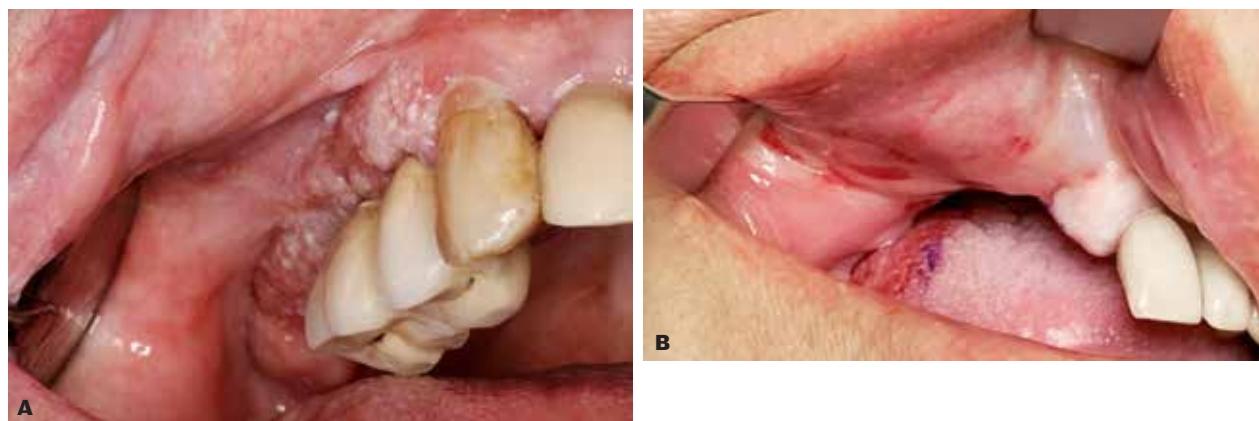
Cone Beam Computer Tomografi (CBCT)-scanning viste en stor knogledefekt i højre side af maksillen.

#### Behandlingsplanlægning

Som følge af den udtalte knogledefekt i højre side af maksillen samt kompromitteret omslagsfold var det ikke muligt at fremstille en implantatretineret protetisk rekonstruktion baseret på konventionelle implantater, zygomaimplantater eller aftagelig protetik med et forudsigeligt og succesfuldt behandlingsresultat. Der fandtes derfor indikation for protetisk rehabilitering med et patientspecifikt implantat.

CBCT-scanning af maksillen samt intraoral overfladescanning af mundslimhinden i maksillen og mandiblen blev uploadet til et webbaseret computersoftwareprogram (IPS-gate, KLS Martin IPS Service UK Ltd, Cardiff, UK) for design og fremstilling af et patientspecifikt implantat, som blev fabrikeret med multi-unit abutments (Fig. 2A). Under planlægningen ses tynd knogle ved processus alveolaris samt laterale del af maksillen (Fig. 2B). ▶

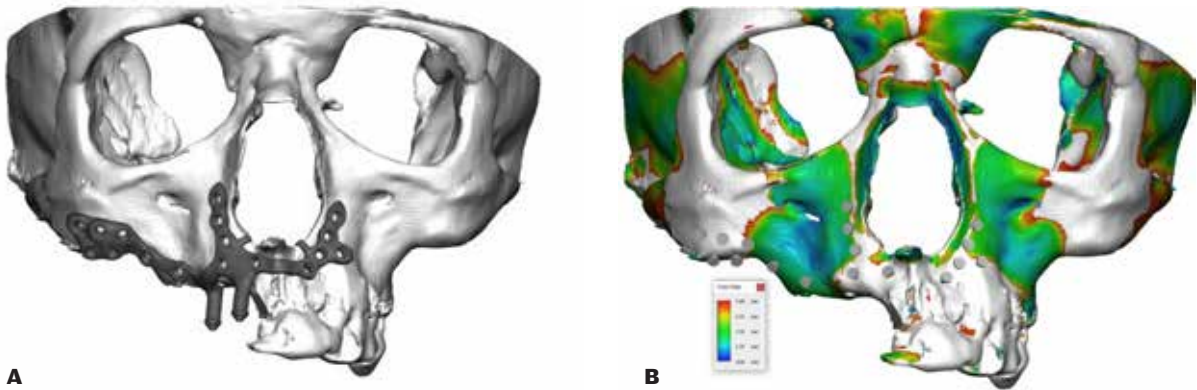
## Klinisk undersøgelse



**Fig. 1. A.** Initial klinisk undersøgelse viste tegn på malign slimhindeforandring langs processus alveolaris (planocellulært karcinom). **B.** Klinisk undersøgelse efter ablativ kirurgi viste en større knogledefekt og kompromitteret omslagsfold i højre side af maksillen.

**Fig. 1. A.** Initial clinical examination showed signs of malignant soft tissue pathology along the alveolar process (squamous cell carcinoma). **B.** Clinical examination revealed a major bony defect and compromised vestibulum in the right side of the maxilla after ablative surgery.

## Design og fremstilling af det patientspecifikke implantat



**Fig. 2. A.** Det patientspecifikke implantat er designet og fabrikeret med multi-unit abutments ved hjælp af et webbaseret computersoftwareprogram (IPS-gate, KLS Martin). **B.** Tredimensionel simulationsmodel visende tykkelsen af knoglen svarende til de respektive skruehuller.

**Fig. 2. A.** The patient-specific implant is designed and fabricated with multi-unit abutments using a web-based computer software program (IPS-gate, KLS Martin). **B.** A three-dimensional simulation model showing the thickness of the bone corresponding to the respective screw holes.

### Kirurgisk procedure

I generel anæstesi blev der lagt en incision i højre side af maksillen svarende til den oprindelige omslagsfold gående frem over midtlinjen. Slimhinde og periost blev frirougeret svarende til os zygomaticus og paranasalt. PSI blev afprøvet på knoglen og fandtes med entydig tilpasning (Fig. 3A). Svarende til placeringen af abutments blev der lagt en incision gennem dækkende slimhinde, således multi-unit abutments var eksponeret i mundhulen. Det patientspecifikke implantat blev fikseret med osteosynteseskruer. Afslutningsvis blev slimhinden sutureret (Fig. 3B), og den midlertidige 3D-printede kompositbro blev monteret postoperativt. Det postoperative forløb var komplikationsfrit, og

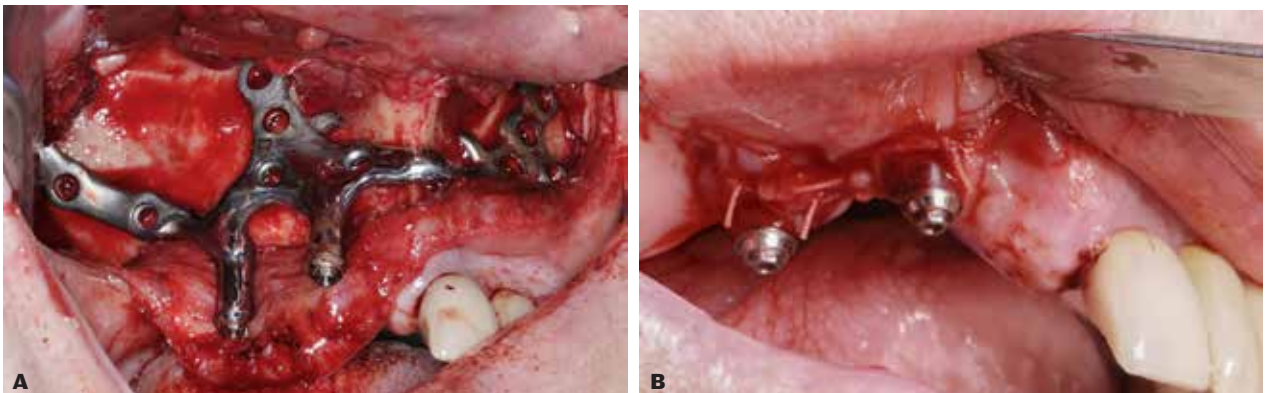
postoperativ CBCT-scanning af maksillen viste tilfredsstillende placering af implantatet (Fig. 4). Den endelige protetiske rekonstruktion vil blive fremstillet efter 4-6 måneders forløb.

### DISKUSSION

I nærværende artikel beskrives et patienttilfælde, hvor det blev vurderet, at en behandlingsløsning med enten aftagelig eller fastsiddende implantatretineret rekonstruktion ikke ville have resulteret i en succesfuld behandling med mulighed for sufficient renhold omkring implantaterne.

PSI anvendes i stigende grad til protetisk rehabilitering af patienter, hvor det ikke er muligt at indsætte konventionelle

### Kirurgisk procedure



**Fig. 3. A.** Det patientspecifikke implantat blev afprøvet på knoglen og fandtes med entydig tilpasning. **B.** Slimhinden blev afslutningsvis sutureret.

**Fig. 3. A.** The patient-specific implant is seen with precise adaptation to the maxilla. **B.** Finally, the mucosa is sutured.

implantater uden en forudgående genopbygning af processus alveolaris (10-16). Imidlertid foreligger der ingen sammenlignende undersøgelser af en implantatretineret protetisk rehabilitering baseret på PSI sammenlignet med indsættelse af konventionelle implantater forudgået af genopbygning af processus alveolaris eller ved anvendelse af mindre invasive behandlingsmetoder som all-on-four implantatindsættelse eller styret knogleregeneration.

PSI minder i udseendet om de tidligere subperiostale implantater, som blev introduceret i begyndelsen af 1940'erne til protetisk rehabilitering af tandløse patienter med udtalt atrofi af processus alveolaris (17). De tidligere subperiostale implantater blev fremstillet på baggrund af et aftryk på knogleoverfladen, som medførte en ekstra opklapning til knogleoverfladen. Subperiostale implantater blev fremstillet i en krom-koboltlegering og placeret oven på processus alveolaris uden fiksering til den underliggende knogle. Dette medførte, at implantaterne ofte blev indlejret i bindevæv eller eksponeret til mundhulen, hvorfor de subperiostale implantater måtte fjernes på grund af infektion eller smerter (17). PSI fremstilles i titanium og placeres ligeledes oven på knogleoverfladen, men fikseres til knoglen ved hjælp af osteosynteseskruer, således implantatet er fastsiddende og kan belastes immediat.

Nyligt publicerede systematiske oversigtsartikler har vist høj implantatoverlevelse (97,8 %) efter protetisk rehabilitering med PSI (12,13). Imidlertid fandtes en relativt høj hyppighed af biologiske komplikationer (infektion, dehiscence, periimplantitis) varierende mellem 5,7 % og 43,8 %, mens mekaniske komplikationer (fraktur af midlertidig protese,

## Klinisk relevans

**Protetisk rehabilitering med patientspecifikke implantater kan anvendes i særlige patienttilfælde uden forudgående knoglegenopbygning på trods af udtalt atrofi af processus alveolaris eller manglende knogle efter tidligere traume samt ved ablative kirurgi. Et patientspecifikt implantat er et individualiseret titaniumimplantat, som designes i et computerbaseret softwareprogram, som er præcist tilpasset patientens anatomi på basis af en CT-scanning og intraoral scanning af mundslimhinden. Fremstilling af patientspecifikke implantater er omkostningstung, hvorfor teknikken primært anvendes i de patienttilfælde, hvor traditionel behandling med genopbygning af processus alveolaris og efterfølgende indsættelse af konventionelle implantater ikke er muligt for at opnå et tilfredsstillende behandlingsresultat.**

porcelænsfraktur, løsning af abutmentskruerne) forekom hos 6,3 % til 20,0 % af patienterne (12). De inkluderede undersøgelser var primært kohorteundersøgelser og karakteriseret ved stor heterogenitet og kort observationsperiode (12,13). Der er således behov for langtidsundersøgelser og sammenlignelige undersøgelser, før indikationen for anvendelse af PSI kan præciseres nærmere.

Patienttilfredshed og ændring i livskvaliteten efter protetisk rehabilitering med PSI er tidligere blevet undersøgt hos pa- ▶

## Postoperativ radiologisk undersøgelse



**Fig. 4.** CBCT-scanning viste tilfredsstillende placering og fiksering af det patientspecifikke implantat.  
**Fig. 4.** CBCT-scan demonstrated satisfactory placement and fixation of the patient-specific implant.



tienter med større knogledefekter efter benign og malign ablative kirurgi, også i kombination med postoperativ strålebehandling (15,16). Spørgeskemaundersøgelserne viste væsentlig bedring af livskvaliteten og trykfunktionen, specielt i de patienttilfælde, hvor der var foretaget protetisk rehabilitering i maksillen med en fastsiddende protetisk rekonstruktion (15,16).

## KONKLUSION

Protetisk rehabilitering med PSI kan i særlige patienttilfælde være en egnet behandlingsmodalitet. Behandling med PSI er

særdeles omkostningstung med en indkøbspris på 32-37.000 kr. Dertil kommer omkostningerne til osteosynteseskruer til fiksering af PSI. Behandling med PSI medfører ofte kortere operationstid og kortere indlæggelse sammenlignet med autologt knogletransplantat fra hoftekammen. Den reducerede operationstid og indlæggelse kan opveje noget af den øgede indkøbspris, men langt fra hele udgiften. Den øgede udgift forbundet med PSI medfører, at behandlingen stadig forbeholdes særlige patienttilfælde som cancerpatienter, hvor rehabilitering er særligt udfordrende efter større resektion. ♦

## ABSTRACT (ENGLISH)

### PROSTHETIC REHABILITATION USING PATIENT-SPECIFIC DENTAL IMPLANT AFTER HEMI-MAXILLECTOMY

**BACKGROUND** - Implant-retained prosthetic rehabilitation of the fully or partially edentulous maxilla and mandible with conventional implants may be compromised or impossible due to severe atrophy of the alveolar ridge following tooth loss or a severe bony defect following ablative surgery. Patient-specific implants are individualised implant that are designed and manufactured to be precisely adapted to the alveolar ridge. The implant is fixed on the bone, so that prior

alveolar ridge augmentation is not necessary and immediate loading is possible.

**CASE STUDY** - In the present paper, the case of a 73-year-old man is presented. He was rehabilitated with a patient-specific implant due to a severe bone defect and compromised mucosa in the upper right maxilla with caused by ablative surgery.

**CONCLUSION** - Patient-specific implants can be a treatment alternative in those patients where, to obtain satisfactory outcome, alveolar ridge augmentation prior to implant placement is not feasible.

## LITTERATUR

1. Sjöström M, Sennerby L, Nilson H et al. Reconstruction of the atrophic edentulous maxilla with free iliac crest grafts and implants: a 3-year report of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007;9:46-59.
2. Chappuis V, Cavusoglu Y, Buser D et al. Lateral ridge augmentation using autogenous block grafts and guided bone regeneration: a 10-year prospective case series study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017;19:85-96.
3. Starch-Jensen T, Deluiz D, Deb S et al. Harvesting of autogenous bone graft from the ascending mandibular ramus compared with the chin region: a systematic review focusing on complications and donor site morbidity. *J Oral Maxillofac Res* 2020;11:e1,1-18.
4. Carlsen A, Gorst-Rasmussen A, Jensen T. Donor site morbidity associated with autogenous bone harvesting from the ascending mandibular ramus. *Implant Dent* 2013;22:503-6.
5. Vinther K, Starch-Jensen T, Jensen SS. Protetisk rehabilitering af den atrofiske tandløse maksil med zygomaimplantater eller all-on-four implantatindsættelse. *Tandlægebladet* 2019;123:1048-56.
6. Starch-Jensen T, Mordenfeld A, Becktor JP et al. Split-crest-teknik eller styret knogleregeneration som behandlingsalternativ til lateral genopbygning med en autolog knogleblok. *Tandlægebladet* 2022;126:498-505.
7. Mordenfeld A, Aludden H, Starch-Jensen T. Lateral ridge augmentation with two different ratios of deproteinized bovine bone and autogenous bone: a 2-year follow-up of a randomized and controlled trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017;19:884-94.
8. Holte MB, Thesbjerg K, Thorn JJ. Digitalt workflow i ortodontisk-kirurgisk behandlingsplanlægning. *Tandlægebladet* 2021;125:746-54.
9. Kofod T, Andersen SWM, Nyberg J et al. Virtuel kirurgisk planlægning og behandling af osteonekrose. *Tandlægebladet* 2021;125:862-9.
10. Dimitroulis G, Gupta B, Wilson I et al. The atrophic edentulous alveolus. A preliminary study on a new generation of subperiosteal implants. *Oral Maxillofac Surg* 2023;27:69-78.
11. Vatteroni E, Covani U, Menchini Fabris GB. The new generation of subperiosteal implants for patient-specific treatment of atrophic dental arches: literature review and two case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2023;43:735-41.
12. Herce-López J, Pingarrón MDC, Tofé-Povedano Á et al. Customized subperiosteal implants for the rehabilitation of Atrophic Jaws: a consensus report and literature review. *Biomimetics (Basel)* 2024;9:61.
13. Anitua E, Eguía A, Staudigl C et al. Clinical performance of additively manufactured subperiosteal im-
- plants: a systematic review. *Int J Implant Dent* 2024;10:4.
14. Korn P, Gellrich NC, Jehn P et al. A new strategy for patient-specific implant-borne dental rehabilitation in patients with extended maxillary defects. *Front Oncol* 2021;11:718872.
15. Jehn P, Spalthoff S, Korn P et al. Oral health-related quality of life in tumour patients treated with patient-specific dental implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020;49:1067-72.
16. Jehn P, Korn P, Spalthoff S et al. Dental rehabilitation in irradiated oral cancer patients using patient-specific dental implants - clinical outcome and oral health-related quality of life. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 2024;125:101674.
17. Schou S, Pallesen L, Hjørting-Hansen E et al. A 41-year history of a mandibular subperiosteal implant. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:171-8.