

Behandlung von Extraktionsalveolen im ästhetischen Bereich mit autogenen Hart- und Weichgewebstransplantaten: Eine konsekutive klinische Studie über fünf Jahre



Thomas Hanser, DMD¹
Fouad Khoury, DMD, PhD²

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie sich der Knochenerhalt und die Knochenneubildung in Extraktionsalveolen mit labialen Knochendefekten entwickeln, nachdem sie mit autogenen Hart- und Weichgewebstransplantaten behandelt wurden. Von 2004 bis 2006 wurden konsekutiv bei 49 Patienten insgesamt 58 Extraktionsalveolen sofort vollständig mit autogenen Knochen-Chips aufgefüllt. In allen Fällen fehlte nach der Extraktion mindestens die Hälfte der labialen Alveolenwand. Die Extraktionsalveolen wurden mit einem freien Gingiva-Bindegewebestransplantat aus dem Gaumen gedeckt. Etwa 10 bis 12 (im Mittel 10,9) Wochen nach der Augmentation der Extraktionsalveole wurden Implantate gesetzt. Bei sieben konsekutiven transplantierten Alveolen wurden mit einem Trepanbohrer Gewebeproben entnommen und histomorphometrisch untersucht. Vor der Zahnextraktion sowie ein und fünf Jahre nach dem Einsetzen der Restauration wurde der labiale Bereich des Alveolarkamms mit einem standardisierten Verfahren volumetrisch untersucht. In 47 (81,0 %) der behandelten Extraktionsalveolen konnten die Implantate ohne weitere augmentative Maßnahmen gesetzt werden. Bei 11 Patienten (19,0 %) wurde die Implantation mit lokalem Bone Spreading kombiniert. Die Knochenstransplantate waren 10 bis 12 (im Mittel 10,9) Wochen nach der Augmentation der Extraktionsalveolen reif und gut vaskularisiert. Es fanden sich durchschnittlich $52,0 \pm 8,6$ % vitaler Knochen. Die standardisierte volumetrische Messung ergab, dass sich 83,3 % der Referenzpunkte an der äußeren Alveolenwand weder ein noch fünf Jahre nach dem Einsetzen der Restauration signifikant gegenüber dem Ausgangswert geändert hatten. Für keinen der Referenzpunkte veränderte sich der Messwert nach fünf Jahren signifikant gegenüber dem Wert nach einem Jahr. Bei labialen Knochendefekten ermöglicht das Ridge-Preservation-Verfahren mit autogenen Hart- und Weichgewebstransplantaten die Knochenneubildung sowie einen langfristigen Knochenerhalt und reduziert zudem die Behandlungsdauer. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 289–296)

¹ Leitender Oberarzt, Privatzahnklinik Schloss Schellenstein, Implantationszentrum, Olsberg, Deutschland.

² Professor, Klinik und Poliklinik für MKG-Chirurgie, Universität Münster, Deutschland; Chefarzt, Privatzahnklinik Schloss Schellenstein, Implantationszentrum, Olsberg, Deutschland.

Korrespondenz an: Dr. Thomas Hanser, Privatzahnklinik Schloss Schellenstein, Internationales Implantationszentrum, Am Schellenstein 1, 59939 Olsberg, Deutschland.
E-Mail: dr.hanser@gmx.de

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

Nach einem Zahnverlust führen morphologische Umbauprozesse im Bereich der Extraktionsalveolen in der Regel zu einer Abnahme des Knochenvolumens^{1,2}. Der Erhalt des Alveolarkamms nach einem Zahnverlust soll die Knochenresorption reduzieren und das ästhetisch und funktionell korrekte Setzen von Implantaten ermöglichen. Zur Augmentation der Extraktionsalveole werden Xenografts^{3–10}, synthetische Knochenersatzmaterialien¹⁰, Bioglas^{11–13}, demineralisierter gefriergetrockneter Knochen^{7,11,14}, Hydroxylapatit^{15,16}, Calciumsulfat^{13,17}, Polylaktid-Polyglykolid-Komponenten¹⁸, Kollagenmatrix¹⁹ und autogener Knochen^{4,14} verwendet. Die Transplantate können offen^{3,9,13,18} oder gedeckt mit einer Membran^{4,10}, einem Lappen^{5,11,14}, einem Bindegewebs-⁷ oder Mukosatransplantat¹¹ einheilen. Die meisten Augmentationsverfahren vor einer Implantation dienen eher dazu, die Weichgewebekontur zu erhalten als die knöcherne Regeneration der Extraktionsalveole zu fördern. In die Extraktionsalveole eingebrachte synthetische Materialien fungieren oft nur als Platzhalter und fördern die Knochenheilung in der Alveole nicht. Das Ziel der Behandlung sollte jedoch sein, einem vollständigen Alveolenkollaps vorzubeugen und eine narbige Heilung der Alveole zu verhindern, wenn während der Im-

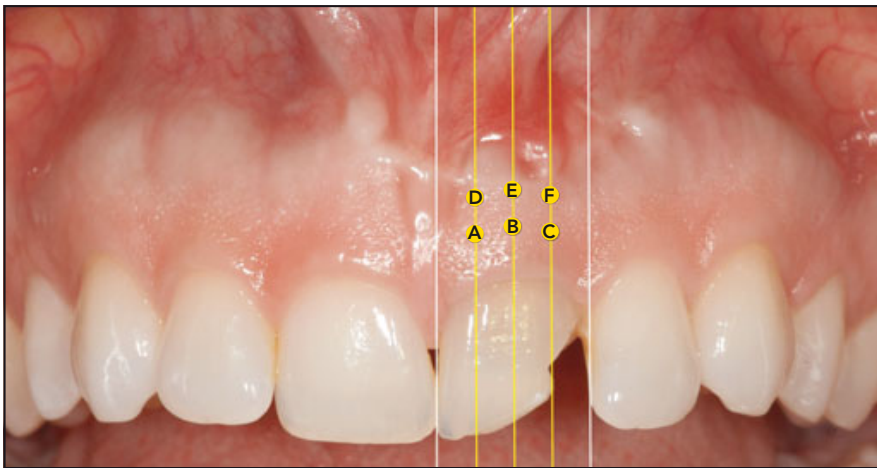


Abb. 1a und b Tiefe, traumatische palatinal subgingivale Kronenfraktur des linken Schneidezahns. Infolge mehrerer früher durchgeführter Wurzelresektionen ist apikal Narbengewebe entstanden und die labiale Alveolenwand verloren gegangen. Darstellung der 6 Referenzpunkte für das äußere alveoläre Weichgewebe.

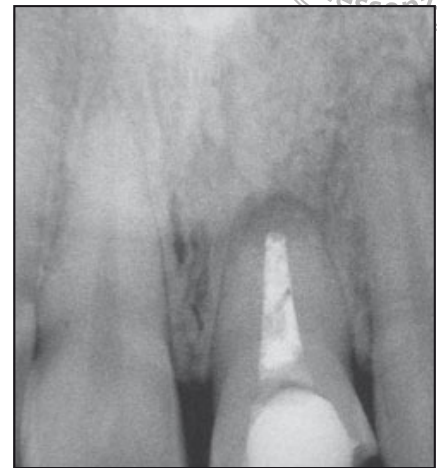


Abb. 1c und d (c) Extraktionsalveole, aufgefüllt mit autogenen Knochen-Chips, die bei der Extraktion des 3. unteren Molaren angefallen sind. (d) Abdeckung mit einem freien Gingivatransplantat vom Gaumen.



Abb. 1e Eine Woche nach der Transplantation. Das freie Gingivatransplantat ist bereits überwiegend integriert.

Abb. 1f Nach 12 Wochen, am Tag der Implantation, findet sich in der augmentierten Extraktionsalveole gut vaskularisierter, homogener Knochen.

plantation noch eine Augmentation erforderlich ist^{2,4-6,12-14}. In aktuellen Studien zur Behandlung von Extraktionsalveolen mit rekombinantem humanem Platelet-derived Growth Factor-BB und rekombinantem humanem Bone Morphogenetic Protein-2 wurden vielversprechende Ergebnisse bezüglich des vitalen Knochen volumens, der Weichgewebeheilung und der Morbidität erreicht^{20,21}.

Wenn der richtige Zeitpunkt für den Volumenerhalt der Extraktionsalveole verpasst wird, sind zur Korrektur der Defekte oft umfassendere Augmentationsverfahren erforderlich²².

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob das Ridge-Preservation-Verfahren mit autogenen Hart- und Weichgewebstransplantaten in Extraktionsalveolen mit labialen Knochendefekten den Kammerhalt und die Knochenneubildung fördert und umfassendere sekundäre Augmentationsverfahren, z. B. eine gesteuerte Knochenregeneration (GBR), überflüssig macht. Damit könnte auch die Dauer der implantologischen Behandlung insgesamt reduziert werden.

Material und Methode

Zwischen 2004 und 2006 wurden bei 49 Patienten (29 Frauen und 20 Männer) insgesamt 58 Extraktionsalveolen im oberen Frontzahnbereich (Schneide- und Eckzähne) konsekutiv behandelt. Es handelte sich entweder um Einzelzahnücken oder um nebeneinanderliegende Extraktionsalveolen. Nach der Zahnextraktion fehlte mindestens die Hälfte der labialen Knochenwand. Raucher sowie Patienten mit aktiven parodontalen Läsionen wurden aus der Studie ausgeschlossen. Die Patienten waren gesund,

erhielten keine Dauermedikation und litten nicht unter systemischen Krankheiten. Zu den Ursachen des teilweise multiplen Zahnverlusts gehörten Karies, fehlgeschlagene endodontische Behandlungen sowie traumatische Wurzelfrakturen. Am Operationstag wiesen die Extraktionsalveolen keine risikobehafteten Weichgewebeveränderungen, wie Gingivarezessionen oder Fisteln, und keine Hinweise auf eine lokale Entzündung auf. Die Abbildungen 1a bis n zeigen exemplarisch einen klinischen Fall.

Bei den Kontrolluntersuchungen diente eine Bohrschablone als Referenz für die standardisierte volumetrische Messung. Zunächst wurde vor der Zahnextraktion eine Abformung des Oberkiefers erstellt, die die ursprüngliche Weichgewebekontur an der labialen Knochenwand zeigte. Um das Alveolenvolumen in der Beobachtungsphase nach der Extraktion und Augmentation messen zu können, wurden 3 mm und 5 mm apikal des Sulkus des zu extrahierenden Zahns sechs Messpunkte (die Referenzpunkte A, B, C, D, E und F) an der äußeren Weichgewebekontur festgelegt. Referenzpunkt A lag auf halber Distanz zwischen dem mesialen Kontaktpunkt und der Zahnmitte. Referenzpunkt B entsprach der Zahnmitte zwischen dem mesialen und distalen Kontaktpunkt. Referenzpunkt C befand sich auf halber Distanz zwischen der Zahnmitte und dem distalen Kontaktpunkt. Referenzpunkt A entsprach Punkt D, lag aber 5 mm apikal des ursprünglichen Sulkus; das Gleiche galt für die Referenzpunkte E bezogen auf B und F bezogen auf C (Abb. 1a). Die präzise Lage dieser Referenzpunkte wurde mit kleinen Löchern in der Schablone markiert. Auf diese Weise konnten die Veränderungen der Alveole standardisiert gemessen werden, indem an einer Perio-Sonde der Abstand der äußeren Weichgewebekontur am Alveolarkamm zur Schablone abgele-

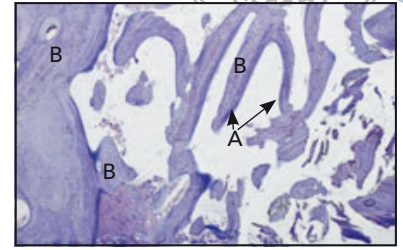
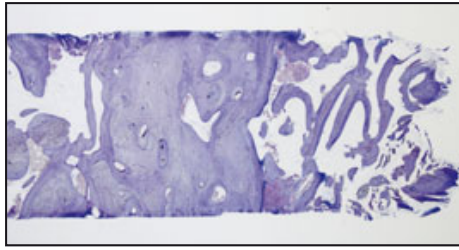


Abb. 1g und h (g) Das (mit Thionin angefärbte) Gewebe aus der transplantierten Extraktionsalveole weist einen hohen Anteil an neugebildetem Knochen (dunkelblau) an den Knochen-Chips auf; zwischen den Hartgeweben besteht eine Fibrose. (h) Die stärkere Vergrößerung derselben Probe zeigt Osteoidlagen (A) und vitale Osteozyten (B).



Abb. 1i und j Die Bohrschablone lieferte die Referenzpunkte für die standardisierte volumetrische Messung vor und nach der Zahnextraktion. Die 6 Referenzpunkte markierten den Verlauf des äußeren Alveolarkamms und lagen 3 bzw. 5 mm apikal des Gingivasulkus des Zahns und dienten der Erfassung von Veränderungen des Alveolenvolumens.



Abb. 1k und l Auch 5 Jahre nach dem Einsetzen der definitiven Restauration ist die Alveole morphologisch intakt.

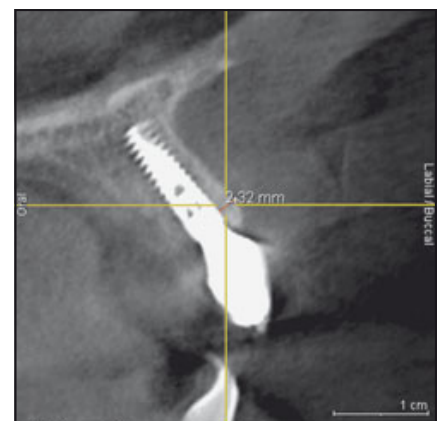
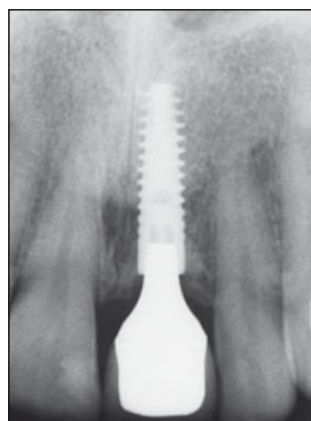


Abb. 1m und n (m) Die intraorale Röntgenaufnahme etwa 5 Jahre nach der definitiven Restauration zeigt eine stabile periimplantäre Situation. (n) Das DVT etwa 6 Jahre nach der definitiven Restauration bestätigt, dass das Implantat labial mit Knochen bedeckt ist. Die krestale labiale Knochenwand, die mit Knochen-Chips aus dem Unterkiefer transplantiert worden war, zeigt die Dichte und Qualität des Unterkieferknochens.

sen wurde (Abb. 1i und 1j). Die Messungen erfolgten auf 0,5 mm genau mithilfe eines Operationsmikroskops (Zeiss, Jena, Vergrößerung x 4,3). Für jede Extraktionsalveole wurden auf diese Weise ein und fünf Jahre nach dem Einsetzen der Restauration die labiale Alveolenkontur sowie der Unterschied gegenüber dem Ausgangswert (vor der Zahnextraktion) ermittelt und statistisch ausgewertet.

Die Patienten erhielten präoperativ sowie für fünf Tage postoperativ Antibiotika (Penicillin V, 3×10^6 IU/d⁵ oder Clindamycin 300/600 mg^{6,7} 1,2 g/d). Außerdem wurden für eine Woche Mundspülungen mit Chlorhexidin 0,02 % und Analgetika (Ibuprofen 3×400 mg/d) verordnet.

Nach vorsichtiger Zahnextraktion wurden die Extraktionsalveolen mit autogenen Knochen-Chips (Partikelgröße 0,5 bis 2 mm³) aufgefüllt. Die autogenen Knochentransplantate wurden mit Trepanbohrern (Dentsply Implants) oder der MicroSaw (Dentsply Implants) entnommen und z. B. mit einem Knochen-Rongeur oder einer Knochenmühle (Stoma) zerkleinert. Bei 42 Patienten wurde die Behandlung der Extraktionsalveole mit einem weiteren Operationsverfahren kombiniert, um autogenen Knochen zu gewinnen, z. B. der Extraktion eines dritten Molaren, dem Entfernen einer Exostose oder einer Implantation. Bei sieben Patienten wurde der Knochen für die Transplantation der Extraktionsalveole aus dem Retromolarbereich des Ober- oder Unterkiefers entnommen. Nach sorgfältiger Kürettage wurde die Extraktionsalveole bis auf Höhe der angrenzenden alveolären Knochenstrukturen mit autogenen Knochen-Chips aufgefüllt, das Knochentransplantat mit einem freien Gingivatransplantat vom Gaumen nahe der Alveole abgedeckt und mit 6,0-Monofilament fixiert. Damit ein ausreichender Kontakt zwischen Transplantat und Transplantatbett bestand, betrug die Transplantatdi-

cke mindestens 3 mm. Die Spenderstelle am Gaumen wurde mit einer herausnehmbaren Gaumenschutzplatte abgedeckt, um die Blutung zu stillen und das Blutkoagulum zu stabilisieren.

Nach etwa zwei, sechs und 12 Wochen wurden die Integration des Weichgewebstransplantats und die Heilung der Extraktionsalveole kontrolliert. In den ersten vier Wochen hatte die festsitzende oder herausnehmbare provisorische Versorgung keinen Kontakt mit dem transplantierten Bereich. Anschließend wurde der Kontakt hergestellt.

Die Implantate (Ankylos und XiVE, Dentsply Implants) wurden 10 bis 12 (im Mittel 10,9) Wochen nach dem Ridge-Preservation-Verfahren gesetzt. Zunächst wurde mit einer krestalen Inzision ein Vollschichtlappen unter möglichst vollständiger Schonung des labialen Alveolarknochens mobilisiert. Das Implantatbett wurde mit einem Trepanbohrer präpariert, mit dem bei sieben konsekutiven Extraktionsalveolen zudem eine Gewebeprobe für die histomorphometrische Untersuchung entnommen wurde. Drei Monate nach der Implantation wurde die implantatprothetische Behandlung mit einer Operation mit einfacher, aber gewebeschonender Inzisionstechnik beendet.

Etwa fünf Jahre (im Mittel 5,1 Jahre), nachdem die definitive Restauration eingegliedert worden war, wurden die periimplantären Sondierungstiefen gemessen und intraorale Röntgenaufnahmen der Implantate angefertigt. Bei 11 Patienten wurde etwa sechs Jahre (im Mittel 5,9 Jahre) nach der Restauration des Implantats aus anderen Gründen eine digitale Volumetomografie (DVT) (Galileos, Siemens) durchgeführt. Das DVT wurde auch genutzt, um den Status der labialen Knochenwand zu überprüfen.

Die statistische Auswertung erfolgte bezogen auf den Patienten anhand

eines bewährten Analyseplans durch einen geblindeten Biostatistiker. Die Unterschiede der Mittelwerte der jeweiligen Patienten für kontinuierliche Variablen wurden mit dem t-Test für gepaarte Stichproben ausgewertet. Das Signifikanzniveau wurde für alle statistischen Vergleiche auf 0,05 festgelegt.

Ergebnisse

Etwa zwei Wochen nach der Augmentation der Extraktionsalveole waren durchschnittlich zwei Drittel der Oberfläche des freien Weichgewebstransplantats integriert und ein Drittel fibrinoid. In allen Fällen waren die Extraktionsalveolen innerhalb von sechs Wochen vollständig epithelisiert. Bei vier Patienten wurde das freie Weichgewebstransplantat über fünf (8,6 %) Extraktionsalveolen nekrotisch. Klinisch fand sich in vier dieser Alveolen am Tag der Implantation oberflächlich fibröser Knochen.

Zum Zeitpunkt der Implantation 10 bis 12 (im Mittel 10,9) Wochen nach der Ridge Preservation war keine der 58 augmentierten Extraktionsalveolen kollabiert. In 47 (81,0 %) Extraktionsalveolen fand sich gut erhaltener und vaskularisierter homogener Knochen. Bei diesen Patienten konnten die Implantate ohne eine weitere Augmentation gesetzt werden. Die übrigen 11 (19,0 %) Extraktionsalveolen wiesen am Tag der Implantation klinische Zeichen einer oberflächlichen Resorption, d. h. fibrösen Knochen, auf. Bei ihnen wurde die Implantation mit lokalem Bone Spreading kombiniert. Weitere Materialien für eine GBR, wie Membranen oder Schrauben, wurden nicht verwendet. Nach der Implantation aller 58 Extraktionsalveolen betrug die Dicke des periimplantären Knochens mindestens 2 mm.

Bei der standardisierten volumetrischen Messung wurde mithilfe der

Bohrschablone an den Referenzpunkten A, B, C, D, E und F die äußere labiale Alveolenkontur gemessen. Dabei waren weder ein noch fünf Jahre nach der definitiven Restauration des Implantats signifikante Veränderungen an den Referenzpunkten ($p > 0,05$) gegenüber dem Ausgangswert (vor der Zahnextraktion) erkennbar. Obwohl kein Alveolenkollaps auftrat, war das Volumen des Referenzpunkts E ein und fünf Jahre nach der definitiven Restauration signifikant ($p < 0,05$) gegenüber dem Ausgangswert reduziert. Für keinen der Referenzpunkte veränderte sich der Messwert nach fünf Jahren signifikant gegenüber dem Wert nach einem Jahr ($p > 0,05$).

Die histomorphometrische Untersuchung zeigte die Dichte der transplantierten Extraktionsalveolen. Der mittlere Anteil an vitalem Knochen betrug $52,0 \pm 8,6 \%$ (Abb. 2). Im neugebildeten Knochen fanden sich Osteozyten sowie Osteoblastensäume mit neugebildetem Osteoid. Im transplantierten Knochen waren zahlreiche vitale Osteozyten zu erkennen (Abb. 2).

Alle Implantate waren nach drei Monaten gut osseointegriert. Nach etwa fünf Jahren (im Mittel 5,1 Jahre) bestätigten die klinische Untersuchung und die intraoralen Röntgenaufnahmen die Osseointegration und die Stabilität der periimplantären Parameter. Die Überlebensrate der Implantate betrug 100 % (Abb. 3 und 4).

Bei den 11 Fällen, die mithilfe des DVT ausgewertet wurden, zeigte sich etwa sechs Jahre (im Mittel 5,9 Jahre) nach dem Eingliedern der definitiven Restauration eine labiale Knochenbedeckung der Implantate (Abb. 5).

Diskussion

Wenn, wie in der vorliegenden Studie, ein freies Mukosatransplantat für die Abdeckung autogener Knochen-

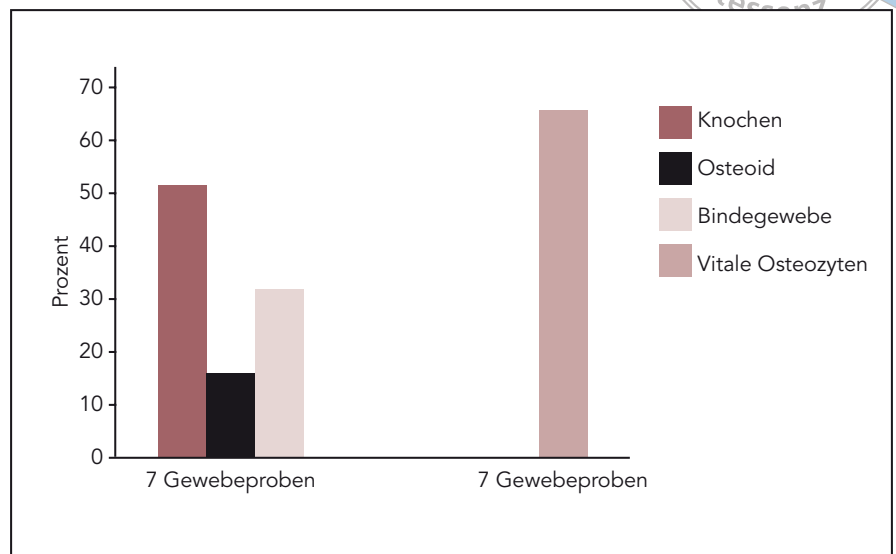


Abb. 2 Die ersten drei Balken zeigen die histomorphometrische Untersuchung des regenerierten Knochens in den transplantierten Extraktionsalveolen 10 bis 12 (im Mittel 10,9) Wochen nach der Augmentation der Extraktionsalveole. Der letzte Balken zeigt den mittleren Anteil an vitalen Osteozyten im transplantierten Knochen zum selben Zeitpunkt.

transplantate verwendet wird, ist kein Verschiebelappen notwendig und die Morphologie der Mukosa im ästhetischen Bereich wird bewahrt^{4,6,7,11}.

Die verzögerte Weichgewebeheilung nach dem ersten Eingriff ist ein wichtiger Risikofaktor für eine schlechte Knochenregeneration^{13,15-17}. In der vorliegenden Studie trat bei vier Patienten eine Nekrose des freien Weichgewebstransplantats mit oberflächlichem fibrösem Knochen auf.

Knochenersatzmaterialien sind überwiegend dazu geeignet, die Weichgewebe abzustützen. Ihre Wirkung für die Knochenneubildung ist insbesondere dann eingeschränkt, wenn in der Extraktionsalveole die labiale Wand fehlt^{2,3,9,11,12,14,18,23}. In Extraktionsalveolen, die mit autogenem Knochen augmentiert wurden, fanden sich perfundierter Geflecht- und Lamellenknochen, während Knochenersatzmaterialien wegen der fehlenden Osteokonduktivität auf

der Oberfläche keine Knochenneubildung zeigten¹⁴.

In der hier vorgestellten Studie enthielten die nach nur 10 bis 12 (im Mittel 10,9) Wochen aus den transplantierten Extraktionsalveolen entnommenen Gewebeprobe(n) einen hohen Anteil an neugebildetem Knochen. Histomorphometrisch betrug der mittlere Anteil an vitalem Knochen $52,0 \pm 8,6 \%$. Der neugebildete Knochen enthielt Osteozyten sowie Osteoblastensäume mit neugebildetem Osteoid. Der transplantierte Knochen wies eine hohe Anzahl an Osteozyten auf. Somit scheinen autogene Knochentransplantate die Knochenregeneration in transplantierten Extraktionsalveolen zu fördern.

Obwohl die autogenen Knochen-Chips in der vorliegenden Studie wegen der fehlenden labialen Knochenwand in direktem Kontakt mit den labialen parodontalen Weichgeweben standen, wurde keine Mem-

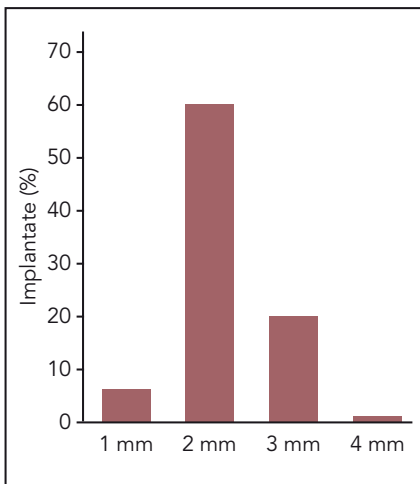


Abb. 3 Labiale periimplantäre Sondierungstiefe 5 Jahre (im Mittel 5,1 Jahre) nach der definitiven Restauration des Implantats (n = 58).

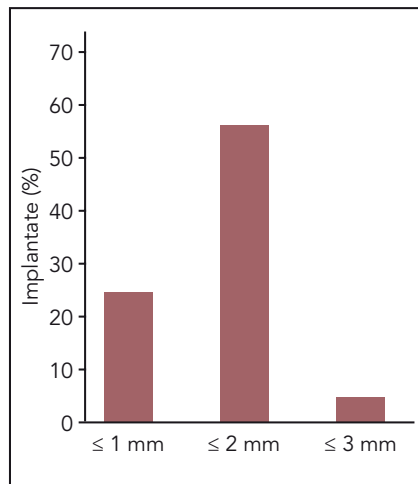


Abb. 4 Mittlerer Abstand zwischen der Implantatschulter und dem ersten Knochen-Implantat-Kontakt auf Röntgenaufnahmen, die 5 Jahre (im Mittel 5,1 Jahre) nach der definitiven Restauration des Implantats angefertigt wurden (n = 58).

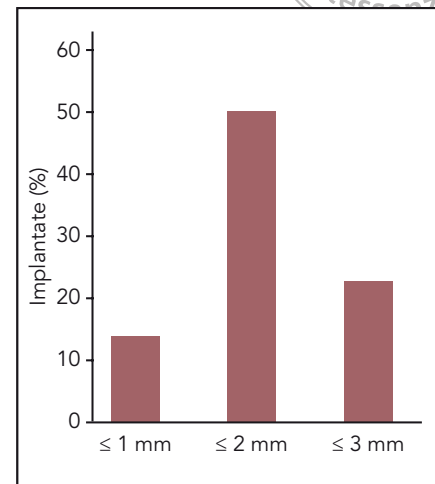


Abb. 5 Die etwa 6 Jahre (im Mittel 5,9 Jahre) nach der definitiven Restauration des Implantats angefertigten DVTs (n = 11) bestätigen eine labiale knöcherne Abdeckung der Implantate. Die Knochendicke wurde 2 mm unter der Implantatschulter gemessen.

bran zur Trennung von Transplantat und Weichgewebe verwendet. Vermutlich ist der Weichgewebekontakt bei der Verwendung autogener Knochentransplantate wichtig für die Revaskularisierung des Transplantats^{24–26}. Außerdem könnte der in dieser Studie verwendete autogene Knochen die Regeneration knöcherner Strukturen durch die Osteogenese, Osteoinduktion und Osteokonduktion fördern (Abb. 2)^{18,22,27}.

In der vorliegenden Studie ergab die standardisierte volumetrische Messung mit einer Bohrschablone an den Referenzpunkten A, B, C, D und F für die äußere labiale Alveolarkontur ein und fünf Jahre nach der definitiven Restauration des Implantats keine signifikante Veränderung ($p > 0,05$) des Alveolenvolumens gegenüber dem Ausgangswert. Da nach der Zahnextraktion in allen Fällen die Hälfte der labialen Knochenwand fehlte, trug vermutlich das Fehlen des Bündelknochens im

koronalen Anteil der Alveole nicht zusätzlich zur physiologischen Knochenresorption bei². Die Knochendefekte der Extraktionsalveolen wurden durch die Knochenneubildung nach der Transplantation rekonstruiert und die Konturen gestützt. Nur der Messwert für den Referenzpunkt E nahm ein und fünf Jahre nach der Restauration des Implantats statistisch signifikant ($p < 0,05$) gegenüber dem Ausgangswert ab. Bei keinem der Referenzpunkte gab es einen statistisch signifikanten Unterschied ($p > 0,05$) ein und fünf Jahre nach der Restauration. Ein Jahr nach dem Einsetzen der definitiven Restauration war der physiologische Knochenumbau abgeschlossen und wirkte sich nicht mehr auf das Volumen aus. Die Messungen an allen Referenzpunkten außer E zeigten tendenziell eine Abnahme. Das entspricht insbesondere an den weiter koronal gelegenen Punkten A und B einer Volumenzunahme des Alveolarkamms. Dies lässt sich vermut-

lich dadurch erklären, dass die labiale Knochenwand nach der Extraktion fehlte und das Volumen der Extraktionsalveole durch das Komprimieren des Knochentransplantats leicht erhöht wurde (Abb. 1c). Als am weitesten apikal gelegener Referenzpunkt wurde E von dieser Konturierung des Alveolarkamms weniger stark beeinflusst.

Nachteilig bei der hier vorgestellten Behandlung sind die zusätzlichen Operationsfelder, die wegen der Entnahme der Knochen- und der Weichgewebstransplantate aus dem Gaumen entstehen. Bei 42 Patienten wurde die Behandlung der Extraktionsalveolen mit einer Implantation oder einer dentoalveolären Operation kombiniert, sodass der Knochen aus diesen Bereichen entnommen werden konnte und keine weitere Operationsstelle eröffnet werden musste. Die Entnahme von autogenen Knochentransplantaten mit den beschriebenen Instrumenten ist in

der Regel ein einfacher, schneller und sicherer Eingriff^{22,28}.

Nach der Erfahrung der Autoren ist die Indikationen für das vorgestellte Ridge-Preservation-Verfahren mit autogenen Hart- und Weichgewebs-transplantaten im ästhetischen Bereich limitiert, da die Extraktionsalveolen keine kompromittierten Weichgewebe aufweisen dürfen. Oft finden sich bei der Zahnextraktion jedoch Gingivarezessionen, Entzündungszeichen oder Fisteln, sodass nur eine verzögerte Transplantation möglich ist.

Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Studie führte die Behandlung von Extraktionsalveolen mit labialen Knochendefekten mit autogenen Hart- und Weichgewebs-transplantaten zur Knochenneubildung und machte sekundäre umfassendere Knochenaugmentationen, wie die GBR, überflüssig. Außerdem reduzierte sie die Behandlungsdauer insgesamt und führte zu einem langfristigen Kammerhalt.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Wang HL, Kiyonobu K, Neiva RF. Socket augmentation: Rationale and technique. *Implant Dent* 2004;13:286–296.
2. Araujo MG, Sukekava F, Wennström LJ, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:645–652.
3. Indovina A Jr, Block MS. Comparison of three bone substitutes in canine extraction sites. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:53–58.
4. Pinho MN, Roriz VL, Novaes AB Jr, et al. Titanium membranes in prevention of alveolar collapse after tooth extraction. *Implant Dent* 2006;15:53–61.
5. Nevins M, Camelo M, De Paoli S, et al. A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:19–29.
6. Jung RE, Siegenthaler DW, Hämmerle CH. Postextraction tissue management: A soft tissue punch technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:545–553.
7. Tal H. Autogenous masticatory mucosal grafts in extraction socket seal procedures: A comparison between sockets grafted with demineralised freeze-dried bone and deproteinized bovine bone mineral. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:289–296.
8. Kim YK, Yun PY, Lee HJ, Ahn JY, Kim SG. Ridge preservation of the molar extraction socket using collagen sponge and xenogenic bone grafts. *Implant Dent* 2011;20:267–272.
9. Heberer S, Al-Chawaf B, Jablonski C, Nelson JJ, Lage H, Nelson K. Healing of ungrafted and grafted extraction sockets after 12 weeks: A prospective clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:385–392.
10. Mardas N, Chadha V, Donos N. Alveolar ridge preservation with guided bone regeneration and a synthetic bone substitute or a bovine-derived xenograft: A randomized, controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:688–698.
11. Froum S, Cho SC, Rosenberg E, Rohrer M, Tarnow D. Histological comparison of healing extraction sockets implanted with bioactive glass or demineralized freeze-dried bone allograft: A pilot study. *J Periodontol* 2002;73:94–102.
12. Yilmaz S, Efeoglu E, Kilic AR. Alveolar ridge reconstruction and/or preservation using root form bioglass cones. *J Clin Periodontol* 1998;25:832–839.
13. Camargo PM, Lekovic V, Weinländer M, et al. Influence of bioactive glass on changes in alveolar process dimensions after exodontia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90:581–586.
14. Becker W, Becker BE, Caffesse R. A comparison of demineralised freeze-dried bone and autologous bone to induce bone formation in human extraction sockets. *J Periodontol* 1994;65:1128–1133.
15. Rothamel D, Schwarz F, Herten M, et al. Dimensional ridge alterations following socket preservation using a nanocrystalline hydroxyapatite paste: A histomorphometrical study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:741–747.
16. Checchi V, Savarino L, Mentevecchi M, Felice P, Checchi L. Clinical-radiographic and histological evaluation of two hydroxyapatites in human extraction sockets: A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40:526–532.
17. Ruga E, Gallesio C, Chiusa L, Boffano P. Clinical and histological outcomes of calcium sulfate in the treatment of postextraction sockets. *J Craniofac Surg* 2011;22:494–498.
18. Serino G, Biancu S, Iezzi G, Piattelli A. Ridge preservation following tooth extraction using a polylactide and polyglycolide sponge as a space filler: A clinical and histological study in humans. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:651–658.
19. Oghli AA, Steveling H. Ridge preservation following tooth extraction: a comparison between atraumatic extraction and socket seal surgery. *Quintessence Int* 2010;41:605–609.
20. Nevins ML, Camelo M, Schupbach P, Nevins M, Kim SW, Kim DM. Human buccal plate extraction socket regeneration with recombinant human platelet-derived growth factor-BB or enamel matrix derivative. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011;31:481–492.
21. Misch CM. The use of recombinant human bone morphogenetic protein-2 for the repair of extraction socket defects: A technical modification and case series report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:1246–1252.
22. Khoury F, Antoun A, Missika P. *Bone Augmentation in Oral Implantology*. Berlin: Quintessence, 2007.
23. Carmagnola D, Adriaens P, Berglundh T. Healing of human extraction sockets filled with Bio-Oss. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:137–143.
24. Eitel F, Schweiberer L, Suar K, Dambe LT, Klapp F. Theoretische Grundlagen der Knochentransplantation. In: Hierholzer G, Zilch H (eds). *Transplantatlager und Implantatlager bei verschiedenen Operationen*. Heidelberg: Springer, 1980:1–12.
25. Marx RE, Ehler WJ, Peleg M. Mandibular and facial reconstruction: Rehabilitation of the head and neck cancer patient. *Bone* 1996;19(suppl):59S–82S.



26. DeMarco AC, Jardini MA, Lima LP. Revascularization of autogenous block grafts with or without an e-PTFE membrane. *Int J Oral and Maxillofac Implants* 2005;20:867–874.
27. Pallesen L, Schou S, Aaboe M, Hjorting-Hansen E, Nattestad A, Melsen F. Influence of particle size of autogenous bone grafts on the early stages of bone regeneration: A histologic and stereologic study in rabbit calvarium. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:498–506.
28. Hanser T, Khoury F. Sichere Verfahren zur Knochenblockentnahme aus dem Unterkiefer. *Zahnrat* 2006;2:72–79.