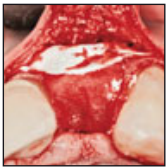


## Piezoelektrische Osteoplastik mit autogenen Knochenblocktransplantaten



Piotr Majewski, DDS, PhD<sup>1</sup>

*In diesem Artikel wird die Alveolarkammrekonstruktion im ästhetischen Bereich mit autogenen Knochenblocktransplantaten vom Kinn beschrieben. Insbesondere wird auf die Entnahme, Stabilisierung und Einpassung des Knochenblocktransplantats in das Empfängerbett eingegangen. Die 38 Patienten wurden in zwei Gruppen unterteilt: Gruppe 1 wurde mit piezoelektrischen Instrumenten operiert, Gruppe 2 mit rotierenden Instrumenten. Das piezoelektrische Operationsverfahren erlaubt chirurgische Modifikationen. Die Kontrolle der Knochenregeneration und der klinischen Befunde nach fünf bis sieben Jahren ergab für das piezoelektrische Operationsverfahren bessere und besser vorhersagbare klinische Ergebnisse. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 339–347)*

Implantationen im oberen Frontzahnbereich gelten als besonders schwierig, weil ein gutes Ergebnis dieser Behandlung nicht nur von der Funktion der osseointegrierten Implantate, sondern auch von der Ästhetik der implantatgetragenen Restaurationen abhängt.

Hart- und Weichgewebedefekte erschweren die Behandlung, weil sie eine Augmentation erforderlich machen<sup>1</sup>. Für jede Art der Augmentation – vertikal, horizontal oder beides – wurden bereits zahlreiche Verfahren beschrieben<sup>2–7</sup>. Die Verfahren lassen sich in zwei Hauptgruppen unterteilen. Die erste umfasst die gesteuerte Knochenregeneration (GBR) mit Biomaterialien, autogenen Knochenpartikeln und Barrieremembranen, bei der zweiten werden Knochenblocktransplantate verwendet<sup>8</sup>. Auch Kombinationen dieser beiden Verfahren wurden beschrieben: Biomaterialien und Membranen mit autogenen Knochenblöcken. Wachstumsfaktoren<sup>9,10</sup> und Bone Morphogenic Proteins fördern die Knochenneubildung. Allerdings gibt es nicht genügend Langzeitdaten, die diese vielversprechenden klinischen und histologischen Beobachtungen stützen.

Die Ergebnisse von Osteoplastiken werden von vielen Faktoren beeinflusst. Im Vordergrund stehen dabei laut Wang und Boyapati der primäre Wundverschluss, die Angiogenese

<sup>1</sup> Leiter der Abteilung für Implantologie, Collegium Medicum, Jagiellonian-University, Krakau, Polen.

Korrespondenz an: Dr. Piotr Majewski, Klinika Implantologiczno-Stomatologiczna, ul. Milkowskiego 3/701 30-349 Krakau, Polen. E-Mail: pocza@piotrmajewski.eu

sowie Raumerhalt und Stabilität<sup>11</sup>. Daraus ergibt sich als einer der wichtigsten Einflussfaktoren das angewandte Operationsverfahren.

Im vorliegenden Artikel wird eine Osteoplastik mithilfe piezoelektrischer Instrumente und autogener Knochenblocktransplantate in Kombination mit Biomaterialien und resorbierbaren Membranen beschrieben.

Mithilfe dieser Instrumente konnten die üblichen Operationsverfahren so modifiziert werden, dass sich die Heilungsergebnisse verbesserten, gemessen an den klinischen Befunden und der Einheilung (Inkorporation) des Knochenblocks im Empfängerbett, und die periimplantäre Resorption des transplantierten Knochengewebes reduziert wurde. Die Transplantation eines Knochenblocks mit rotierenden Instrumenten wird hier als Standardverfahren (Kontrolle) dem modifizierten piezoelektrischen Vorgehen gegenübergestellt.

Bei dem modifizierten Verfahren wird ein Knochenblock entnommen, der in seiner Form dem Alveolarkammdefekt angepasst ist und im Empfängerbett stabilisiert wird. Im zweiten Operationsschritt wurde mit den piezoelektrischen Ansätzen eine Schicht der Kortikalis fein präpariert und ausgedünnt, um die Form des rekonstruierten Alveolarkamms abzustützen. Die piezoelektrischen Instrumente erzeugen bei der Präparation keine Vibrationen im Knochen und erlauben daher eine präzisere und schonendere Bearbeitung als rotierende Instrumente. Dies waren die wichtigsten Unterschiede der beiden Verfahren (Kontrolle und modifiziert). Beide Operationsschritte – die Entnahme und Stabilisierung des Knochenblocks sowie seine präzise und feine Präparation mit piezoelektrischen Instrumenten – verbesserten die klinischen Ergebnisse der Alveolarkammrekonstruktion.

## Material und Methode

Insgesamt wurde bei 38 Patienten im Alter von 24 bis 47 Jahren ein regenerativer Eingriff vorgenommen, auf den nach sechs Monaten die Implantation folgte. Die klinische Beobachtungsphase betrug fünf bis sieben Jahre nach der Implantation und prothetischen Restauration (auf das Abutment zementierte Einzelzahn-Vollkeramikkrone). Einschlusskriterien waren ein guter allgemeiner Gesundheitszustand und Nichtraucherstatus. Entzündliche Veränderungen der Schleimhäute, des Parodonts oder der Hartgewebe mussten vor dem Eingriff behoben worden sein. Präoperativ wurde die Okklusion ermittelt, um das Implantat später mit einer Krone versehen zu können. Im oberen Frontzahnbereich zeigten alle Patienten eine Einzelzahnlücke mit ausgedehnter Schädigung der labialen Knochenplatte, die eine Primärstabilität der Implantate verhinderte. Die Defektgröße bildete nach Ansicht des Autors eine Kontraindikation für eine GBR, da sich der Alveolarkamm während der Regeneration schlecht aufbauen und formen lassen würde. Das Knochenblocktransplantat wurde in Gruppe 1 mit piezoelektrischen Instrumenten (modifiziertes Verfahren) und in Gruppe 2 mit rotierenden Instrumenten (Kontrolle) aus dem Kinn entnommen und präpariert. Jede Gruppe umfasste 19 Patienten.

Die Behandlung verlief wie folgt: Präparation des Empfängerbetts, Entnahme des Knochenblocks, Stabilisierung des Knochenblocks im Empfängerbett, Anpassen des Knochenblocks nach seiner Stabilisierung in situ und primärer Wundverschluss. Diese Abfolge galt für beide Operationsverfahren. Der Unterschied bestand lediglich in der Art der Instrumente: piezoelektrische Instrumente in der Gruppe 1 und rotierende Instrumente in der Gruppe 2 (Tabelle 1).

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie sich die piezoelektrische Chirurgie auf den Operationsverlauf und die Knochenregeneration im Vorwege einer Implantation auswirkt.

Bei der modifizierten autogenen Knochenblocktransplantation wird der Knochenblock mit piezoelektrischen Instrumenten aus dem Kinn entnommen und dabei gleich so geformt, dass er möglichst gut in den Defekt passt. Nach der Transplantation und Stabilisierung wird die Form der Transplantatkortikalis wiederum mit piezoelektrischen Instrumenten an das Empfängerbett angepasst.

Durch diese Modifikationen sollte ein stabiler, biologischer Raum im Defekt geschaffen werden, der eine Knochenneubildung erlaubt und die Resorption des Knochenblocks verhindert.

Alle Patienten erhielten eine Stunde präoperativ eine Antibiotikaprophylaxe (Augmentin 375 mg, GlaxoSmithKline). Außerdem spülten sie ihren Mund an den drei Tagen vor der Operation (sowie für zwei Wochen danach) dreimal täglich mit 0,1 % Chlorhexidin. Die Operationen wurden unter Lokalanästhesie (4 bis 6 ml Ubistesin 4 % 1:100000, 3M ESPE) durchgeführt. Nach der Mobilisierung eines Mukoperiostlappens und dem Entfernen der Zahnwurzel sowie chronischer entzündlicher Läsionen wurden die Form und Größe des Defekts ermittelt. Anschließend wurde der Knochenblock aus dem Kinn entnommen. Der Ablauf war bei beiden Operationsverfahren bis auf die verwendeten Instrumente gleich. In Gruppe 1 (Abb. 1a bis g) wurde mit einem piezoelektrischen Instrument (Mectron) mit sägeförmigem Ansatz (OT6, OT7) ein ausreichend großer Knochenblock exzidiert. Die obere Inzision lag 5 mm unter den Wurzelspitzen der unteren Schneidezähne, um möglichst keine Nerven und Gefäße zu verletzen. Größe und Form

**Tabelle 1 Vergleich der beiden Behandlungsgruppen**

	<b>Gruppe 1 (piezoelektrische Instrumente)</b>	<b>Gruppe 2 (rotierende Instrumente)</b>
Patienten (n)	19	19
Fragmentierung des Knochenblocks bei der Entnahme	0	2
Fixierung des Knochenblocks mit Minischrauben im Empfängerbett	1	16
Destabilisierung des Knochenblocks bei der Formung in situ	0	9
Fragmentierung des Knochenblocks bei der Formung in situ	0	2
Sequestrierung oder Destabilisierung des Knochenblocks bei der Implantation	0	6*
Anzahl der Implantate nach Knochenregeneration	19	13
Weichgewebedehiszenz auf der Labialseite des regenerierten Bereichs nach 5 bis 7 Jahren	0	7
Knochenumbau unterhalb des ersten Gewindegangs des Implantats auf der periapikalen Röntgenaufnahme	0	0

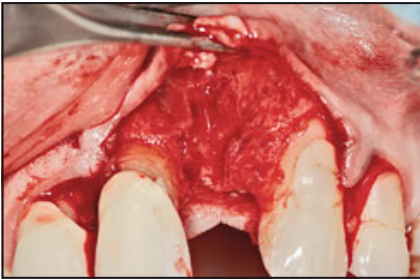
\* Indikation für eine GBR und verzögerte Implantation.

des Defekts wurden mithilfe einer Schablone aus steriler Aluminiumfolie übertragen und der Umriss des Knochenblocks entsprechend der Geometrie des Empfängerbetts festgelegt. Der Knochenschnitt war so tief, dass ein kortikospongiöser Knochenblock mit einer Dicke von 5 bis 6 mm entnommen werden konnte. Nach der Entnahme wurde die Form des Knochenblocks mit dem Empfängerbett verglichen und der Knochenblock sowie der Wanddefekt mit einem piezoelektrischen Instrument so präpariert, dass das Transplantat möglichst passgenau eingesetzt werden konnte. Dann wurde der Knochenblock zwischen die distale und mesiale Wand des Knochendefekts gesetzt. Bei dreiwandigen Defekten, bei denen Inlayblöcke verwendet wurden, stellte diese Präparation der Konturen eine stabile Fixierung des Knochenblocks im Defekt sicher, ohne dass Minischrauben oder Miniplatten

erforderlich waren. In Gruppe 2 (Abb. 2a bis c) wurden die Knochenblöcke bei 16 Patienten mit Minischrauben fixiert, da die Knochenblockentnahme und initiale Präparation nicht so präzise waren wie beim piezoelektrischen Vorgehen (Abb. 3).

Im Anschluss folgte die finale Präparation und der Knochenblock wurde mithilfe entsprechender piezoelektrischer Ansätze (OP1, OP3) an den Alveolarkamm im Empfängerbett angepasst (Abb. 1b und 2b). Dabei sollte der Knochenblock möglichst so präpariert werden, dass seine äußere kortikale Fläche eine Fortsetzung des Alveolarkamms war. Dazu wurde die Dicke der Kortikalis des Knochenblocks gleichmäßig reduziert (Abb. 1d). Ziel war die Vermeidung einer Nekrose der transplantierten Kortikalis und einer Resorption des Transplantats, indem die Revaskularisierung der dünnen Kortikalisschicht gefördert wurde. Der Autor befolgte

die Regel, nach der die Kortikalisdicke nicht über 2 bis 3 mm liegen sollte. Aus klinischer Sicht reicht diese Dicke aus, um die mechanischen Eigenschaften des Knochenblocktransplantats und seine Stabilität im regenerierten Defekt zu erhalten. Der Spalt zwischen dem Knochenblock und der Defektbasis wurde zuerst mit einer Schicht aus Spongiosachips aus dem Bereich unter der Spenderstelle und dann mit partikuliertem Biomaterial (Bio-Oss, Geistlich) aufgefüllt. Der Knochenblock wurde mit einer Schicht aus Bio-Oss abgedeckt, da dies nur langsam resorbiert wird. Abschließend wurde der transplantierte Bereich mit einer Bio-Gide-Kollagenmembran (Geistlich) abgedeckt, um die Regeneration zu fördern (Abb. 1e). Die Membran wurde mit Titanstiften sowie horizontalen und gekreuzten Matratzennähten aus nicht resorbierbarem Monofilament (4/0 Seralene, SeragWeissner) stabilisiert.



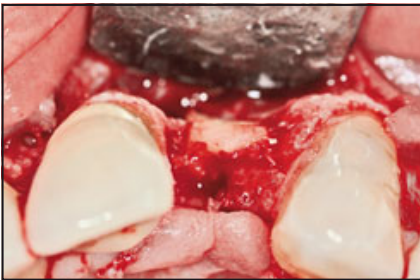
**Abb. 1a** Knochendefekt im Bereich eines fehlenden oberen linken lateralen Schneidezahns (Patient 1).



**Abb. 1b** Formung der Kortikalis und Anpassung der Konturen des Knochenblocks an den Alveolarkamm nach Stabilisierung im Empfängerbett (Patient 1).

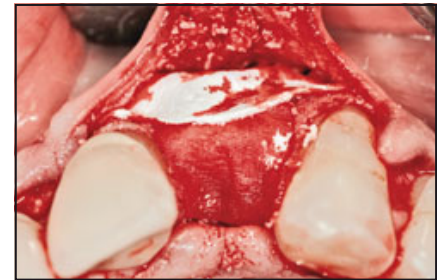


**Abb. 1c** Knochenblock im Empfängerbett vor der Modifikation (Patient 1).

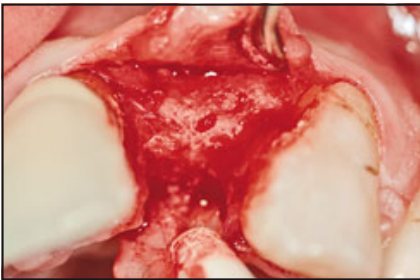


**Abb. 1d** (links) Knochenblock im Empfängerbett nach der Modifikation (Patient 1).

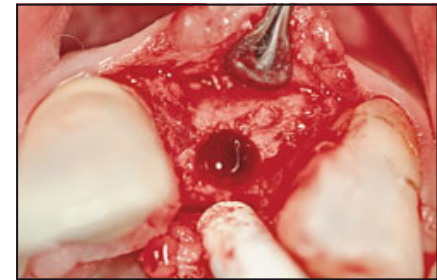
**Abb. 1e** (rechts) Abdeckung des autogenen Knochenblocks und des Bio-Oss mit einer Bio-Gide-Membran (Patient 1).



**Abb. 1f** (unten links) Integration des Knochenblocks in den Defekt 6 Monate nach der Operation. Die Kortikalis des Knochenblocks ist in das Empfängerbett integriert. Es gibt keine Hinweise auf eine Nekrose oder Sequestration (Patient 1).



**Abb. 1g** (unten rechts) Alveolarkamm-morphologie im regenerierten Bereich vor der Implantation. Nach dem Bohren ist der Knochenblock in situ stabil (Patient 1).



Bei 16 der 38 Patienten wurden die Membranen mit Titanstiften in der bukkalen Knochenplatte befestigt. Die gekreuzten Matratzennähte wurden für die Membranfixierung direkt über der dünnen Knochenplatte vor den Wurzeln der Nachbarzähne verwendet, wobei die Gefahr bestand, das Parodont zu verletzen.

Nach periostalen Entlastungsschnitten und Lappenextension wurde die Wunde fest und ohne Druck mit 5/0 Seralene (SeragWeissner) verschlossen. Der Knochendefekt an

der Spenderstelle wurde mit Bio-Oss-Partikeln aufgefüllt und mit einer Bio-Gide-Membran abgedeckt.

Postoperativ erhielten die Patienten zur Schmerzkontrolle im Abstand von acht Stunden 800 mg Ibuprofen. Die Fäden wurden nach sieben Tagen entfernt. Als provisorische Restauration wurden Veneers oder Kunststoff-/Kompositkronen verwendet, die mithilfe von Fiberglasschienen adhäsiv an den Nachbarzähnen befestigt wurden. Die Heilung verlief komplikationslos und ohne Wunddehiscenzen.

Bei zwei Patienten (Gruppe 2) traten lokale Parästhesien im Kinnbereich auf, die vier bis sechs Wochen postoperativ spontan abklangen. Weitere Komplikationen seitens der Spenderstelle traten nicht auf. Die Implantate (Biomet 3i) wurden sechs Monate nach der Osteoplastik gesetzt.

## Ergebnisse

Zum Vergleich der beiden Gruppen wurden über einen Zeitraum von fünf



**Abb. 2a** Stabile Fixierung des Knochenblocks im Empfängerbett ohne Minischraube (Patient 2).

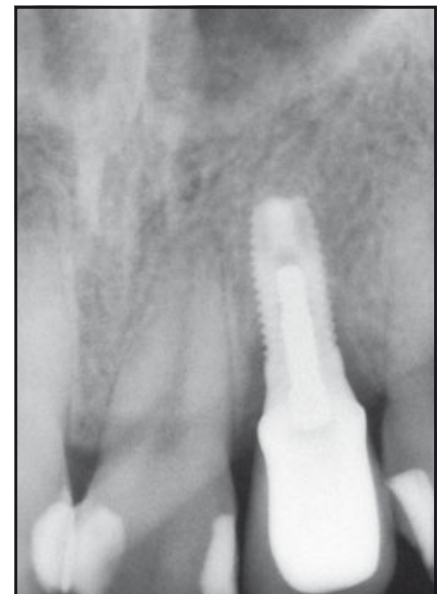


**Abb. 2b** Formung und Ausdünnung des Knochenblocks in situ mit einem piezoelektrischen Instrument (Patient 2).



**Abb. 2c** Weichgewebestatus des regenerierten Bereichs 6 Jahre nach der Implantation (Patient 2).

**Abb. 2d** (rechts) Periapikale Röntgenaufnahme 6 Jahre nach der Implantation im regenerierten Bereich. Der Knochenumbau an der Implantatschulter ist normal (Patient 2).

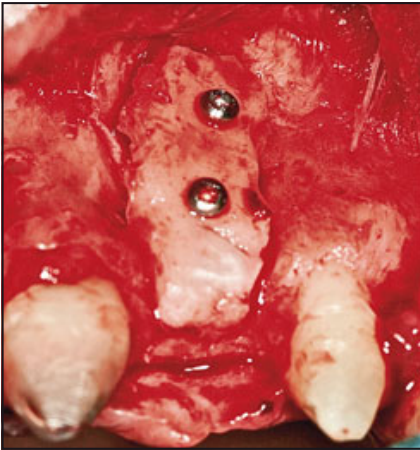


bis sieben Jahren unterschiedliche Faktoren analysiert: die Operationsphase, die Ergebnisse der Osteoplastik, der Weichgewebestatus an der implantatgetragenen Krone und das periimplantäre Knochenniveau mithilfe von Röntgenaufnahmen.

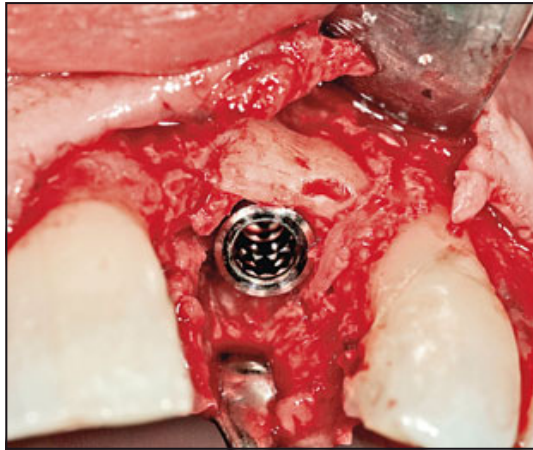
Bei zwei Patienten (10 %) der Gruppe 2 (rotierende Instrumente) fragmentierte der Knochenblock bei der Mobilisierung aus dem knöchernen Bett der Spenderstelle. Daher wurde nicht ein großer, sondern zwei kleine Blöcke, die mit Mikroschrau-

ben befestigt werden mussten, verwendet. In Gruppe 1 traten keine Fragmentierungen auf. In Gruppe 2 wurde der Knochenblock nur bei drei Patienten (15 %) so präzise an die Defektmessungen angepasst, dass keine Befestigung mit Mikroschrauben erforderlich war. Bei den übrigen Patienten der Gruppe 2 mussten Mikroschrauben verwendet werden: Bei 14 Patienten wurde ein Knochenblock und bei zwei Patienten zwei Blockfragmente, die bei der Entnahme entstanden waren, fixiert. Bei nur

einem Patienten (5 %) der Gruppe 1 musste der Knochenblock zusätzlich mit einer Mikroschraube im Empfängerbett befestigt werden. In Gruppe 1 kam es während der Präparation und Ausdünnung der Kortikalis-schicht nicht zu einer Destabilisierung oder Fragmentierung, während sich der Knochenblock in dieser Phase in Gruppe 2 bei neun Patienten (47 %) destabilisierte, sodass er nicht mehr angepasst und stattdessen wieder mit Minischrauben befestigt wurde. Bei zwei Patienten (10 %) der Grup-



**Abb. 3** Mit rotierenden Instrumenten entnommener Knochenblock, der mit Miniscrews stabilisiert wurde.



**Abb. 4** Destabilisierung der dicken Kortikalisplatte des Knochenblocks während der Implantation wegen der Verwendung von rotierenden Instrumenten bei der vorangegangenen Transplantation.

pe 2 fragmentierte der Block in zwei bis drei Teile, sodass eine GBR ohne Knochenblocktransplantat indiziert war, weil sich die kleinen Fragmente nicht mehr stabilisieren ließen.

Nach sechs Monaten, also bei der Implantation, wurden die Form des regenerierten Bereichs und seine Eignung für das Setzen korrekt ausgerichteter Implantate ermittelt. Form und Menge, d. h. Dicke und Breite, der befestigten Gingiva wurden als zufriedenstellend eingestuft ( $\geq 5$  mm).

In Gruppe 1 waren nach der Lappenmobilisierung keine Grenze und kein Unterschied zwischen dem Knochenblocktransplantat und dem umgebenden Wirtsknochen zu erkennen (Abb. 1f). Klinisch setzte sich die Alveolarkammkontur auch am transplantierten Knochenblock fort, sodass es möglich war, ein korrekt ausgerichtetes Implantat zu setzen. Da die Alveolarkambbreite  $\geq 6$  mm betrug, wurde ein Implantatdurchmesser von 4 mm gewählt. Im sichtbaren kompakten kortikalen Bereich des Transplantats über dem Alveolarkamm war keine

Separation zu erkennen, wie es bei den Knochenblocktransplantaten der Gruppe 2 der Fall war. Bei sechs Patienten (32 %) der Gruppe 2 war die Kortikalis des Transplantats während der präimplantären Präparation oder bei der Implantation fragmentiert oder destabilisiert (Abb. 4). Bei diesen Patienten wurden keine Implantate gesetzt, sondern sofort eine weitere GBR durchgeführt und eine verzögerte (nach weiteren sechs Monaten) Implantation geplant. In Gruppe 1 kam es während der Implantation weder zu einem Bruch noch einer Fragmentierung oder Destabilisierung der transplantierten Kortikalis (Abb. 1g).

Während der Einheilphase wurden dieselben provisorischen Kronen verwendet. Die Implantate wurden nach vier Monaten freigelegt. In beiden Gruppen (Gruppe 1: 19 Implantate, Gruppe 2: 13 Implantate) gab es keinen Implantatverlust. Nach der Freilegung der Implantate wurden neue provisorische Kunststoffkronen auf die Implantate geschraubt, um die Konditionierung der Weichgewebe

und der Papillen für die definitiven implantatgetragenen Keramikronen abzuschließen. Nach weiteren sechs bis acht Monaten wurden auf die Implantatabutments Vollkeramikronen zementiert. Nach dem Einsetzen der definitiven Krone stellten sich die Patienten einmal jährlich zur Kontrolluntersuchung vor. Während der Beobachtungsphase von fünf bis sieben Jahren funktionierten die implantatgetragenen Kronen in Gruppe 1 gut – ohne periimplantäre pathologische Veränderungen oder Weichgewebdehiszenzen. In Gruppe 2 traten im selben Zeitraum bei sieben Patienten (37 %) auf der Bukkalseite des transplantierten Bereichs Weichgewebdehiszenzen bis zu 2 bis 3 mm auf. Die periapikalen Röntgenaufnahmen, die direkt nach dem Einzementieren der Kronen und danach im Abstand von jeweils einem Jahr angefertigt wurden, ergaben in beiden Gruppen einen normalen Knochenumbau bis zum ersten Gewindegang des Implantats (Abb. 2d).

## Diskussion

Bei dem hier vorgestellten Operationsverfahren werden kortikospongiöse Knochenblocktransplantate, deren Komponenten unterschiedliche biologische und mechanische Eigenschaften besitzen, verwendet.

Ein unbestrittener Vorteil von autogenen Transplantaten ist ihre Biokompatibilität. Bei den kortikospongiösen Knochenblöcken wurde der Kortikalisanteil als Gerüst für die Weichgewebe und für die Konturstabilisierung des regenerierten Defekts verwendet.

Eines der größten Probleme von Knochenblocktransplantaten ist ihre Resorption im Empfängerbett, die laut der Literatur zwischen 25 und 60 % beträgt<sup>12-15</sup>.

Die Kortikalis des Knochenblocktransplantats wird zwar langsamer resorbiert als die Spongiosa<sup>16</sup>, dafür enthält Letztere aber osteogene Zellen für das Empfängerbett, die die Revaskularisierung und Transplantatheilung fördern<sup>17</sup>.

Die Heilung und Integration von autogenen Knochenblocktransplantaten, d. h. die sogenannte Creeping Substitution, wird von Burchardt<sup>18</sup> als biologische Rekonstruktion beschrieben, bei der das nekrotische Gewebe allmählich durch neues, vitales Knochengewebe ersetzt wird.

Ein Knochenblock, der nur aus Kortikalis besteht, wird weitaus schlechter revaskularisiert als ein kortikospongiöser Knochenblock<sup>18</sup>. Daher wird auch der Kortikalisanteil in einem gemischten Knochenblock schlechter mit Blut versorgt und bei der Heilung können Nekrosen auftreten.

Das hier beschriebene Operationsverfahren soll dazu beitragen, bessere Bedingungen für eine Integration der Knochenblocktransplantate zu schaffen. Dazu wurde derselbe Eingriff mit verschiedenen Instrumenten durchgeführt: in Gruppe 1 mit

piezoelektrischen Instrumenten und in Gruppe 2 mit rotierenden Instrumenten.

Der Knochenblock muss möglichst genau in das Empfängerbett eingepasst werden. Da der Knochenblock mithilfe der piezoelektrischen Instrumente präzise entnommen und geformt werden konnte, passte er perfekt in den Defekt und war dort stabilisiert. Wegen des Knochenverlusts beim Schneiden ist die Entnahme mit rotierenden Instrumenten weniger präzise, was es sehr schwierig macht, einen exakt passgenauen Knochenblock herzustellen. Bei den meisten Patienten (16) in Gruppe 2 musste der Knochenblock daher mit Mikroschrauben stabilisiert werden.

Die wichtigste Eigenschaft des Kortikalisanteils ist seine mechanisch stabile Kontur. Andererseits ist die Revaskularisierung umso schlechter, je dicker die Kortikalis ist. Die Kortikalis wurde mit piezoelektrischen Instrumenten in situ geformt und ausgedünnt, nachdem der Knochenblock stabilisiert wurde. Auf diese Art sollten die bestmöglichen Bedingungen für eine Integration des Transplantats geschaffen werden. Die dünne Kortikalis ( $\leq 2$  bis 3 mm) des Transplantats reichte dafür aus, die Konturen des regenerierten Bereichs auch nach sechs Monaten aufrechtzuerhalten. Die vorsichtige und glatte Präparation der Kortikalis des Knochenblocks war nur mit einem piezoelektrischen Instrument möglich. In Gruppe 2 war diese Form der Präparation wegen der Vibrationen, die bei der Benutzung rotierender Instrumente ausgelöst werden, schwierig, und die Stabilisierung des Knochenblocks mit Mikroschrauben reichte nicht aus, um die mechanische Form zu erhalten. Bei zwei Patienten fragmentierte der Knochenblock bei der Präparation mit Bohrern, sodass eine GBR erforderlich wurde. Bei der Präparation mit rotierenden Instrumenten beobachtete der Autor aufgrund der

Vibrationen und des mechanischen Drucks Risse in der Kortikalis sowie gelegentlich eine Fragmentierung oder Destabilisierung. Daher war der Knochenblock während der mechanischen Konturierung bei neun Patienten (Gruppe 2) mobil und musste erneut fixiert werden. Der Autor musste die Konturierung des Knochenblocks abbrechen, sodass ein dicker Anteil der Kortikalis den Alveolarkamm überragte.

Die autogenen Knochenblöcke dienten als biologisches Gerüst und lieferten eine Plattform für die Rekonstruktion der bukkalen Defektwand. Der Spalt zwischen Knochenblock und Defektwänden wurde mit Knochenersatzmaterial aufgefüllt und das Transplantatmaterial mit Knochenersatzmaterial und einer resorbierbaren Kollagenmembran abgedeckt, um die Resorption des autogenen Knochens auszugleichen<sup>19</sup>. Außerdem stützte das Biomaterial postoperativ die Weichgewebe und erhöhte ihr Volumen.

Bei sechs Patienten der Gruppe 2 kam es während der Implantation zu einer Fragmentierung oder Destabilisierung des Knochenblocks, da sein Kortikalisanteil das Implantat nicht stabilisieren konnte. Daher wurden die Implantate zu diesem Zeitpunkt nicht gesetzt. In Gruppe 1 erleichterte die präzise Präparation mit piezoelektrischen Instrumenten die Knochenregeneration. Bei diesem Verfahren traten keine Komplikationen auf und die Implantate wurden mit 35 bis 40 Ncm stabilisiert. Dies ist der klinische Beweis dafür, dass der Knochenblock gut integriert war.

Die Verwendung piezoelektrischer Instrumente förderte die Transplantateinheilung und reduzierte die Entzündungsreaktion, sodass das vitale Knochengewebe nach der Transplantation erhalten blieb<sup>20-23</sup>.

Während der Beobachtungsphase von fünf bis sieben Jahren traten in Gruppe 1 keine Weichgewebever-

änderungen im behandelten Bereich auf. Das legt nahe, dass der bukkale Anteil des Knochenblocktransplantats stabil blieb und nicht resorbiert wurde. Bei 37 % der Patienten der Gruppe 2 fand sich eine Dehiszenz, weil die verbliebene dicke Kortikalis des Transplantats im Laufe der Zeit zur Resorption der bukkalen Wand geführt hatte. Der periimplantäre Knochenaufbau auf den periapikalen Röntgenaufnahmen unterschied sich nicht zwischen den Gruppen. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Resorption den Kortikalisanteil des Knochenblocktransplantats betrifft, während die Höhe des interproximalen Knochens nicht nur vom transplantierten Knochen, sondern auch vom Knochen an den Nachbarzähnen abhängt.

## Schlussfolgerung

Die Knochenblocktransplantation ist mit piezoelektrischen Instrumenten präziser und schonender möglich als mit rotierenden Instrumenten.

Die piezoelektrischen Instrumente ermöglichten die Entnahme eines präzise geformten Knochenblocks, der passgenau im Empfängerbett stabilisiert und nachfolgend am Kortikalisanteil konturiert werden konnte. In der zweiten Operationsphase wurde eine dünne Schicht des Knochenblocks mit piezoelektrischen Instrumenten ausgedünnt und so geformt, dass sie die Form des rekonstruierten Alveolarfortsatzes bewahrt. Die Ansätze der piezoelektrischen Instrumente erzeugen bei der Präparation keine Vibrationen und keine Druckkräfte im Knochen. Dieses Vorgehen ist mit rotierenden Instrumenten nicht oder nur schwer durchführbar. Nach Ansicht des Autors ist die präzise Passung des Transplantats der wichtigste Faktor bei der Inkorporation des Knochenblocks.

Das piezoelektrische Operationsverfahren ist besser vorhersagbar,

da es intraoperative Komplikationen, wie eine Fragmentierung und Destabilisierung des Knochenblocks, reduziert. Außerdem zeigten sich im langfristigen Follow-up geringere Komplikationen mit Auswirkungen auf die Regeneration und den periimplantären Weichgewebestatus.

Die Modifikationen, die das piezoelektrische Operationsverfahren bei der autogenen Knochenblocktransplantation ermöglicht, führten zu besseren klinischen Ergebnissen bei der Rehabilitation von Patienten mit Knochendefekten im ästhetischen Bereich.

## Interessenerklärung

Der Autor gibt bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

## Literatur

- Ishikawa T, Kitajima H, Salama H. Three-dimensional bone and soft tissue requirements for optimizing esthetic results in compromised cases with multiple implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30:503–511.
- Smukler H, Capri D, Landi L. Harvesting bone in the recipient sites for ridge augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:411–419.
- Fabbri G, Brennan M, Manfredi M, Ban G. Guided bone regeneration technique in the esthetic zone: A novel approach using resorbable PLLA-PGA plates and screw fixation. A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29:543–547.
- Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. Surgical procedure in maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:29–34.
- Ohayon L. Ridge enlargement using deproteinized bovine bone and bioresorbable collagen membrane: A tomographic, histologic, and histomorphometric analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011;31:237–245.
- Wang HL, Misch C, Neiva RF. Sandwich bone augmentation technique: Rationale and report of pilot cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:232–245.
- Simion M, Trisi P, Piatelli A. Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:496–511.
- Pendarvis WT, Sandifer J. Localized ridge augmentation using a block allograft with subsequent implant placement: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:509–515.
- Cardaropoli D. Vertical ridge augmentation with the use of recombinant human platelet-derived growth factor-BB and bovine mineral: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29:289–295.
- Byun HY, Wang HL. Sandwich bone augmentation using recombinant human platelet-derived growth factor and Beta-Tricalcium Phosphate alloplast: Case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:83–87.
- Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent* 2006;15:8–17.
- Sclar A. Strategies for management of single tooth extraction sites in aesthetic implant therapy. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(suppl 2):90–105.
- Hunt DR, Jovanovic SA. Autogenous bone harvesting: A chin graft technique for particulate and monocortical bone blocks. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:165–173.
- Simion M, Jovanovic SA, Trisi P, Scarano A, Piatelli A. Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18:9–23.
- Widmark G, Andersson B, Ivanoff CJ. Mandibular bone graft in the anterior maxilla for single-tooth implants. Presentation of surgical method. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:106–109.
- Gordh M, Alberius P. Some basic factors essential to autogenic nonvascularized onlay bone grafting to the cranial skeleton. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 1999;32:129–146.



17. Pallesen L, Schou S, Aaboe M, Hjørting-Hansen E, Nattestad A, Melsen F. Influence of particle size on the early stage of bone regeneration: A histologic and stereologic study in rabbit calvarium. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:498–506.
18. Burchardt H. The biology of bone graft repair. *Clin Orthop* 1983;174:28–42.
19. Maiorana C, Bereta M, Salina S, Santoro F. Reduction of autogenous bone resorption by means of BioOss coverage: A prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:19–25.
20. Sohn DS, Ahn MR, Lee WH, Yeo DS, Lim SY. Piezoelectric osteotomy for intraoral harvesting of bone blocks. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:127–131.
21. Chiriac G, Herten M, Schwarz F, Rothamel D, Becker J. Autogenous bone chips: Influence of a new piezoelectric device on chip morphology, cell viability and differentiation. *J Clin Periodontol* 2005;9:994–999.
22. Vercelloti T, Nevins ML, Kim DM, et al. Osseous response following respective therapy with piezoelectric surgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:543–549.
23. Happe A. Use of piezoelectric surgical device to harvest bone grafts from the mandibular ramus: Report of 40 cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:241–249.