

University of Groningen

Driedimensionale technologie en reconstructies van grote kaakdefecten

Schepers, R. H.; Raghoobar, G. M.; Vissink, A.; Lahoda, L. U.; van der Meer, W. J.; Roodenburg, J. L.; Reintsema, H.; Witjes, M. J.

Published in:
 Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde

DOI:
[10.5177/ntvt.2013.09.12261](https://doi.org/10.5177/ntvt.2013.09.12261)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
 Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
 2013

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Schepers, R. H., Raghoobar, G. M., Vissink, A., Lahoda, L. U., van der Meer, W. J., Roodenburg, J. L., Reintsema, H., & Witjes, M. J. (2013). Driedimensionale technologie en reconstructies van grote kaakdefecten. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde*, 120(9), 462-468.
<https://doi.org/10.5177/ntvt.2013.09.12261>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Driedimensionale technologie en reconstructies van grote kaakdefecten

Driedimensionale technologie wordt in toenemende mate toegepast binnen de tandheelkunde en binnen de mondziekten-, kaak- en aangezichtschirurgie. Een belangrijk toepassingsgebied is de reconstructieve chirurgie, vooral wanneer grote kaakdefecten moeten worden hersteld. Bij deze reconstructies wordt gestreefd naar zowel herstel van de continuïteit van het defect als herstel van de functie. Voor herstel van de functie worden vaak implantaatgedragen dentale constructies gebruikt. Hierbij wordt gebruikgemaakt van met CAD/CAM-vervaardigde suprastructuren, driedimensionaal geprinte boor-/zaagmallen, anatomische modellen, wafers en modellen die de chirurgische uitkomst weergeven. De combinatie van een digitale planning en digitaal vervaardigde suprastructuren en hulpmiddelen biedt peroperatief veel voordelen. Het gebruik van zaag-, boor- en positioneringsmallen zorgt voor een accurate segmentatie en implantaatpositie, waardoor de reconstructie voorspelbaar kan worden uitgevoerd.

Schepers RH, Raghoebar GM, Vissink A, Lahoda LU, Meer WJ van der, Roodenburg JL, Reintsema H, Witjes MJ. Driedimensionale technologie en reconstructies van grote kaakdefecten

Ned Tijdschr Tandheelkd 2013; 120: 462-468

doi: 10.5177/ntvt.2013.09.12261

Inleiding

Binnen de craniofaciale oncologie worden regelmatig tumor-resecties verricht, waarbij de continuïteit van de kaak verloren gaat. Er resteert dan een kaakdefect, waarbij een gedeelte van de dentitie betrokken kan zijn. Deze defecten worden waar mogelijk primair (direct) gereconstrueerd. Bij defecten in de bovenkaak of bij onzekerheid over de resectiemarges kan worden besloten om het defect niet aansluitend aan de resectie, maar pas in een later stadium (secundair) te reconstrueren. Zowel de primaire als de secundaire reconstructie is gericht op herstel van de continuïteit van de kaak en op herstel van de orale functies.

Tot de jaren '70 van de vorige eeuw werden reconstructies van kaakdefecten uitgevoerd met vrije, elders in het lichaam geogste, botdelen (Boyne et al, 1976). Het succes van deze reconstructies was matig omdat vaak botfragmenten door infectie verloren gingen. In de jaren '80 ontstond de gedachte om grote kaakdefecten te herstellen met een botfragment, waarbij de aan- en afvoerende bloedvaten van het uitgenomen bot werden meegenomen (Hidalgo, 1989). Deze bloedvaten werden vervolgens aangesloten op een arterie en vene in de omgeving van het te reconstrueren defect. Het bot bleef hierdoor vitaal en daardoor konden grotere defecten worden gereconstrueerd. Genezing van de botspleet en daarmee de continuïteit tussen het resterende kaakbot en het getransplanteerde gerevasculariseerde botfragment werd hierdoor bevorderd en het gere-

Wat weten we?

Kaakreconstructies met vrij gerevasculariseerde bottransplantaten zijn de gouden standaard voor het herstellen van grote kaakdefecten. Een bottransplantaat voor reconstructie van een deel van de kaak, al dan niet met weke delen, moet zodanig worden ontworpen dat er voldoende neutrale ruimte is voor een prothetische constructie en implantaten op de juiste lokalisatie kunnen worden geplaatst.

Wat is nieuw?

Door driedimensionale planningssoftware te combineren met driedimensionale printing en met CAD/CAM-technologie vervaardigde structuren kan de secundaire reconstructie van een kaakdefect voorspelbaar en accuraat worden uitgevoerd. Daardoor is het mogelijk om een optimale prothetische rehabilitatie te realiseren en de esthetiek te herstellen.

Praktijktoepassing

Voorspelbare driedimensionale planning bij secundaire reconstructie van een kaakdefect is uitvoerbaar. Dit geldt zowel voor het herstel van de continuïteit van de kaak als voor het herstel van de orale functies met behulp van een implantaatgedragen prothetische constructie.

construeerde botdeel werd minder kwetsbaar voor infecties en afstoting. De afgelopen 20 jaar hebben deze zogeheten vrij gerevasculariseerde bottransplantaten hun waarde bewezen bij de reconstructie van grote kaakdefecten en zijn zij geëvolueerd tot de standaard bij de reconstructie van dit type defecten (Cordeiro et al, 1999). Vrij gerevasculariseerde bottransplantaten kunnen bijvoorbeeld worden geogst uit de fibula (kuitbeen), de crista iliaca anterior (bekkenkam) of de scapula (schouderblad). Het vrij gerevasculariseerde bottransplantaat kan worden gecombineerd met een huid- en/of spierlap om naast het kaakdefect een defect van de huid en/of de intraorale mucosa te reconstrueren (Raghoebar et al, 2007). Hierbij wordt dan het bottransplantaat geogst, samen met een deel van de overliggende huid en/of spier. Door perforatoren is de doorbloeding van de huid/spier gewaarborgd.

Anatomisch functieherstel kan niet goed worden bereikt door een reconstructie met alleen een gerevasculariseerd bottransplantaat, al dan niet gecombineerd met een huid- en/of spierlap. Een deel van de edentate kaak of een deel van de dentitie is vaak verloren gegaan bij de kaakresectie en moet worden vervangen. Om de verloren geraakte dentitie te reconstrueren, kunnen implantaten in het getransplanteerde botfragment worden aangebracht voor een vaste of uitneembare prothetische constructie (Zlotolow et



Afb. 1. Fusie van driedimensionale modellen van het aangezicht (cone beam-computertomogram), de benige structuren (cone beam-computertomogram) en de dentitie (intraorale scan) resulteert in een driedimensionaal augmented model van het aangezicht.

al, 1992). Echter, als de reconstructie van het kaakdefect niet voldoende nauwkeurig wordt uitgevoerd, is de positie van het getransplanteerde botdeel vaak suboptimaal of ontoereikend voor het plaatsen van implantaten in de gewenste positie. Optimale planning van de positie van dit botdeel is daarom essentieel voor het realiseren van een optimaal implantologisch-prothetisch herstel (Bodard et al, 2011).

De Zwitserse kaakchirurg Dennis Rohner beschreef een reconstructieve techniek waarbij een fibulatransplantaat nauwkeurig kan worden geplaatst aan de hand van een van tevoren gemaakte prothetische constructie (Rohner et al, 2000). Zoals in de tandheelkunde gebruikelijk is, dicteert de geplande prothetische constructie de positie van de implantaten en in dit geval in de fibula. Op basis van een prothetische proefopstelling wordt de optimale positie van implantaten in de fibula onder de gebitsprothese vastgelegd en wordt conform de gewenste positie van de implantaten een boormal gemaakt.

In dit artikel wordt de virtuele 'workflow' van de techniek voor volledig digitaal geplande secundaire reconstructies van grote maxillofaciale defecten beschreven. Hierbij wordt gebruikgemaakt van vrij gerevasculariseerde fibulatransplantaten en implantaatgedragen prothetische constructies. De nadruk ligt op driedimensionale planning en het gebruik van driedimensionaal geprinte boor- en zaagmallen en anatomische modellen. Vanwege de voorspelbaarheid en de grote tevredenheid over de toepassing van deze techniek bij secundaire kaakreconstructies behoort deze techniek inmiddels tot de standaardbehandeling.

De digitale workflow

Het virtuele fusiemodel

De digitale workflow start met het vervaardigen van een gedetailleerd driedimensionaal model van het aangezicht van de patiënt. Hierbij worden de onderliggende benige structuren en dentitie gescand en vastgelegd in het zogeheten driedimensionale fusiemodel (Swennen et al, 2009). Dit soort driedimensionale modellen kunnen worden vervaardigd uit cone beam-computertomografische data met speciaal hiervoor ontwikkelde software, zoals Simplant en ProPlan CME. Cone beam-computertomografie wordt op het niveau van de dentitie vaak gestoord door scattering, veroorzaakt door metalen restauraties, wat leidt tot verlies aan detailweergave. Dit probleem kan eenvoudig worden

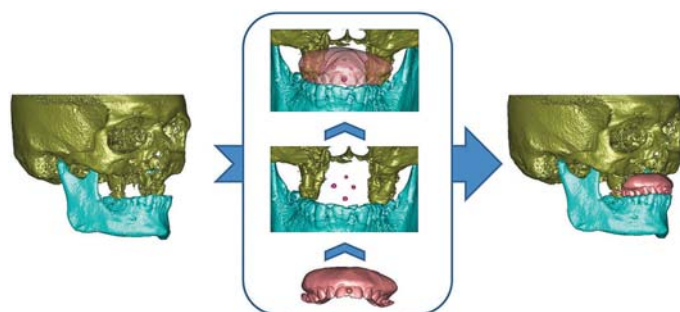
opgelost door een cone beam-computertomogram te vervaardigen van een afdruk of een gebitsmodel en deze beelden te fuseren met het driedimensionaal 'augmented model'. Tegenwoordig kunnen hiervoor ook intraorale scanners zoals de Lava™ Chairside Oral Scanner worden gebruikt om een gedetailleerd model van de dentitie toe te voegen aan het driedimensionaal augmented model (afb. 1). Dit model kan worden uitgebreid met een driedimensionale opname om een fotorealistisch driedimensionaal fusiemodel te creëren (Maal et al, 2008).

De virtuele set-up

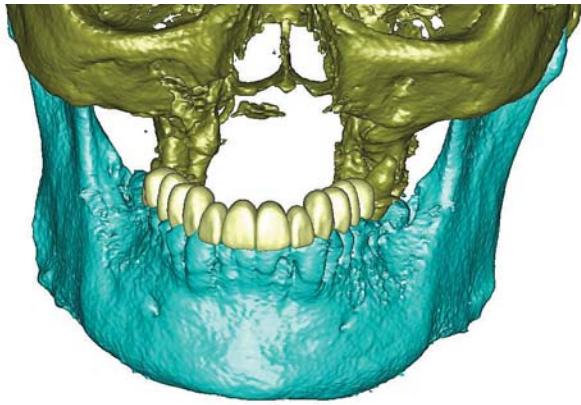
Een functionele occlusie is het uitgangspunt voor het bereiken van een prothetisch functioneel resultaat. Hiertoe wordt een set-up van de ontbrekende gebitselementen ter plaatse van het defect vervaardigd. In de edentate of partieel dentate patiënt kan de gebitsprothese of wasopbouw worden gedigitaliseerd met een zogeheten dubbele scanprocedure. Hierbij wordt een cone beam-computertomogram gemaakt van het hoofd van de patiënt, waarbij de patiënt de gebitsprothese draagt in maximale occlusie. Hierna wordt een separaat cone beam-computertomogram gemaakt van de gebitsprothese in een hogere resolutie. Beide opnamen worden over elkaar gelegd, gebruikmakend van de geometrie van vooraf op de gebitsprothese aangebrachte glaspartikels (afb. 2). Deze dubbele scan is nodig omdat de dichtheid van het kunststof van de gebitsprothese overeenkomt met de dichtheid van de omringende weke delen op de cone beam-computertomogram. Hierdoor kan de gebitsprothese niet zichtbaar worden gemaakt in een cone beam-computertomogram van de patiënt. Doordat de gebitsprothese die wordt gedragen tijdens de scan is voorzien van glaspartikels (die duidelijk zichtbaar zijn in de scan), kan de separaat gescande gebitsprothese alsnog worden gematched met de scan van de patiënt. Bepaalde software biedt de mogelijkheid om virtuele gebitselementen op te stellen (afb. 3).

Het virtuele model

Het vrij gerevasculariseerde fibulatransplantaat is het



Afb. 2. Het matchen van de gebitsprothese en het driedimensionaal benige model kan worden uitgevoerd met een zogeheten dubbele scanprocedure. Een cone beam-computertomogram wordt gemaakt van de patiënt terwijl de gebitsprothese in occlusie wordt gedragen (de rode stippen geven de glaspartikels weer die zijn aangebracht op de gebitsprothese). De gebitsprothese wordt separaat gescand. Op geleide van de geometrie van de glaspartikels worden beide scans gefuseerd.

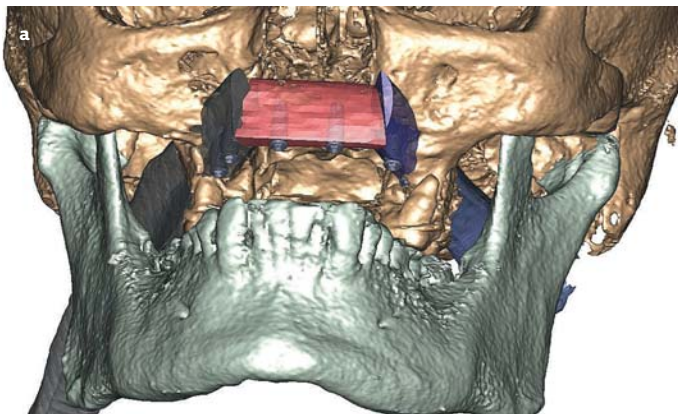


Afb. 3. Virtuele set-up van gebitselementen van de dentitie in de bovenkaak in de gewenste occlusie bij een patiënt bij wie de anterieure bovenkaak is geresecteerd.

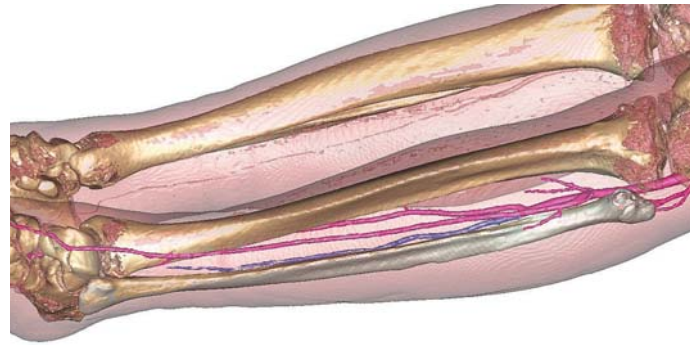
meest gebruikte transplantaat voor kaakreconstructies (Lutz en Wei, 2005). Bij de planning van een reconstructie is de anatomie en de vaatvoorziening van de fibula essentieel om de mogelijkheden en de beperkingen van de reconstructie vooraf in te schatten. Een computertomogram met intraveneuze contrasttoediening geeft informatie over de arteriële vaatvoorziening van de onderbenen en de fibula en tibia (afb. 4). Het virtuele driedimensionale model van deze scan wordt gebruikt voor het plannen van de reconstructie van het kaakdefect.

De driedimensionale virtuele planning

Het virtuele driedimensionale model van de fibula wordt in de gewenste anatomische positie in het geplande botdefect gepositioneerd. Hierna wordt de virtuele fibula gesegmenteerd om de vorm van het missende kaakdeel optimaal te volgen. In feite wordt er virtueel een planning uitgevoerd, waarbij de gewenste occlusie de positie van de implantaten in het getransplanteerde fibulabot bepaald. De mondziekten-, kaak- en aangezichtschirurg-oncoloog en de tandprotheticus bepalen samen de meest optimale positie van de fibulasegmenten. Vervolgens wordt de plaats van de implantaten gepland in de fibula, direct onder de virtuele prothetische constructie (afb. 5). Kennis van de lokale klinische factoren is hierbij essentieel, waarbij te denken valt



Afb. 5 a. Implantaatplanning in een gesegmenteerde fibula voor de reconstructie van een groot defect van de anterieure bovenkaak. De molaren lieten fors parodontaal verval zien, waardoor de prognose infaust was. Verwijdering van deze gebitselementen werd in de planning betrokken.

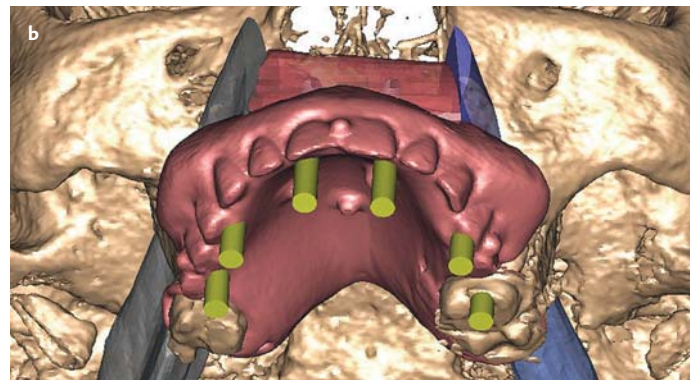


Afb. 4. Driedimensionaal model van een computertomografisch angiogram van de onderbenen. De relatie tussen de fibula, de arteriële vaatvoorziening van het linker onderbeen (roze-blauw) en de huid (transparant) is duidelijk zichtbaar.

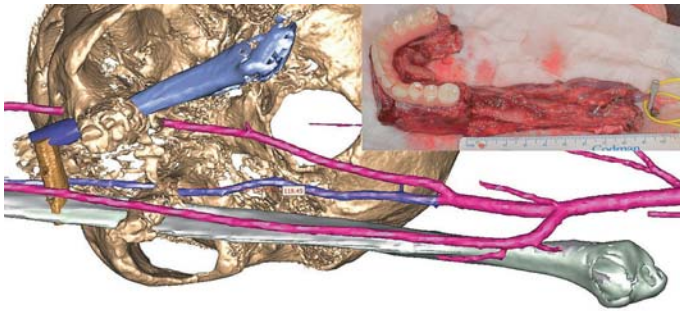
aan anatomische veranderingen door de resectie en/of voorafgaande radiotherapie in het hoofd-halsgebied, mobiliteitsbeperking van de tong en trismus. De definitieve positie van het bottransplantaat is gericht op een optimale positie in het defect, waarbij tegelijkertijd een functionele positie van de implantaatgedragen constructie wordt verkregen. Hierbij wordt rekening gehouden met de lengte van de aan- en afvoerende bloedvaten van de fibula. Deze lengte moet voldoende zijn om een aansluiting mogelijk te maken op de bloedvaten in de hals (afb. 6). Als de optimale positie van de implantaten is bepaald, kan de implantaatpositie digitaal worden verbonden aan de fibulasegmenten. Vervolgens worden de segmenten virtueel teruggezet in hun originele positie wat resulteert in de implantaatpositie in de fibula. Daarna wordt een digitale boormal ontworpen die afsteunt op het periost van de fibula. De boormal heeft een extensie op de huid van de laterale malleolus (de buitenzijde van de enkel) om axiaal afglijden te voorkomen (afb. 7). De boormal wordt vervolgens geprint met een driedimensionale printer ('selective laser scattering' uit polyamide) en gesteriliseerd door gammastraling. De printmethode heeft een nauwkeurigheid van 0,1 mm.

De eerste chirurgische behandeling

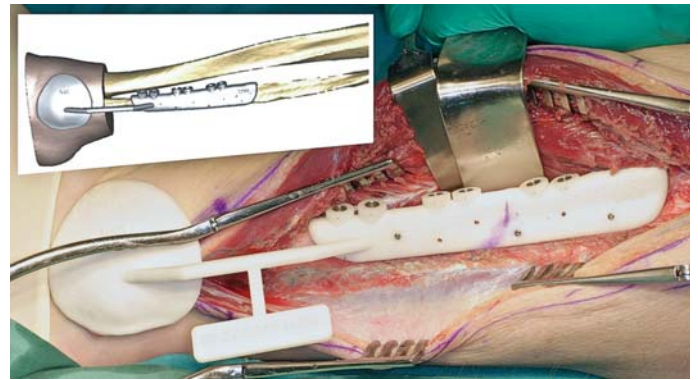
Bij een secundaire reconstructie wordt bij voorkeur ge-



b. De implantaatpositie in de gesegmenteerde fibula. De positie van de implantaten is optimaal voor ondersteuning van de prothetische constructie. In het lichtgroen zijn de virtuele tubes weergegeven die in het verlengde van de as van de implantaat staan. Deze geven inzicht in de geplande richting van het implantaat en de hoogte die op het implantaat beschikbaar is voor het maken van de prothetische constructie.



Afb. 6. De reconstructieve planning met de gesegmenteerde fibula en de arteria fibularis (roze) *in situ* (linksonder). De volledige fibula is afgebeeld in deze planning om oriëntatieproblemen van de fibula tijdens de planning te voorkomen. Deze arterie wordt geogst samen met het fibulabot en gebruikt voor recirculatie van het transplantaat op de acceptorplaats (rechtsboven). De insert laat het fibula transplantaat zien met een implantaatgedragen gebitsprothese gefixeerd op het transplantaat direct na het oogsten. De arterioveneuze vaatsteel is afgebeeld met een lengte van 11 cm, overeenkomend met de lengte van de arteria fibularis in de planning.



Afb. 7. De inzet laat de boormal zien. De digitaal geplande en vervolgens geprinte boormal is geplaatst op het periost van de fibula en wordt ter hoogte van de laterale malleolus (enkelprominentie) op de huid afgesteund voor een correcte positionering. De mal is geproduceerd met selectieve lasersintering en gesteriliseerd met gammastraling. De mal is vastgezet met 3 minischroefjes.

bruikgemaakt van een fibulatransplantaat met implantaten en een dunne laag peri-implantaire weke delen (Rohner et al, 2003). Tijdens de eerste chirurgische behandeling wordt de ventrale rand van de fibula blootgelegd en wordt de boormal geplaatst op het suprapariostale bindweefsel en vastgezet met minischroefjes. Het boren, tappen en plaatsen van de implantaten vindt plaats door gebruik te maken van de boormal. Na het plaatsen van de implantaten wordt de boormal verwijderd. Uit de onderzoeksliteratuur is bekend dat bij het plaatsen van implantaten door een boormal in de edentate bovenkaak er een afwijking van de geplande implantaatpositie optreedt (Verhamme et al, 2012). Door de resiliëntie van het suprapariostale weefsel op de fibula en de eventuele optredende torsiekrachten op de mal door de fixatie is de verwachting dat er een afwijking optreedt in de positie van de implantaten in vergelijking met de geplande positie. Daarom wordt peroperatief de implantaatpositie optisch vastgelegd door op de implantaten zogeheten scan-implantaatopbouw (ook wel scancaps genoemd) te plaatsen en deze positie met een intraorale scanner digitaal te registreren (afb. 8). Hierna wordt de fibula bedekt met een vrij huidtransplantaat, geogst van het bovenbeen en een Gore-Tex membraan om een dunne laag peri-implantair weefsel te creëren. De wond wordt primair gesloten. De implantaten en het vrij huidtransplantaat krijgen 6 weken de tijd om in te helen,

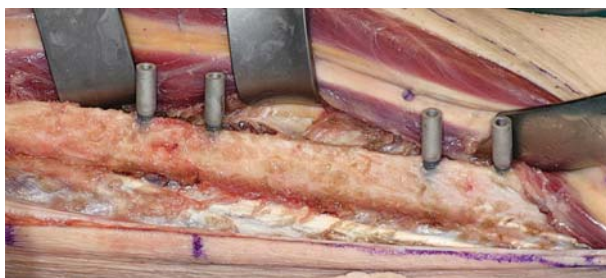
waarna tijdens een tweede chirurgische behandeling de feitelijke reconstructie wordt uitgevoerd.

De tweede chirurgische behandeling

De optische scan wordt geïmporteerd in de software als een stereolithografie-file en gematched met de planning, waardoor de positie van de scancaps, en dus de implantaten, in de fibula virtueel wordt vastgelegd. De geplande positie van de implantaten in de fibula wordt hierbij vervangen door de gescande (werkelijke) positie. De data worden naar een gespecialiseerd CAD/CAM-bedrijf gestuurd voor het ontwerpen en het produceren van de titanium suprastructuur. Om een gebitsprothese of brug te kunnen maken, wordt de relatie tussen de virtuele suprastructuur en de antagonistische dentitie overgebracht naar een articulator (afb. 9). De virtueel geplande fibulasegmentatie wordt overgebracht naar de fibula met een zaagmal die wordt gefixeerd op de implantaten (afb. 10). De mal wordt geprint met een driedimensionale printer en gesteriliseerd met behulp van gammastraling.

Het voorbereiden van het kaakdefect

Bij de meeste kaakdefecten is het nodig om de vorm van het benige defect aan te passen om het bottransplantaat te kunnen plaatsen zonder de bloedvoorziening te compromitteren. Zonder een driedimensionaal vervaardigde mal



Afb. 8. a. De fibula van het rechter onderbeen na het aanbrengen van 4 implantaten. Op de implantaten zijn scancaps geplaatst ter registratie van de implantaatpositie in de fibula.



b. De fibula is bedekt met een geperforeerde rubberdam, waardoor de scancaps steken. Op de scancaps is een dunne laag van titaniumdioxidepoeder aangebracht. De positie van de scancaps (en dus de implantaten) wordt vastgelegd met de intraorale scanner.



Afb. 9. Tussen de geplande suprastructuur en de antagonistische dentitie wordt een virtuele wafer ontworpen (links). Deze wafer wordt geprint met een driedimensionale printer en gebruikt om de gefreesde steg in de juiste relatie in te gipsen in de articulator (midden). Vervolgens wordt een implantaatgedragen gebitsprothese gemaakt (rechts).

wordt door middel van osteotomieën het botstuk aangepast, wat minder nauwkeurig is. Met de introductie van driedimensionale printing kunnen hulpstukken worden geprint die de chirurgische behandeling aanzienlijk vereenvoudigen.

Er zijn 2 manieren om het defect aan te passen. Allereerst kan een zaagmal driedimensionaal worden ontworpen, bot- of dentitie gedragen, om het defect vorm te geven. Een andere mogelijkheid is om het geplande bottransplantaat met daarop de suprastructuur te laten printen. Deze driedimensionale print kan intraoraal worden gebruikt om de benige randen van het defect te corrigeren. Als het model in het defect past, zal het transplantaat ook passen. Een bijkomend voordeel hiervan is forse afname in ischaemietijd en er bestaat minder kans op beschadiging van de bloedvaten van het bottransplantaat door het in- en uitnemen bij het passen.

De reconstructie

De tweede chirurgische behandeling start met het vrijleggen en het segmenteren van de fibula volgens de zaagmal. Hierna wordt de suprastructuur op de implantaten in de gesegmenteerde fibula geplaatst en worden de botdelen in de juiste positie onderling gefixeerd. Tijdens deze procedure blijft de bloedvoorziening van de fibula intact en verbonden met het onderbeen. De benige randen van het kaakdefect worden voorbereid met de pasmal en tevens



Afb. 10. De zaagmal van polyamide is gefixeerd op de implantaten, welke zich in de fibula (boven) bevinden. De mal is vervaardigd op de virtuele fibula(onder).

worden de ontvangende bloedvaten in de hals vrij geprepareerd. Aansluitend wordt de bloedvoorziening van de fibula doorgenomen en wordt de gesegmenteerde fibula met daarop de suprastructuur in het kaakdefect geplaatst. De suprastructuur wordt gebruikt om het transplantaat in occlusie te plaatsen, waarna het transplantaat in de juiste positie aan de resterende kaakdelen wordt vastgezet met osteosyntheseplaten (afb. 11). Om plaatsen van het transplantaat in de correcte occlusie te vereenvoudigen, wordt soms gebruikgemaakt van een wafer zoals die ook wordt gebruikt in de articulatoropstelling. Vervolgens wordt de vascularisatie van het fibulatransplantaat hersteld door anastomoserende van de fibulavaten met een arterie en vene in de hals. Het vrij huidtransplantaat, dat nu functioneert als neomucosa rond de implantaten, wordt gehecht aan de omringende mond mucosa.

De postoperatieve evaluatie

Postoperatief wordt door visuele inspectie en dopplerechografie de vitaliteit van het fibulatransplantaat beoordeeld. Botconsolidatie kan bij onderkaakreconstructies goed op een panoramische röntgenopname worden beoordeeld (afb. 12). In het geval van een bovenkaakreconstructie is een cone beam-computertomogram hiervoor meer geschikt (afb. 13). Tevens kan daarop worden beoordeeld hoe precies de positie van het transplantaat en de implantaten overeenkomt met de geplande positie (afb. 14). In deze re-



Afb. 11. Peroperatief beeld direct na het plaatsen van het transplantaat met een implantaatgedragen gebitsprothese. De occlusie van de gebitsprothese bepaalt de peroperatieve positie van het transplantaat.

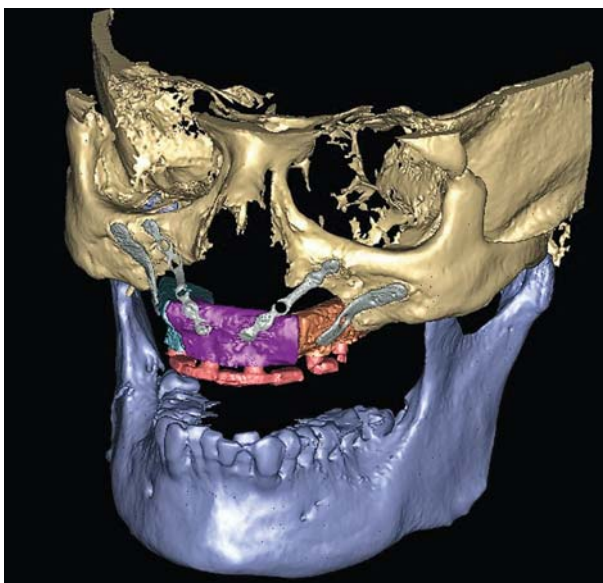


Afb. 12. Op een postoperatief axiaal cone beam-computertomogram wordt botconsolidatie gezien tussen de fibuladelen bij een bovenkaaksreconstructie (3 maanden na de chirurgische behandeling).

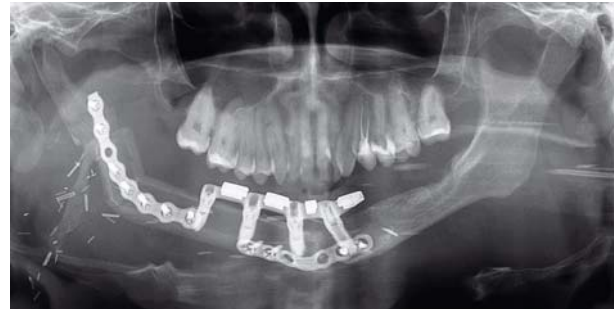
constructie is de gemiddelde fibulasegmentafwijking 3,0 mm en 4,12 mm en de gemiddelde implantaatafwijking 2,4 mm en 6,15 mm. In de onderzoeksliteratuur wordt een afwijking op het cone beam-computertomogram ten opzichte van het gescande model genoemd van 1,13% (Perigo et al, 2008).

Discussie

Met de beschreven digitale workflow en reconstructiemethode voor volledige virtuele planning en secundaire reconstructie van uitgebreide kaakdefecten is het mogelijk een voorspelbaar eindresultaat te verkrijgen. Het gebruik van driedimensionaal geprinte boor/zaagmallen, anatomische modellen, wafers en modellen die de chirurgische uitkomst weergeven biedt peroperatief veel voordelen en bespaart ischaemietijd. In de reconstructie zoals hiervoor beschreven, was de ischaemietijd 50 minuten (afb. 11).



Afb. 14. a. Driedimensionaal model van een postoperatief cone beam-computertomogram 2 weken na reconstructie van de bovenkaak met een fibula in 3 segmenten en een steg op 6 implantaten.

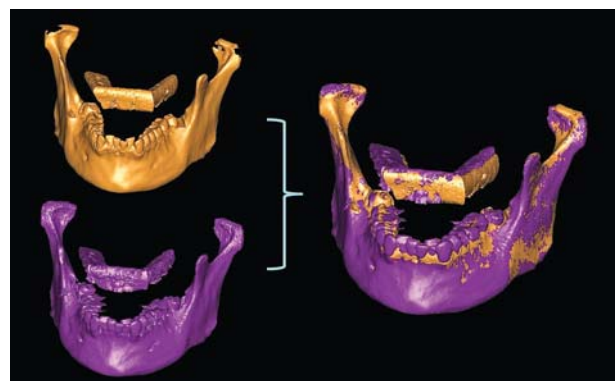


Afb. 13. Bij een reconstructie van de onderkaak is een panoramische röntgenopname meestal voldoende om een consolidatie van de botfragmenten goed te kunnen beoordelen. Situatie 6 maanden na reconstructie van het rechter corpus mandibulae met een vrij gevasculariseerd fibula transplantaat in 2 segmenten. In de fibula zijn 3 implantaten geplaatst, in de onderkaak is 1 implantaat geplaatst.

Zonder planning is de ischaemietijd doorgaans meer dan 2 uur. Een kortere ischaemietijd waarborgt een betere overleving van het transplantaat (Chang et al, 2010). Daarnaast biedt driedimensionale planning de mogelijkheid om complexe reconstructies voor te bereiden, zoals secundaire reconstructies van craniofaciale defecten.

De secundaire reconstructie volgens Rohner heeft een aantal voordelen boven de conventionele techniek (Rohner et al, 2000). Zo is de positionering van het bot en de implantaten optimaal voorbereid. Daarnaast is het aanbrengen van een vrij huidtransplantaat rondom de implantaten beter geschikt als peri-implantair weefsel dan een vaak veel dikkere huidlaag van het onderbeen, wat anders noodzakelijk zou zijn om het bot te bedekken. Ten slotte komt de patiënt na de tweede chirurgische behandeling bij bewustzijn met de gebitsprothese *in situ*. Een nadeel van de techniek is dat de patiënt 2 keer moet worden geopereerd. In de praktijk vinden patiënten dit geen probleem, maar bij krapte in de operatietijd kan dit soms planningsproblemen geven.

Bij virtuele driedimensionale planning van botreconstructies kan een optimale positie worden bepaald voor herstel van de botcontinuïteit en het plaatsen van implantaten voor een gebitsprothese. Een ervaren mondziekten-, kaak- en aangezichtschirurg moet vaststellen of de geplann-



b. Driedimensionaal model van een gesegmenteerde fibula en de onderkaak. In oranje wordt de planning weergegeven en in paars de postoperatieve scan. Het fusiemodel is gematched op de onderkaak en laat een hoge overeenkomst zien tussen de planning en het chirurgische resultaat.

de reconstructie vanuit het oogpunt van herstel van vascularisatie uitvoerbaar is. De tandprotheticus zal ook zijn mening moeten geven voor het ontwerp en de lokalisatie van het bot, de weke delen en de implantaten, opdat het prothetisch herstel uitvoerbaar is. Bij het gebruik van deze techniek is er voor al deze aspecten sprake van een leercurve. Zoals bij iedere nieuwe behandelmethode is ook deze digitale planningsmethode in de leerfase tijdsintensief. De tijd benodigd voor de digitale planning is nu ongeveer 4 uur per patiëntencasus. Het verzamelen van de scans en het multidisciplinair overleg waarin de planning definitief wordt gemaakt nemen doorgaans 1 uur in beslag.

De hoge accuratesse van de reconstructieve methode is een van de grote voordelen van deze toepassing (Roser et al, 2010). De vervaardiging van de prothetische constructie is relatief simpel en kan door ieder tandtechnisch laboratorium worden uitgevoerd. Het printen van hulpstukken levert daarbij veel voordeel op. Het gebruik van zaagmallen biedt bovendien de mogelijkheid om een kaak op de exacte anatomische locatie te plaatsen. Daarnaast kan het eindontwerp van het botstuk, inclusief implantaten en suprastructuur, worden geprint en gebruikt om het acceptorgebied voor te bereiden. Zonder driedimensionale printing is dat niet mogelijk.

Literatuur

- * Bodard A-G, Salino S, Bémer J, Lucas R, Breton P. Dental implant placement after mandibular reconstruction by microvascular free fibula flap: current knowledge and remaining questions. *Oral Oncol* 2011; 47: 1099-1104.
- * Boyne PJ, Zarem H. Osseous reconstruction of the resected mandible. *Am J Surg* 1976; 132: 49-53.
- * Chang SY, Huang JJ, Tsao CK, Nguyen A, Mittakanti K, Lin CY, Cheng MH. Does ischemia time affect the outcome of free fibula flaps for head and neck reconstruction? A review of 116 cases. *Plast Reconstr Surg* 2010; 126: 1988-1995.
- * Cordeiro PG, Disa JJ, Hidalgo DA, Hu QY. Reconstruction of the mandible with osseous free flaps: A 10-year experience with 150 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg* 1999; 104: 1314-1320.
- * Hidalgo DA. Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1989; 84: 71-79.
- * Lutz BS, Wei FC. Microsurgical workhorse flaps in head and neck reconstruction. *Clin Plast Surg* 2005; 32: 421-430.
- * Maal TJ, Plooij JM, Rangel FA, Mollemans W, Schutysers FA, Berge S. The accuracy of matching three-dimensional photographs with skin surfaces derived from cone-beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008; 37: 641-646.
- * Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod* 2008; 78: 387-395.
- * Raghoobar GM, Meijer GJ, Smeets LE. Reconstructie van defecten van kaken en aangezicht. Een overzicht van de mogelijkheden. *NedTijdschr. Tandheelkd* 2007; 114: 47-53.
- * Rohner D, Kunz C, Bucher P, Hammer B, Prein J. New possibilities for reconstructing extensive jaw defects with prefabricated microvascular fibula transplants and ITI implants. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000; 4: 365-372.
- * Rohner D, Jaquiéry C, Kunz C, Bucher P, Maas H, Hammer B. Maxillofacial reconstruction with prefabricated osseous free flaps: A 3-year experience with 24 patients. *Plast Reconstr Surg* 2003; 112: 748-757.
- * 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: 2824-2832.
- * Swennen GR, Mommaerts MY, Abeloos J, et al. A cone-beam CT based technique to augment the 3D virtual skull model with a detailed dental surface. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38: 48-57.
- * Verhamme LM, Meijer GJ, Boumans T, Schutysers F, Berge SJ, Maal TJ. A clinically relevant validation method for implant placement after virtual planning. *Clin Oral Implants Res* 2012 Aug 20.
- * Zlotolow IM, Huryn JM, Piro JD, Lenchewski E, Hidalgo DA. Osseointegrated implants and functional prosthetic rehabilitation in microvascular fibula free flap reconstructed mandibles. *Am J Surg* 1992; 164: 677-681.

Summary

Three dimensional technology and reconstructions of large defects of the jaw

3D technology is increasingly being applied in dentistry and in oral and maxillofacial surgery. An important field of application is reconstructive surgery, especially in the reconstruction of large defects of the jaw. In such cases of reconstruction, the goal is the restoration of both the continuity of the defective area and its function. For the functional restoration implant supported dental structures are often employed. In such cases, CAD/CAM superstructures, 3D printed drill and saw templates, anatomical models, wafers and surgical outcome models are used. The combination of the digital planning and the digital fabrication of superstructures and surgical aids offers many preoperative advantages. The use of saw, drill and positioning templates provides for accurate segmentation and implant positioning, by means of which the reconstruction can be carried out in a predictable way.

Bron

R.H. Schepers¹, G.M. Raghoobar¹, A. Vissink¹, L.U. Lahoda⁴, W.J. van der Meer³, J.L. Roodenburg¹, H. Reintsema², M.J. Witjes¹

Uit ¹de afdeling Mondziekten, Kaak- en Aangezichtschirurgie, ²het Centrum voor Bijzondere Tandheelkunde, ³de afdeling Orthodontie en ⁴de afdeling Plastische Chirurgie van het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG)

Datum van acceptatie: 9 maart 2013

Adres: R.H. Schepers, UMCG, Hanzeplein 1, 7900 RB Groningen
r.h.schepers@umcg.nl