Michael Korsch, Abdel-Karim Mamar

Möglichkeiten der Augmentation mittels autologer Schalentechnik

INDIZES

Knochentransplantation, Augmentation, Schalentechnik, Implantate

ZUSAMMENFASSUNG

Augmentative Techniken zur knöchernen Rekonstruktion von dentoalveolären Defekten haben in der präimplantologischen Chirurgie eine besondere Bedeutung. Heute gelten autologe Knochentransplantate auf Grundlage biologischer und immunologischer Erkenntnisse als Goldstandard zur Wiederherstellung eines idealen Implantatlagers. Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über Rekonstruktionsmöglichkeiten durch Knochenblocktransplantationen in verschiedenen Defektklassen des Alveolarknochens. Darüber hinaus bietet dieser Beitrag eine Entscheidungshilfe für die Wahl einer adäquaten Therapieform bei Knochendefekten. In den hier beschriebenen Fällen wurde die Schalentechnik nach Khoury angewandt.

Manuskripteingang: 25.05.2020, Annahme: 08.09.2020

Einleitung

Voraussetzung für eine erfolgreiche Osseointegration von Implantaten ist ein optimales Implantatlager. Nach der Zahnentfernung tritt eine Inaktivitätsatrophie ein, die zum Knochenverlust führt¹. Darüber hinaus können entzündliche Prozesse oder Traumata Defekte des knöchernen Alveolarfortsatzes bedingen, der als Lager für dentale Implantate zur Verfügung stehen muss. In den vergangenen Jahrzehnten sind daher verschiedene operative Techniken beschrieben worden, die eine Verbreiterung bzw. Erhöhung des Kieferkamms zum Ziel haben^{2–5}. Hierbei stellte sich der autologe Knochen als Goldstandard heraus, und zwar insbesondere bei der Rekonstruktion großer vertikaler und/oder lateraler Defekte⁶. Der Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa (European Association of Dental Implantologists [BDIZ EDI]) hat 2013 eine therapieorientierte Defektklassifikation für Regelfallversorgungen in

der Augmentationschirurgie eingeführt⁷. Hierbei wurde bei der sogenannten "Kölner Defektklassifizierung" ein System aus Buchstaben und Ziffern entworfen, das zur konkreten Beschreibung von Knochendefekten dient. Einbezogen werden dabei die Defektgestalt in den drei Raumdimensionen und die Kiefergeometrie⁷. Als Entscheidungshilfe im Hinblick auf die Augmentationstechnik kann dieses diagnostische Schema hilfreich sein und in die Planung einbezogen werden (Tab. 1). Die hier vorgestellte Fallstudie hat das Ziel, die Planung der Rekonstruktion von Kieferkammdefekten zu systematisieren.

Schalentechnik – Methodik des augmentativen Eingriffs

In den folgenden Fallberichten wird die Schalentechnik nach Khoury für die Rekonstruktion zweiund dreidimensionaler Kieferdefekte dargestellt^{8–11}.

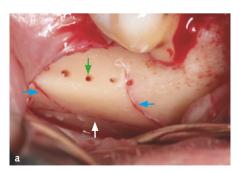
Tab. 1 Die "Kölner Defektklassifikation" basiert auf der Angabe von drei Codes, um einen Alveolarfortsatzdefekt möglichst vollumfänglich und im Hinblick auf die therapeutischen Möglichkeiten zu beschreiben.⁷

1. Code	2. Code	3. Code
Defektorientierung	Rekonstruktionsbedarf des Defekts	Relation von Augmentation und Defektumgebung
H: horizontal	1: gering: < 4 mm	i: innerhalb der Kieferkammgeometrie
V: vertikal	2: mittelgradig: 4–8 mm	e: extern, außerhalb der Kieferkamm- geometrie
K: kombiniert	3: ausgedehnt: > 8 mm	
S (ggf. +S): Sinusbereich		

Methodik der Knochenentnahme

Die am häufigsten eingesetzten intraoralen Spenderregionen für diese Technik sind der retromolare Bereich im Unterkiefer, das Mentum sowie das Os zygomaticum^{9,11}. Die Knochenentnahme erfolgt in den meisten Fällen in Lokalanästhesie. Einen einfachen Zugang für die Gewinnung großer Transplantate bietet der retromolare Bereich des Unterkiefers. Nach Darstellung der Linea obliqua externa werden mit der MicroSaw (Frios MicroSaw, Fa. Dentsply Sirona, Bensheim, Deutschland) drei Osteotomielinien angelegt: zwei vertikale (mesial und distal) sowie eine basal-horizontale (Abb. 1a). Das Überkreuzen der Osteotomielinien ist von besonderer Bedeutung, um ein einfaches Lösen des Transplantats zu ermöglichen. Anschließend wird die krestale Osteotomie in Form einer Perforationslinie, die parallel zur Linea obliqua verläuft, mit einem 1 mm dünnen Drillbohrer (MicroSaw Drill, Fa. Dentsply Sirona) ausgeführt. Mit Hammer

und Meißel kann der Knochenblock an den Sollbruchstellen luxiert werden. Das Transplantat wird anschließend extraoral in die gewünschte Form gebracht. Durch eine vertikale Längsteilung des Blocktransplantats werden zwei Knochenscheiben der Stärke 1-1,5 mm für die Rekonstruktion der Kieferkammdefekte gewonnen (Abb. 1b und c). Diese Knochenscheiben werden am originären Knochen mit Osteosyntheseschrauben (Microscrew, Fa. Stoma/Storz am Mark, Emmingen-Liptingen, Deutschland) fixiert. Die gewünschte Kieferkammbreite und -höhe wird durch den Abstand der Kortikalisblöcke zum Knochenlager reguliert. Der entstandene Hohlraum zwischen dem originären Knochen und den fixierten Knochenscheiben wird mit partikuliertem Knochen und ggf. xenogenem Knochenersatzmaterial aufgefüllt. Für die Partikulation des Knochens wird eine Knochenquetsche (Knochenquetsche, Fa. Stoma/Storz am Mark) verwendet. Knochenmühlen haben den Nachteil, dass es zu erheblichen Mahlverlusten im





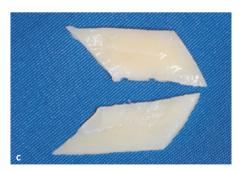


Abb. 1a bis c Methodik der Knochenentnahme: a) Diese Abbildung zeigt die Entnahme eines Blocktransplantats aus der Retromolarregion des Unterkiefers. Nach Darstellung der Linea obliqua externa werden mit der MicroSaw (Fa. Dentsply Sirona) drei Osteotomielinien eingebracht: zwei vertikale (mesial und distal: blaue Pfeile) sowie eine basal-horizontale (weißer Pfeil). Anschließend wird die krestale Osteotomie durch eine Perforationslinie, die parallel zur Linea obliqua verläuft, mit einem 1 mm dünnen Drillbohrer ausgeführt (grüner Pfeil). b) Darstellung des luxierten Blocktransplantats. Durch eine vertikale Längsteilung mit der MicroSaw wird dieses extraoral in zwei Knochenscheiben geteilt. c) Die resultierenden beiden Knochenscheiben.

Tab. 2 Die Codierung der "Kölner Defektklassifikation" wird auf die hier gezeigte Fallserie angewandt. Dabei wurden die folgenden Defektcodes sowie deren Therapieoptionen nach der "Kölner Defektklassifikation" ermittelt.⁷

Fallnummer	Defektcode	Defektbeschreibung	Therapieoptionen
Fall 1	H.2.i	 horizontal mittelgradig: 4–8 mm innerhalb der Kieferkammgeometrie 	 Expansionstechnik/Splitting intraorale Knochenchips Knochenblock KEM (inkl. GBR) KEM + Eigenknochen (inkl. GBR)*
Fall 2	H.2.e	horizontalmittelgradig: 4–8 mmaußerhalb der Kieferkammgeometrie	 intraoraler Knochenblock Beckenkamm KEM + Eigenknochen (inkl. GBR)* Sandwich-Osteotomie
Fall 3	K.3.i	 kombiniert ausgedehnt: > 8 mm innerhalb der Kieferkammgeometrie 	 intraoraler Knochenblock Beckenkamm KEM + Eigenknochen (inkl. GBR)** Distraktionsosteogenese Sandwich-Osteotomie
Fall 4	K.3.i	 kombiniert ausgedehnt: > 8 mm innerhalb der Kieferkammgeometrie 	 intraoraler Knochenblock Beckenkamm KEM + Eigenknochen (inkl. GBR)** Distraktionsosteogenese Sandwich-Osteotomie

KEM, Knochenersatzmaterial; GBR, guided bone regeneration; *volumenstabiles KEM und Membran mit langer Barrierefunktion; **nicht resorbierbare Membran + ggf. Stabilisierung empfohlen.

Inneren der Mühle kommt und somit zum Verlust osteoinduktiven Aufbaumaterials. Nach einer Einheilzeit von ca. drei Monaten ist der augmentierte Knochen in der Regel gut vaskularisiert¹².

Die folgenden Fälle stellen jeweils unterschiedliche Knochendefekte dar. Schrittweise wird die Vorgehensweise der augmentativen Maßnahmen beschrieben.

Problemdarstellungen und klinische Vorgehensweisen

Fall 1

Im Fall 1 erfolgte ein einzeitiges Vorgehen mit lateraler Auflagerung bei dreiwandigem Knochendefekt (Kölner Defektklassifikation: H.2.i) (Tab. 2).

Bei dem 52-jährigen Patienten (Abb. 2) war Zahn 22 aufgrund eines Traumas nicht erhaltungsfähig. Das Trauma hatte einen vollständigen Verlust der bukkalen Lamelle zur Folge. Da die Nachbarzähne füllungs- und kariesfrei waren, war eine Implantation die Therapie der Wahl.

Der aus dem Trauma resultierende Knochenverlust bedingte einen dreiwandigen Defekt, da der mesiale, distale und palatinale Knochen noch vorhanden war (Abb. 2a). Außerdem war die Knochenhöhe ausreichend. Obwohl eine Augmentation erforderlich ist, erscheint in entsprechenden Fällen eine simultane Implantation möglich, da die Revaskularisation des Transplantats aus vier Richtungen erfolgen kann (mesial, distal und in diesem Fall von palatinal und kranial).

Nach Darstellung des vestibulären Defekts in Regio 22 wurde ein Implantat (Conelog, Ø 3,8/11 mm, Fa. Camlog, Wimsheim, Deutschland) in optimaler Position inseriert und die benötigte Größe des Knochenblocks ausgemessen (Abb. 2a). Anschließend wurde aus dem retromolaren Bereich des Unterkiefers ein Knochenblock gewonnen. Dieser wurde extraoral in zwei Scheiben geteilt. Am vestibulären Aspekt des Implantats wurden die beiden Knochenscheiben auf Distanz aufgelagert und mit insgesamt drei Osteosyntheseschrauben (microscrew, Fa. Stoma/Storz am Mark) fixiert (Abb. 2b und c). Der Spaltraum zwischen der Implantatober-

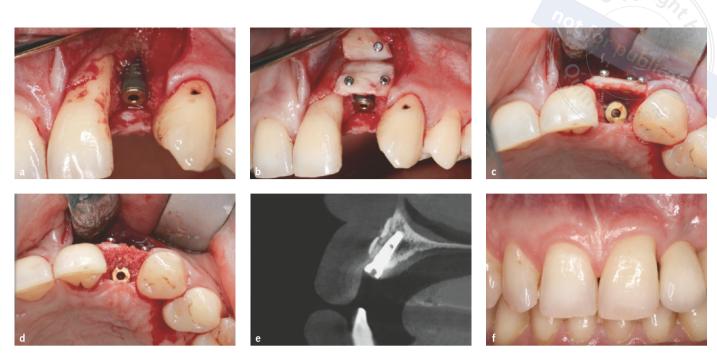


Abb. 2a bis f Fall 1: a) Insertion eines Implantats Regio 22. Das koronale Drittel des Implantats liegt frei. Die Knochenrezession an Zahn 21 ist ersichtlich. b) Augmentation mit zwei Knochenschalen und Fixation mittels Osteosyntheseschrauben. Der apikale Anteil des Implantats wurde zum Resorptionsschutz ebenfalls augmentiert. c) Die Knochenscheibe ist auf Distanz zum Implantat Regio 22 fixiert, sodass ein Raum zwischen Knochenschale und Implantat entsteht. d) Der Raum wird mit partikuliertem Knochen aufgefüllt. e) Sagittalansicht der DVT direkt nach der Implantatfreilegung Regio 22. Das Implantat ist vollständig von Knochen umgeben. Deutlich zu erkennen ist die Rekonstruktion des Alveolarfortsatzes mit vestibulären Knochenschalen. f) Abschlusssituation nach Eingliederung des Zahnersatzes Regio 22, vier Monate nach Implantation und Blocktransplantation.

fläche und dem fixierten Knochenblock wurde mit partikuliertem Eigenknochen aufgefüllt (Abb. 2d). Durch die laterale Augmentation konnte der knöcherne Defekt distal an Zahn 21 ebenso therapiert werden. Nach dreimonatiger Einheilphase wurde das Implantat freigelegt und eine dreidimensionale Kontrollaufnahme durchgeführt (Abb. 2e). Die sagittale Ansicht der Regio 22 zeigt sowohl die Rekonstruktion des Alveolarfortsatzes mit vestibulären Knochenschalen wie auch das vollständig osseointegrierte Implantat. Anschließend erfolgte die prothetische Versorgung aus Vollkeramik (Zirkoniumdioxid mit Keramikverblendung) (Abb. 2f).

Fall 2

Durchgeführt wurde ein zweizeitiges Vorgehen mit lateraler Auflagerung bei einwandigem Defekt (Kölner Defektklassifikation: H.2.e) (Tab. 2).

Dieser Fall (Abb. 3 und 4) beschreibt die Therapie bei einer 56-jährigen Patientin mit folgender Ausgangssituation (Abb. 3a): Aufgrund einer Kronenfraktur der Pfeilerzähne 43 und 44 konnte der

bisherige Zahnersatz nicht wiederhergestellt werden. Die Zähne 43 und 44 mussten entfernt werden. Im dritten Quadranten lag seit vielen Jahren eine Freiendsituation 33–38 vor. Infolge der eingetretenen Inaktivitätsatrophie war der Kieferkamm in seiner Breite deutlich reduziert. Der Wunsch der Patientin nach festsitzendem Zahnersatz, korrelierend zum Oberkiefer, konnte nur mithilfe von Implantaten gewährleistet werden.

In Fällen, in denen die Knochenbreite deutlich reduziert, jedoch die Knochenhöhe ausreichend ist, spricht man von einwandigen Knochendefekten. In diesen Situationen kann durch laterale Auflagerung ein ausreichend breites Implantatlager erreicht werden. Da die Vaskularisation lediglich aus dem schmalen Kieferkamm erfolgt, ist in diesen Fällen ein zweizeitiges Vorgehen einem einzeitigen vorzuziehen.

In dem hier beschriebenen Fall wurde Knochen aus Regio 38 gewonnen. Nach extraoraler Aufbereitung erfolgte die Fixierung dreier Knochenschalen auf Distanz zum originären Kieferknochen mit fünf Osteosyntheseschrauben (micro-screw,







Abb. 3a bis c Fall 2: a) Präoperatives Ausgangsbild mit scheinbar ausreichendem Implantatlager im 3. und 4. Quadranten, b) postoperatives Röntgenbild nach Augmentation Regio 33–37 und Implantation Regio 46, 45 sowie simultaner Augmentation Regio 45–47, c) Abschlusskontrolle nach prothetischer Versorgung im 3. und 4. Quadranten.

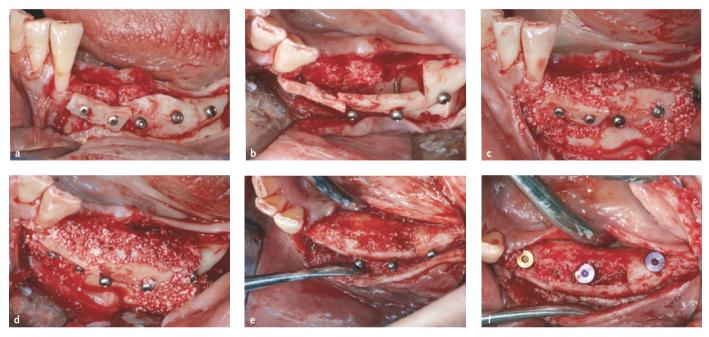


Abb. 4a bis f Fall 2: a) Intraoperative Ansicht des 3. Quadranten mit lateraler Fixierung der Knochenschalen in Regio 33–36, b) okklusale Ansicht der fixierten Knochenschalen 33–36. Die Knochenschalen sind auf Distanz fixiert und rekonstruieren den ursprünglichen Verlauf des Alveolarfortsatzes. c) und d) Partikulierter Eigenknochen und xenogenes Knochenersatzmaterial wird in und um den Defekt eingebracht. e) Reentry nach drei Monaten. Das Augmentat Regio 33–36 ist gut revaskularisiert und ossifiziert. f) Implantatinsertion in den augmentierten Bereich Regio 33–37. Der kleine knöcherne Defekt Regio 36 wurde anschließend mit autologem Knochen aufgefüllt. Dieser wurde mit einem Trepanbohrer aus dem Implantatstollen gewonnen.

Fa. Stoma/Storz am Mark) (Abb. 3b). Durch diese Maßnahme wurde eine ausreichende Kieferbreite erreicht (Abb. 4a bis b). Der geschaffene Hohlraum zwischen Knochenscheiben und originärem Knochen wurde mit partikuliertem Knochen und xenogenem Knochenersatzmaterial (Bio-Oss, Fa. Geistlich, Wolhusen, Schweiz) im Verhältnis 1:1 aufgefüllt (Abb. 4c und d). Nach dreimonatiger Einheilphase konnten im gut vaskularisierten Knochen die Implantate Regio 37, 35 und 33 (Ø 4,3/11 mm; Ø 4,3/11 mm; Ø 3,8/11 mm, Fa. Camlog) inseriert werden (Abb. 4e, f und 3c).

Fall 3

Es erfolgte ein zweizeitiges Vorgehen mit orovestibulärer Auflagerung bei durchgängigem Defekt (Kölner Defektklassifikation: K.3.i) (Tab. 2).

Fall 3 (Abb. 5 und 6) beschreibt eine ausgeprägte Resorption im Oberkieferseitenzahngebiet. Aufgrund einer chronischen Parodontitis bei einer 74-jährigen Patientin konnten die Zähne 13, 14, 15 nicht erhalten werden. Der Defekt wies lediglich eine schmale knöcherne Begrenzung zum Sinusboden auf. Die Patientin trug einen herausnehm-









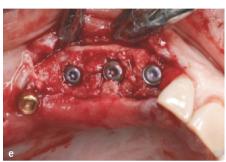


Abb. 5a bis e Fall 3: a) Klinische Darstellung des vertikalen Defekts in Regio 14–16. Das Implantat Regio 16 ist nicht betroffen. b) und c) Fixierung der Knochenschalen jeweils von vestibulär und palatinal. Der Raum wurde sodann mit partikuliertem Knochen gefüllt. d) Reentry nach drei Monaten. Erkennbar ist eine gute Vaskularisierung des Augmentats. e) Insertion der Implantate in Regio 13, 14, 15.



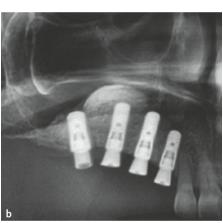


Abb. 6a bis b Fall 3: a) Ausgangssituation nach Augmentation Regio 16–13 mit Fixierung der autologen Knochenschalen durch Osteosyntheseschrauben und externem Sinuslift. Das Implantat Regio 16 war bereits vorhanden und wurde alio loco inseriert. Mit dem Locator diente es als Fixierung einer Teilprothese. b) Abschlusskontrolle nach Freilegung der Implantate und Entfernung der Osteosyntheseschrauben.

baren Zahnersatz, der u. a. durch einen Locator auf einem Implantat in Regio 16 abgestützt war. Die Retention war unzureichend. Die Patientin wünschte festsitzenden Zahnersatz.

Wenn sowohl ein Verlust der Knochenhöhe als auch der Knochenbreite eingetreten ist, handelt es sich um technisch anspruchsvolle Fälle, da ein durchgängiger Defekt dreidimensional rekonstruiert werden muss. Eine gute Therapieoption ist die Anlagerung einer ersten Knochenscheibe bukkal und einer zweiten oral. Die Implantation erfolgt in diesen Situationen in einem zweiten Schritt nach Einheilung der Transplantate.

In dem vorliegenden Fall wurde Knochen aus dem retromolaren Bereich Regio 48 gewon-

nen. Das Transplantat wurde extraoral in zwei Scheiben geteilt. Diese wurden jeweils bukkal und palatinal angelagert und mit Osteosyntheseschrauben (micro-screw, Fa. Stoma/Storz am Mark) fixiert (Abb. 5a bis c). Der Spalt zwischen den Knochenscheiben wurde anschließend mit partikuliertem Knochen aufgefüllt (Abb. 6a). Nach dreimonatiger Einheilphase erfolgte die Darstellung des gut vaskularisierten Augmentats. Das Implantatlager war ausreichend für die Insertion der Implantate in Regio 13, 14 und 15 (Straumann BL Ø 4,1/10 mm; Ø 4,1/10 mm; Ø 4,1/12 mm, Fa. Straumann, Basel, Schweiz) (Abb. 5d, e und 6b).

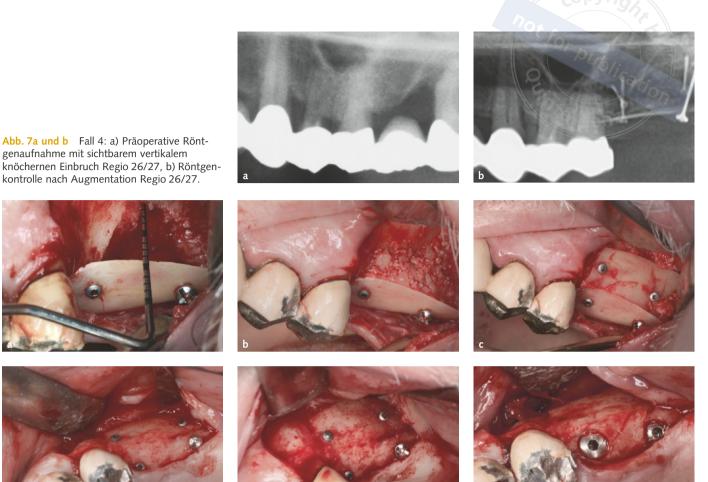


Abb. 8a bis f Fall 4: a) Klinische Darstellung des Defekts bei bereits fixierter krestaler Knochenschale. Der Zugang erfolgte nur durch den Entlastungsschnitt Regio 25. b) Einbringen des partikulierten Knochens und Knochenersatzmaterials Regio 26. c) Nach Auffüllen des Defekts mit partikuliertem Knochen wird eine zweite Knochenschale verwendet, um das Partikulat zu fixieren. d) und e) Reentry nach drei Monaten. Das Augmentat Regio 26 ist gut ossifiziert. f) Die Osteosyntheseschrauben sind entfernt und zwei Implantate in Regio 26, 27 inseriert.

Fall 4

Im hier vorgestellten vierten Fall erfolgte ein zweizeitiges Vorgehen mit krestovestibulärer Auflagerung bei durchgängigem Defekt (Kölner Defektklassifikation: K.3.i) (Tab. 2).

genaufnahme mit sichtbarem vertikalem

kontrolle nach Augmentation Regio 26/27.

Fall 4 (Abb. 7 bis 9) beschreibt die implantologische Therapie bei einem 79-jährigen Patienten nach Zahnverlust in Regio 27 aufgrund eines ausgeprägten vertikalen Knocheneinbruchs (Abb. 7a). Der Patient äußerte den Wunsch nach einem festsitzenden Zahnersatz. Dementsprechend wurden implantatgetragene Kronen in Regio 26 und 27 geplant. In diesem Fall mussten Kieferkammdefizite in Höhe und Breite dreidimensional rekonstruiert werden. Eine Alternative zu der in Fall 3 beschriebenen Technik der orovestibulären Auflagerung ist die krestovestibuläre Auflagerung. Die Implantation erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt. Auch diese Technik ist komplex und erfordert fortgeschrittene chirurgische Kompetenz.

Die Rekonstruktion des Alveolarfortsatzes erfolgte drei Monate nach der Zahnextraktion von Zahn 27. Hierfür wurde Knochen aus dem retromolaren Bereich des Unterkiefers gewonnen und extraoral in zwei Scheiben geteilt. In Regio 26/27 wurde der Zugang zum Kieferkamm mit der Tunnel-Technik durchgeführt. Das heißt, es wurde lediglich vestibulär inzidiert. Dieses Vorgehen reduziert das Risiko einer Dehiszenz im kre-





Abb. 9a und b Fall 4: a) Röntgenologische Kontrolle nach prothetischer Versorgung. Der Zahnersatz auf den vorhandenen Zähnen wurde vom Hauszahnarzt ebenfalls erneuert. b) Klinische Situation nach Eingliederung des Zahnersatzes (NEM, vollverblendet).

stalen Bereich des Augmentats. Im ersten Schritt wurde im krestalen Bereich eine Knochenscheibe fixiert (Abb. 8a). Der geschaffene Hohlraum wurde mit partikuliertem Knochen und xenogenem Knochenersatzmaterial aufgefüllt und mit einer weiteren Knochenscheibe vestibulär abgedeckt (Abb. 7b und 8b, c). Nach dreimonatiger Einheilphase konnten Implantate in Regio 26 und 27 (Astra OsseoSpeed, Ø 4,5/11 mm; Ø 4,0/11 mm, Fa. Dentsply Sirona) in einen gut vaskularisierten Knochen (Abb. 8d bis e) inseriert werden (Abb. 8f). Die Implantate wurden drei weitere Monate später freigelegt und mit Einzelkronen versorgt (Abb. 9a und b).

Diskussion

In der Literatur werden verschiedene Techniken zur Gewinnung intra- und extraoraler Knochentransplantate diskutiert. Das monokortikale Blocktransplantat aus der Innenseite der Beckenschaufel ist für die Rekonstruktion von Kieferkammdefekten in der Chirurgie nach wie vor gebräuchlich¹³. Der hohe Aufwand der Transplantatgewinnung, die einen stationären Aufenthalt mit langer Regenerationszeit bedingt, ist in vielen Fällen durch Alternativtherapien vermeidbar. Deswegen wird diese technische Vorgehensweise immer häufiger von Patienten nicht mehr akzeptiert¹⁴. Die gute und komplikationsarme Gewinnung von autologem Knochen aus der Nähe der Empfängerregion ist für eine schonende Augmentationstechnik von großem Vorteil. Folgende Entnahmestellen werden in der Literatur beschrieben: Implantatbett, Tuber maxillae, Spina nasalis anterior, faziale Kieferhöhlenwand, anteriorer Gaumenknochen, Mandibula im apikalen Bereich der Molaren, retromolare Region des Unterkiefers ohne Einbeziehung des Ramus mandibulae, Kinnregion, zahnlose Kieferabschnitte (Kammspitze/Korpus) und Exostosen^{11,15}. In einer Übersichtsarbeit aus 24 Studien von Nkenke et al. wurde u. a. die Morbidität der einzelnen Spenderregionen untersucht. Dabei wurde ersichtlich, dass Ramustransplantate als intraorale Spenderregion eine geringe Morbidität aufweisen¹⁶. Zudem weisen Ramustransplantate geringe Risikien in Bezug auf Nervverletzung, Beschädigung des Nachbarzahns, Hämatom- und Ödembildung auf¹⁷. Des Weiteren wurden diverse Techniken beschrieben und untersucht, um einen alveolären Defekt in der Vertikalen und Horizontalen zu rekonstruieren und somit ein stabiles Implantatlager zu schaffen. Unter diese Techniken fallen 1. "guided bone regeneration" (GBR), 2. Knochenblockaugmentationen, 3. Titan-Mesh, 4. Distraktionsosteogenese, 5. "Bone Splitting" oder 6. Kombinationen dieser Techniken. Zusätzlich werden unterschiedliche Materialen oder Membranen zum Schutz der Augmentate verwendet^{18–22}. Als Alternative zu autologen Transplantaten werden allogene Schalen beworben (maxgraft, Fa. Biotiss, Zossen, Deutschland). Diese haben den Vorteil, dass eine Spenderregion mit zusätzlichem Operationsrisiko sowie Entnahmemorbidität vermieden werden kann²³. Nachteilig wird die fehlende osteoinduktive Wirkung des avitalen Knochenersatzmaterials mit der Folge möglicher Komplikationen gesehen²⁴.

Bei der heute immer noch gebräuchlichen Onlay-Graft- oder Monoblock-Technik wird ein Knochentransplantat, häufig aus dem Retromolarbereich des Unterkiefers, in gewünschter Stärke auf den zu augmentierenden Bereich aufgelagert und mit Titanschrauben befestigt. Eine Implantation erfolgt in der Regel in einem Zweiteingriff, da der rein kortikale Knochen des Retromolarbereichs eine schlechte Revaskularisierung sowie Revitalisierung aufweist. Eine Sequestrierung des Transplantats kann auftreten²⁵. Limitierend in Bezug auf den klinischen Erfolg dieser Technik ist außerdem die Kortikalisdicke von ca. 3 mm. Bei größeren Kieferkammdefekten reichen bei dieser Technik intraorale Spenderregionen nicht aus. Deshalb wird meist auf extraorale Spenderregionen, wie z. B. Beckenkamm, ausgewichen. Die Augmentation von Beckenkamm zur Kieferknochenerhöhung wird mittlerweile kontrovers diskutiert, da es aufgrund des hohen Anteils an Spongiosa zu unvorhersehbarer Knochenresorption kommen kann. Des Weiteren wird eine höhere Infektions- und Verlustrate bei Beckenkammtransplantaten beobachtet²⁶. Einige Studien zeigen jedoch keine wesentliche Resorption nach einem Beobachtungszeitraum von zehn Jahren sowie eine geringe Morbidität^{27,28}.

In den hier beschriebenen Patientenfällen wurde ausschließlich die Schalentechnik für die Rekonstruktion der alveolären Defizite verwendet. Wesentlicher Vorteil dieser Technik ist die Unabhängigkeit von der Kortikalisdicke. Durch die "Verschalung" können auch große Kieferkammdefekte außerhalb der Kieferkammgeometrie unter Verzicht auf Beckenkammtransplantate rekonstruiert werden. Auf zusätzliche Membranen zum Schutz des Augmentats wurde verzichtet, da der Nutzen einer Membran bei autologem Knochen nicht geklärt ist^{29,30}. Eine gute Revaskularisierung ist bei den Knochenblocktransplantationen mit der Schalentechnik, die zu einem langfristig stabilen Implantatlager führen, zu erkennen⁹.

Schlussfolgerung

Die Schalentechnik ermöglicht auch unter Einsatz von intraoralen Spenderregionen die Rekonstruktion größerer Kieferkammdefekte. Mit dieser Technik können sowohl vertikale als auch horizontale Knochendefizite augmentiert werden. Folglich können in vielen Fällen extraorale Spenderregionen vermieden werden.

Literatur

- Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. J Clin Periodontol 2009;36: 1048–1058.
- Bartols A, Kasprzyk S, Walther W, Korsch M. Lateral alveolar ridge augmentation with autogenous block grafts fixed at a distance versus resorbable Poly-D-L-Lactide foil fixed at a distance: A single-blind, randomized, controlled trial. Clin Oral Implants Res 2018;29:843–854.
- Rasia-dal Polo M, Poli PP, Rancitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: a systematic review of the literature. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2014;19:e639–e646.
- Bassetti MA, Bassetti RG, Bosshardt DD. The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review. Clin Oral Implants Res 2016;27:310–324.
- Jung RE, Fenner N, Hämmerle CH, Zitzmann NU. Long-term outcome of implants placed with guided bone regeneration (GBR) using resorbable and non-resorbable membranes after 12-14 years. Clin Oral Implants Res 2013;24:1065–1073.
- Khoury F AH, Missika P. Bone augmentation in oral implantology. Quintessence, 2006:436.
- Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa – Europaen Association of Dental Implantologists (BDIZ EDI). Kölner Defektklassifikation CCARD (Cologne Classification of Alveolar Ridge Defect) für Regelfallversorgungen bei Knochenaugmentation. 8. Europäische Konsensuskonferenz des BDIZ EDI, Februar 2013. URL: https://www.implantate.com/downloads/koelner-defektklassifikation-ccard.html.
- 8. Hanser T, Khoury, F. Erfahrungen bei der Entnahme mandibulärer Knochenblocktransplantate mit der MicroSaw. Der Freie Zahnarzt 2002;12:38–43.
- Khoury F, Hanser T. Three-Dimensional Vertical Alveolar Ridge Augmentation in the Posterior Maxilla: A 10-year Clinical Study. Int J Oral Maxillofac Implants 2019;34:471–480.
- Khoury F, Hanser T. Mandibular bone block harvesting from the retromolar region: a 10-year prospective clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 2015;30:688–697.
- Khoury F. Augmentative Verfahren in der Implantologie. Berlin: Quintessenz, 2009.
- Schlegel KA, Lang FJ, Donath K, Kulow JT, Wiltfang J. The monocortical critical size bone defect as an alternative experimental model in testing bone substitute materials. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;102:7–13.
- 13. Lundgren S, Nystrom E, Nilson H, Gunne J, Lindhagen O. Bone grafting to the maxillary sinuses, nasal floor and anterior maxilla in the atrophic edentulous maxilla. A two-stage technique. Int J Oral Maxillofac Surg 1997;26:428–434.
- 14. Cordaro L, Amade DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. Clin Oral Implants Res 2002;13:103–111.
- Cordaro L, Torsello F, Miuccio MT, di Torresanto VM, Eliopoulos D. Mandibular bone harvesting for alveolar reconstruction and implant placement: subjective and objective cross-sectional evaluation of donor and recipient site up to 4 years. Clin Oral Implants Res 2011;22:1320–1326.
- Nkenke E, Neukam FW. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival. Eur J Oral Implantol 2014;7(Suppl 2):S203–S217.
- 17. Nkenke E, Radespiel-Troger M, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Winkler G, Neukam FW. Morbidity of harvesting of retromolar bone grafts: a prospective study. Clin Oral Implants Res 2002;13:514–521.

- Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24(Suppl):237–259.
- Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24(Suppl): 218–236.
- 20. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22(Suppl):49–70.
- 21. Korsch M, Kasprzyk S, Walther W, Bartols A. Lateral alveolar ridge augmentation with autogenous block grafts fixed at a distance vs resorbable poly-D-L-lactide foil fixed at a distance: 5-year results of a single-blind, randomised controlled trial. Int J Oral Implantol (New Malden) 2019;12:299–312.
- 22. Troeltzsch M, Troeltzsch M, Kauffmann P, et al. Clinical efficacy of grafting materials in alveolar ridge augmentation: A systematic review. J Craniomaxillofac Surg 2016;44:1618–1629.
- Kloss FR, Offermanns V, Kloss-Brandstätter A. Comparison of allogeneic and autogenous bone grafts for augmentation of alveolar ridge defects-A 12-month retrospective radiographic evaluation. Clin Oral Implants Res 2018;29:1163–1175.

- 24. Keith JD Jr., Petrungaro P, Leonetti JA et al. Clinical and histologic evaluation of a mineralized block allograft: results from the developmental period (2001-2004). Int J Periodontics Restorative Dent 2006;26:321–327.
- 25. Stimmelmayr M, Güth JF, Schlee M, Beuer F. Vertical ridge augmentation using the modified shell technique—a case report. J Oral Maxillofac Surg 2014;72:286–291.
- Chiapasco M, Zaniboni M. Failures in jaw reconstructive surgery with autogenous onlay bone grafts for preimplant purposes: incidence, prevention and management of complications. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 2011;23:1–15, v.
- Fretwurst T, Nack C, Al-Ghrairi M, et al. Long-term retrospective evaluation of the peri-implant bone level in onlay grafted patients with iliac bone from the anterior superior iliac crest. J Craniomaxillofac Surg 2015;43:956–960.
- 28. Fretwurst T, Wanner L, Nahles S, et al. A prospective study of factors influencing morbidity after iliac crest harvesting for oral onlay grafting. J Craniomaxillofac Surg 2015;43:705–709.
- 29. Kusiak JF, Zins JE, Whitaker LA. The early revascularization of membranous bone. Plast Reconstr Surg 1985; 76:510–516.
- 30. Tawil G, El-Ghoule G, Mawla M. Clinical evaluation of a bilayered collagen membrane (Bio-Gide) supported by autografts in the treatment of bone defects around implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16:857–863.

Possibilities of augmentation using autologous shell technique

KEYWORDS

bone grafting, augmentation, shell technique, implants

ABSTRACT

The augmentative techniques for the bone reconstruction of dentoalveolar defects are of importance in pre-implant surgery. Today, autologous bone grafts, based on biological and immunological findings, are the gold standard for restoring a perfect implant site. This article gives an overview of the possibilities of augmentation of various bony defects. In addition, this article is intended to be a decision-making aid for practitioners to assess the correct form of therapy for bone defects. The cases described are treated according to the well documented and described shell technique by Khoury.



Michael Korsch
PD Dr. med. dent., M.A.
Akademie für Zahnärztliche Fortbildung
Lorenzstr. 7
76135 Karlsruhe

und

Zentrum für Implantologie und Oralchirurgie Berliner Str. 41 69120 Heidelberg

Abdel-Karim Mamar

Dr. med. dent Zentrum für Implantologie und Oralchirurgie Berliner Str. 41 69120 Heidelberg

Michael Korsch

Korrespondenzadresse:

PD Dr. med. Dent. Michael Korsch, E-Mail: mk@drkorsch-heidelberg.de