

## ABSTRACT

**BAGGRUND** - Behandling af benigne og maligne tumorer omfatter resektion og funktionel rekonstruktion med efterfølgende oral rehabilitering. Med udvikling og brugen af virtuel kirurgisk planlægning er omfattende knoglekonstruktion af ansigtsskelettet blevet mere præcis og forudsigelig. Behandlingen omfatter segmentering af tumor, fremstilling af patientspecifikke guides til resektion og for tilpasning af transplantat. Ved kirurgisk behandling af benigne tumorer er det oftest muligt at anvende patientspecifikke implantater.

**PATIENTTILFÆLDE** - 75-årig kvinde henvist til Afdeling for Kæbekirurgi Rigshospitalet for diagnostik og behandling af multicystisk opklaring i underkæben. Histologisk undersøgelse efter biopsi viste ameloblastom. Der blev foretaget virtuel kirurgisk planlægning, og behandlingen omfattede resektion af corpus mandibulae regio 33 til ramus mandibulae på venstre side. Efterfølgende rekonstruktion blev foretaget på baggrund af spejling af mandiblens modsatte sides anatomi med patientspecifikke implantater involverende ossøs rekonstruktion med avaskulært knogletransplantat.

**KONKLUSION** - Virtuel kirurgisk planlægning og brugen af patientspecifikke implantater gør det muligt at udføre behandling af benigne såvel som maligne tumorer med et bedre resultat og større nøjagtighed, samtidig med at operationstiden forkortes.

**EMNEORD** Virtual surgical planning | reconstruction | patient specific implants | time | precision



Korrespondanceansvarlig forfatter:

**THOMAS KOFOD**

thomas.steengaard@regionh.dk

## Virtuel kirurgisk planlægning og behandling af benign tumor i underkæben

**THOMAS KOFOD**, ledende overtlæge, ph.d., Afdeling for Kæbekirurgi, Rigshospitalet, Københavns Universitetshospital

► Accepteret til publikation den 23. april 2021

Tandlægebladet 2021;125:xxx-xxx

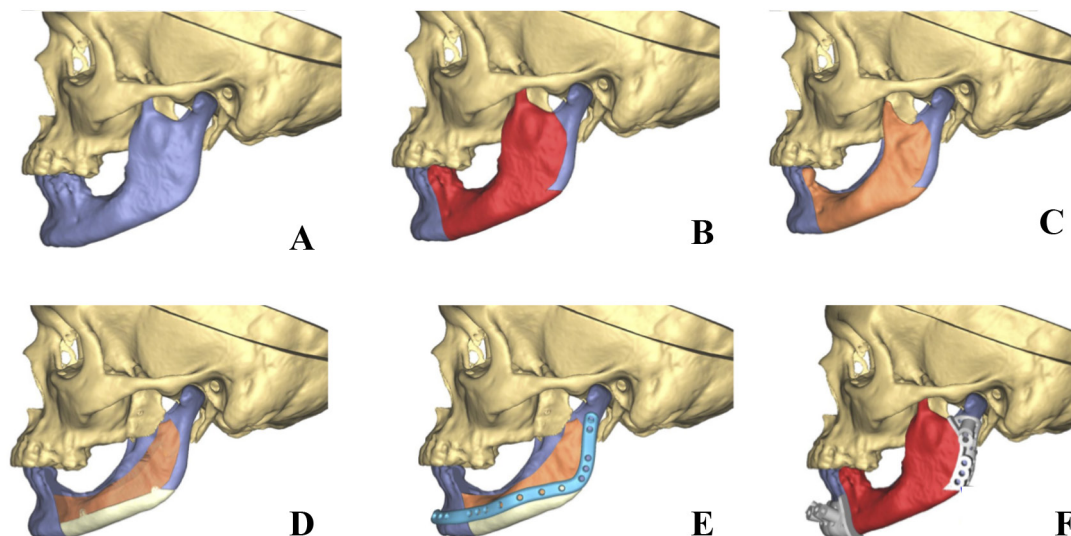
**K**irurgisk behandling af en tumor, der nødvendiggør kontinuitetsresektion af underkæben, er meget mutilerende for patienten og stiller krav til den efterfølgende rekonstruktion for at sikre ikke bare funktion og komfort, men også æstetik (1). Ansigtsskelettets særlige tredimensionelle anatomi vanskeliggør rekonstruktion af de efterladte kirurgiske defekter efter fjernelse af omfattende benigne eller maligne tumorer. Resektion af den benigne tumor omfatter oftest alene knogle omfattende tumoren med minimum 10 mm tilgrænsende sund knogle samt afficeret periost, hvor der er gennemvækst af knoglen (2). Patienten har således oftest ikke behov for blødtvævsrekonstruktion. Ved brug af virtuel kirurgisk planlægning kan den kirurgiske resektions defekt visualiseres, og det kan præcist vurderes, hvilket rekonstruktivt behov der skal efterkommes, fx om defekten kræver lukning med bløddelslap, rekonstruktion med knogle og patientspecifikke implantater (PSI) for at genopbygge anatomen og funktionen (3).

### PATIENTTILFÆLDE

En 76-årig kvinde blev henvist i 2014 til Afdeling for Kæbekirurgi Rigshospitalet, Københavns Universitetshospital, med henblik på diagnostik og behandling af multicystisk opklaring i venstre side af underkæben.

Subjektivt oplevedes lokale symptomer igennem en måned i form af lokal ømhed, sivning af klar væske med dårlig smag og lokal hævelse svarende til venstre kind. Patienten angav normal sensibilitet. Objektivt observeredes palpatorisk hård ekspansion medialt svarende til ramus mandibulae uden ømhed.

## Virtuel kirurgisk behandlingsplanlægning



**Fig. 1. A.** Ekspanderet venstre corpus og ramus mandibulae. **B.** Planlagt resektion markeret rødt. **C.** Rekonstruktion på baggrund af spejling af højre side over på venstre side. **D.** Opdelt rekonstruktion med knogletransplantat kranielt og PEEK basalt. **E.** Planlagt rekonstruktion med patientspecifik rekonstruktionsskinne. **F.** Guides til resektion og placering af huller til entydig placering af rekonstruktionsskinne.

**Fig. 1.** Virtual surgical planning. **A.** Expanded left corpus and ramus mandibulae. **B.** Planned resection marked red. **C.** Planned reconstruction based on mirroring of right side of mandible to the left side. **D.** Reconstruction with cranially placed avascular bone graft and basal placed PEEK implant. **E.** Planned reconstruction with patient-specific reconstruction plate. **F.** Guides for resection and placement of holes for unique placement of reconstruction plate.

Slimhinder var reaktionsløse og uden ulceration. Røntgenundersøgelse viste en multilobulær ekspanderende forandring strækkende sig fra distalfladen af 34 til bagkanten af ramus mandibulae (Fig. 5). Histologisk undersøgelse efter biopsi viste ameloblastom.

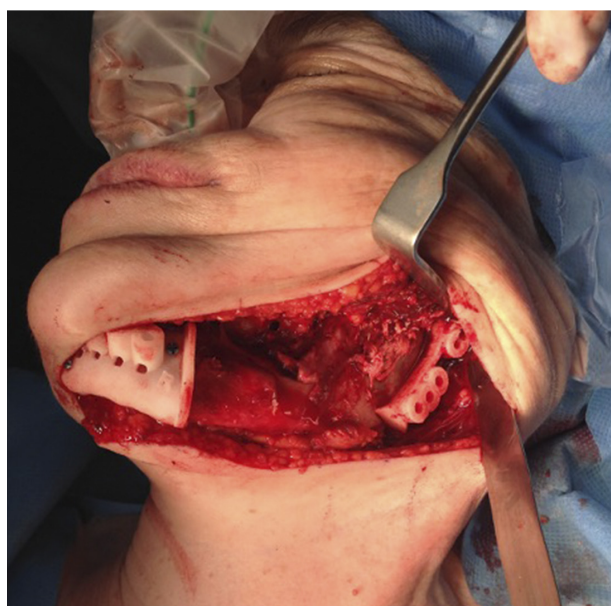
### Virtuel behandlingsplanlægning

På baggrund af de kliniske fund og en CT-scanning blev der foretaget virtuel behandlingsplanlægning i samarbejde mellem klinisk ingeniør og kæbekirurg via TRUMATCH CMF Personalized Solutions (DePuySynthes® & Materialise®). Ved virtuel behandlingsplanlægning skal der i processen tages hensyn til funktion, ansigtsfysiognomi og anatomiske strukturer. Den virtuelle plan omsættes via computer-aided design til patientspecifikke guides til resektion og nøjagtig placering af de patientspecifikke implantater (Fig. 1).

Den virtuelle behandlingsplanlægning omfattede segmentering, virtuel resektion og stillingtagen til, hvilken type af rekonstruktion der vil kunne opfylde de nødvendige rekonstruktive behov. I det aktuelle tilfælde blev der på grund af tumors udstrækning og den deraf følgende destruktion af underkæben planlagt resektion fra regio 33 til bagkanten af ramus mandibulae, efterladende kæbeleddet intakt. Rekonstruktionen blev planlagt til at skulle udføres med avaskulært knogletransplantat fra hoftekammen i kombination med PSI (patientspecifikt implantat). Grundet valget af rekonstruktion med avaskulært knogletransplantat var det nødvendigt at supplere med en vægtbærende osteosynteseskinne. Derfor blev der med bag-

grund i spejling af højre side af underkæben planlagt rekonstruktion med patientspecifik rekonstruktionsskinne. For at ▶

### Resektionsguide



**Fig. 2.** Guides til resektion placeret på underkæben før resektion.  
**Fig. 2.** Resection guides placed on mandible prior to resection.

## Høst og tilpasning



**Fig. 3.** Guide til høst og tilpasning af knogletransplantat og tilpasset knogletransplantat.  
**Fig. 3.** Cutting guide for harvest and contouring of bonegraft and contoured bonegraft.

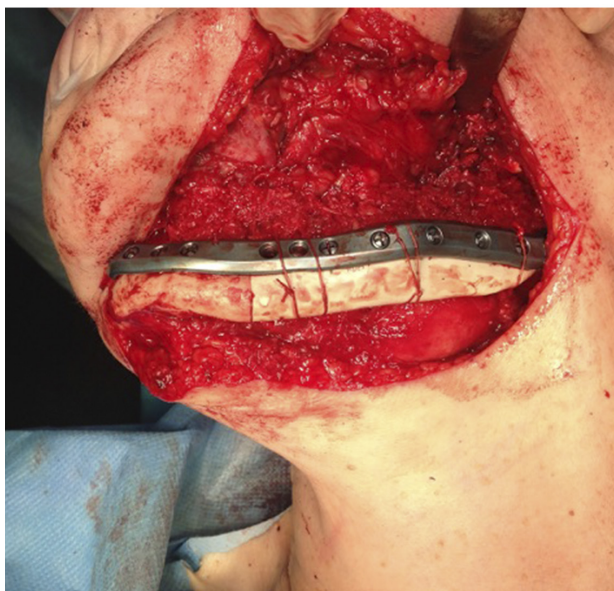
sikre stabil rekonstruktion af basis mandibulae planlagdes selve basisdelen af underkæben at blive fremstillet i polyetheretherketone (PEEK) fikseret til rekonstruktionsskinnen.

### Behandling

Den kirurgiske behandling omfattede indledningsvis guidet høst af knogletransplantat medialt fra højre sides hoftekam anterior. Via intraoral adgang blev der efterfølgende foretaget kirurgisk fjernelse af 34 og 35. Via ekstraoral submandibulær adgang blev tumoren fritlagt sammen med den tilhørende del

af underkæben, hvorefter der kunne påsættes guides til resektion og placering af rekonstruktionsskinne (Fig. 2). Der blev foretaget resektion og efterfølgende primær lukning af gennemgående bløddelsdefekt til mundhulen. Rekonstruktionen omfattede påsætning af rekonstruktionsskinne og patientspecifikt PEEK-implantat samt ossøs rekonstruktion med det guide-tilpassede knogletransplantat (Fig. 3 og 4). Den resterende knogle blev partikuleret og anvendt til rekonstruktion af overgangene mellem resektionsfladerne og knogletransplantatet. Afslutningsvis blev der foretaget sårtoilette og lagvis lukning af bløddelene. Efterfølgende postoperativt forløb var komplikationsfrit, og udskrivelse fandt sted efter tre døgn. Patienten fik efterfølgende foretaget oral rehabilitering baseret på implantater. Implantaterne blev indsat fem måneder efter rekonstruktionen, og oral rehabilitering blev udført efter yderligere fire måneder (Fig. 5).

## Ossøs rekonstruktion



**Fig. 4.** Rekonstruktion med patientspecifik rekonstruktionsskinne, PEEK-implantat og knogletransplantat.

**Fig. 4.** Reconstruction with patient-specific reconstruction plate, PEEK implant and bonegraft.

### DISKUSSION

Rekonstruktion af kontinuitetsdefekter efter fjernelse af såvel benigne som maligne tumorer i underkæben er ofte udfordrende (4). Ved samtidigt behov for blødtvævsrekonstruktion anvendes oftest mikrovaskulært anastomoseret fibulatransplantat. Specielt ved kontinuitetsdefekt i corpusdelen af underkæben er rekonstruktion med brug af avaskulært knogletransplantat muligt (5-8). Præcis tredimensionel tilpasning af et knogletransplantat er vanskeligt at foretage uden guidning, hvad enten det drejer sig om en fibula eller et knogletransplantat fra hoftekammen. Ved rekonstruktion af underkæben er det samtidig vigtigt at sikre korrekt position af mandiblens kondyl for at sikre korrekt okklusion og funktion af kæbeledet (9).

Begge disse forhold sikres via den virtuelle kirurgiske planlægning, idet fremstilling af guides til præcis resektion og placering af de planlagte borehuller til præcis placering af patientspecifikt osteosyntese eller patientspecifikt tilpassede standardimplantater. Således fremkommer den præcise tredimensionelle form, der er nødvendig, for at knogletransplantatet passer helt entydigt på resterende dele af underkæben (1).

Ved resektion af benigne tumorer, medicinsk osteonekrose eller stråleinduceret osteoradionekrose har det traditionelt væ-

ret muligt at gøre brug af patientspecifikke rekonstruktions-skiner i forbindelse med rekonstruktion.

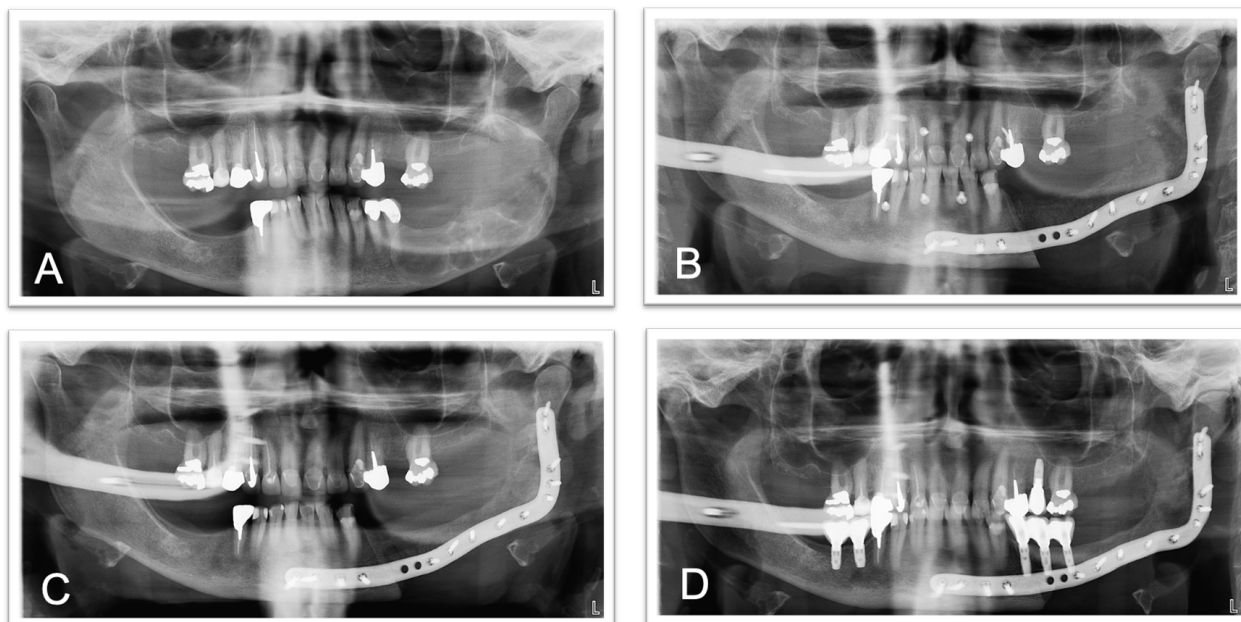
I forbindelse med resektion af maligne forandringer har det tidligere været logistisk vanskeligt at arbejde med patientspecifikke implantater på grund af accelererede kræftpakkeforløb med tidskrav etc., og man har i stedet anvendt virtuelle guides til resektionen og tilpasning af knogletransplantatet samt fremstillet patientspecifikke tilpasninger på standardimplantater ud fra 3d-modeller. Virtuel kirurgisk planlægning og brugen af patientspecifikke implantater gør det muligt at udføre behandling af benigne såvel som maligne tumorer med et bedre resultat og større nøjagtighed (1), samtidig med at operationstiden forkortes (9-10).

Aktuelt samarbejder Afdeling for Kæbekirurgi, Rigshospitalet, med TruMatch CMF (DePuySynthes® & Materialise®) om udvikling af accelereret virtuelt planlægningsforløb og logistik, således at patientspecifikke rekonstruktions-skiner også kan anvendes indenfor den maligne rekonstruktionskirurgi. ♦

## klinisk relevans

Brugen af virtuel kirurgisk planlægning ved behandling af benigne og maligne tumorer omfatter resektion og rekonstruktion samt muligheden for genopbygning af kæbeskelettet, således at efterfølgende oral rehabilitering er mulig. Fremstilling af patientspecifikke implantater medfører differentierede muligheder for valg af rekonstruktive metoder og materialer. Behandlingerne gennemføres guidede, hvilket øger præcisionen og kvaliteten af de udførte rekonstruktioner. Ved rekonstruktion af ansigtsskelettet er det vigtigt i størst muligt omfang at sikre en funktionel genopbygning, der sikrer tale- og synkefunktion, okklusion, respiration og mulighed for oral rehabilitering.

## Røntgenundersøgelse før og efter behandling



**Fig. 5. A.** Røntgenundersøgelse før resektion med multicystisk opløsning svarende til venstre corpus og ramus mandibulae. **B.** Umiddelbart efter resektion og rekonstruktion. **C.** Seks måneder efter ossøs rekonstruktion. **D.** Et år efter oral rehabilitering.

**Fig. 5. A.** X-ray prior to resection with multicystic lesion in left corpus and ramus of the mandible. **B.** Immediately after resection and reconstruction. **C.** 6 months after primary reconstruction. **D.** 1 year after oral rehabilitation.

## ABSTRACT (ENGLISH)

**VIRTUAL SURGICAL PLANNING AND TREATMENT OF BENIGN TUMOUR OF THE MANDIBLE**

**BACKGROUND** - Treatment of both benign and malignant tumours includes resection, functional reconstruction and oral rehabilitation. Due to the development and the extensive use of virtual surgical planning, bone reconstruction of the facial skeleton has become significantly more accurate and predictable. The technology includes data segmentation of the tumour, preparation of patient-specific guides for the resection and for the reconstruction by the use of guides for adaptation of transplants. The use of patient-specific implants is often possible in treatment of benign tumours.

**CASE STUDY** - A 75-year-old woman was referred to the Department of Maxillofacial Surgery, the University Hospital of Copenhagen, Rigshospitalet, for diagnosis and treatment of a multicystic lesion in the mandible. Histological examination after biopsy revealed ameloblastoma. The virtual planned treatment involved surgical resection of the corpus mandibulae regio 33 to the left mandibular ramus. Subsequent reconstruction was based on mirrored anatomy from the opposite site with patient-specific implants as well osseous reconstruction with avascular bone graft from the iliac crest. **CONCLUSION** - Virtual surgical planning and the use of patient-specific implants enables treatment of benign and malignant tumors with better results, accuracy and speed.

## LITTERATUR

1. Yang W, Wing SC, Wong MC et al. Three-dimensionally printed patient-specific surgical plates increase accuracy of oncologic head and neck reconstruction versus conventional surgical plates: A comparative study. *Ann Surg Oncol* 2021;28:363-75.
2. Marx RE. Invasive ameloblastoma. Oral and maxillofacial pathology: a rationale for diagnosis and treatment. Illinois: Quintessence Publishing Co Inc, 2003;645-53.
3. Hirsch DL, Garfein ES, Christensen AM et al. Use of computer-aided design and computer-aided manufacturing to produce orthognathically ideal surgical outcomes: a paradigm shift in head and neck reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2115-22.
4. Roser SM, Ramachandra S, Blair H et al. The accuracy of virtual surgical planning in free fibula mandibular reconstruction: comparison of planned and final results. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:2824-32.
5. Pogrel MA, Podlesh S, Anthony JP et al. A comparison of vascularized and nonvascularized bone grafts for reconstruction of mandibular continuity defects. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55:1200-6.
6. Schliephake H, Schmelzeisen R, Husstedt H et al. Comparison of the late results of mandibular reconstruction using nonvascularized or vascularized grafts and dental implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:944-50; discussion 950-1.
7. Schlieve T, Hull W, Miloro M et al. Is immediate reconstruction of the mandible with nonvascularized bone graft following resection of benign pathology a viable treatment option? *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73:541-9.
8. Okoturo E. Non-vascularised iliac crest bone graft for immediate reconstruction of lateral mandibular defect. *Oral Maxillofac Surg* 2016;20:425-9.
9. Lee Z-H, Avraham T, Monaco C et al.: Optimizing Functional Outcomes in Mandibular Condyle Reconstruction with the Free Fibula Flap Using Computer-Aided Design and Manufacturing Technology. *J Oral Maxillofac Surg* 2018;76:1098-1106.
10. Lee Z-H, Alfonso AR, Ramly EP et al. The latest evolution in virtual Surgical planning: Customized reconstruction plates in free fibula flap mandibular reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2020;146:872-9.