

Inga Mollen, Andreas Filippi, Sebastian Kühl

Alveolenstabilisierung nach Zahnentfernung

Vor- und Nachteile



Inga Mollen
Dr. med. dent.

Andreas Filippi
Prof. Dr. med. dent.

Sebastian Kühl
PD Dr. med. dent.

INDIZES Alveolenstabilisierung, Socket-Preservation, Zahnentfernung, Knochenaufbau

Zahnentfernungen stellen einen der häufigsten oralchirurgischen Eingriffe dar. In Deutschland wurden im Jahr 2012 laut Kassenzahnärztlicher Bundesvereinigung knapp 13 Millionen Zähne extrahiert. Nach der Zahnentfernung kommt es zu einer physiologischen Resorption von Hart- und Weichgewebe. Die Ausgangssituation für eine prothetische Rehabilitation nach Zahnextraktion kann durch den Erhalt dieser Strukturen deutlich vereinfacht werden. Die Alveolenstabilisierung wird in letzter Zeit immer häufiger als Therapieoption beschrieben, mit welcher dies erreicht werden soll. Wann ist eine Alveolenstabilisierung sinnvoll und in welchen Situationen sollte eher darauf verzichtet werden? Ziel dieses Artikels ist es, einen Überblick über die aktuelle Literatur und den heutigen Wissensstand zu geben sowie Vor- und Nachteile dieses Verfahrens zu erläutern.

Alle drei:
Klinik für zahnärztliche
Chirurgie, -Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde
Universitätskliniken für
Zahnmedizin
Universität Basel
Hebelstrasse 3
4056 Basel

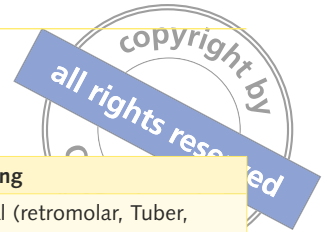
Kontaktadresse:
Dr. Inga Mollen
E-Mail: inga.mollen@
unibas.ch

■ Einleitung

Der Alveolarfortsatz ist eine zahnabhängige Struktur und ihm widerfahren signifikante strukturelle Veränderungen, wenn Zähne verloren gehen¹. Das systematische Review von Tan et al. zu Dimensionsveränderungen der Hart- und Weichgewebe nach Zahnextraktion zeigte 6 Monate nach der Extraktion einen durchschnittlichen horizontalen Knochenverlust von 29–63 % sowie einen vertikalen Knochenverlust von 11–22 %². Die vertikale Resorption des Alveolarfortsatzes liegt post extractionem bei durchschnittlich 1,24 mm, die horizontale Dimensionsänderung bei 3,8 mm³. Die stärksten Veränderungen des Alveolarfortsatzes treten innerhalb von 3 bis 6 Monaten nach Zahnentfernung auf und manifestieren sich vor allem im Bereich der bukkalen Alveolenwand⁴. Durch die Prozesse des Remodelings verlagert sich der Kieferkamm tenden-

ziell in Richtung oral⁵. Insgesamt resultiert aus den Dimensionsveränderungen nach Zahnextraktion ein schmalere und in der Regel auch vertikal reduzierter Alveolarfortsatz⁶. Das parodontale Ligament scheint im Prozess der Wundheilung und der Reorganisation der Extraktionsalveole eine entscheidende Rolle zu spielen. Der Alveolarknochen, in den die parodontalen Fasern des Zahnhalteapparats inserieren, wird als sogenannter „Bundle-Bone“ oder Bündelknochen bezeichnet⁷. Durch Extraktion des Zahns werden Teile der in den Bundle-Bone inserierenden Sharpey'schen Fasern entfernt, wodurch eine morphologisch wichtige Struktur des alveolären Knochens verloren geht. Die Blutversorgung des Knochens über das parodontale Ligament wird durch die Zahnentfernung gestört und begünstigt zusätzlich die Resorption. Bereits 2003 zeigten Cardaropoli et al., dass 2 Wochen post extractionem im Unterkiefer der Großteil des Bundle-Bone im

Manuskript
Eingang: 03.06.2014
Annahme: 09.07.2014



Tab. 1 Übersicht der Materialien zum Knochenersatz.

	Herkunft	Wirkung	Einteilung
Autogen	Vom selben Individuum/ Patienten	Osteoinduktiv	Intraoral (retromolar, Tuber, Kinn) Extraoral (Beckenkamm, Tibia)
Allogen	Von Individuen der selben Spezies	Osteokonduktiv (potenziell osteoinduktiv)	FDDB (mineralisiert) DFDB (demineralisiert)
Xenogen	Von Individuen einer anderen Spezies	Osteokonduktiv	Bovin Equin Porkin
Phykogen	Pflanzlichen Ursprungs	Osteokonduktiv	Algen
Alloplastisch	Synthetisch hergestelltes Fremd- material	Osteokonduktiv	Keramiken Trikalziumphosphat Hydroxylapatit Bioaktive Gläser Polymere

mesialen und distalen Bereich der Extraktionsalveole durch Geflechtknochen (Woven-Bone) ersetzt wird⁷. Die Untersuchung von Extraktionsalveolen am Tiermodell von Araujo und Lindhe zeigte nach einer Woche, dass der Knochen im krestalen Bereich bukkal allein aus Bündelknochen, im lingualen Anteil aus Bündelknochen und lamellärem Knochen bestand⁴. Bis zu 2 Wochen nach der Extraktion lässt sich laut dieser Studie Bundle-Bone histologisch nachweisen. In der 4 bis 8 Wochen nach Entfernung des Zahns untersuchten histologischen Probe ist diese Struktur nicht mehr vorhanden. Ein weiterer Risikofaktor für Resorptionen des vestibulären alveolären Knochens nach Zahnextraktion stellt die Dicke der bukkalen Alveolenwand dar^{8–10}. Die Analyse der Veränderung der fazialen Alveolenwand nach Extraktion im ästhetischen Bereich von Chappuis et al. mithilfe digitaler Volumetomografie zeigte, dass es bei einer vestibulären Knochenstärke von < 1 mm zu einem signifikant höheren vertikalen Knochenverlust kommt als bei einer Alveolenstärke > 1 mm⁹. Die Resorptionen waren bei geringer Stärke der Alveolenwand mit durchschnittlich 7,5 mm um das 3,5-Fache höher als bei einer Alveolenwand > 1 mm.

■ Definition

Das Konzept der Alveolenstabilisierung beschreiben Darby et al. als jede Methode, die während oder nach einer Zahnextraktion durchgeführt wird, mit dem Ziel, die externe Resorption des Alveolarfortsatzes

zu minimieren bzw. die Knochenbildung innerhalb der Alveole zu maximieren¹¹. Dazu zählen die in der Literatur synonym verwendeten Begriffe: Alveolar-Ridge-Preservation (bei drei- oder zweiwandigen Defekten), Socket-Preservation (bei vierwandigen Alveolen), Socket-Seal-Surgery, Alveolar-Preservation. Häufig wird im Rahmen der Socket-Preservation eine frische Extraktionsalveole mit einem Füllmaterial (in der Regel Knochenersatzmaterial) zur Unterstützung der Alveolenwände stabilisiert.

■ Techniken und Verfahren zur Alveolenstabilisierung

In den letzten Jahren wurden zahlreiche Techniken und neue Materialien im Bereich der Socket-Preservation beschrieben.

■ Knochenersatzmaterialien (KEM)

Diverse Knochenersatzmaterialien sind im Bereich der Implantologie und der Alveolenstabilisierung verfügbar (Tab. 1). Klinische Studien konnten bisher kein eindeutig überlegenes Material nachweisen. Als Goldstandard für Augmentationen wird aufgrund seiner osteoinduktiven Eigenschaften und der Gewebekompatibilität häufig autogener Knochen genannt^{12,13}. Osteoinduktion bedeutet eine De-novo-Knochenbildung in Bereichen, in denen primär keine Osteogenese stattfindet (z. B. subkutan, Bindegewebe). Autologer Knochen und allogene KEM aus



humanen Spenderknochen können osteopromotiv bzw. osteoinduktiv wirken, indem sie lokal osteogene Zellen stimulieren. Allogene und xenogene KEM werden mit verschiedenen Verfahren aufbereitet (entfettet, partiell demineralisiert, gefriergetrocknet, enzymatisch behandelt), um mögliche Allergene und infektiöse Bestandteile zu entfernen. Die Funktion der im Knochen enthaltenen Wachstumsfaktoren sollte möglichst nicht negativ beeinflusst werden.

Bei den allogenen KEM unterscheidet man zwischen mineralisierten und demineralisierten Formen. Die mineralisierte Knochenmatrix (Block- oder Granulatform) weist den Vorteil auf, dass die natürliche Struktur des Knochens durch schonende Aufarbeitungsprozesse weitgehend erhalten bleibt. Die demineralisierte Knochenmatrix weist im Vergleich zu mineralisiertem allogenen KEM besser verfügbare Wachstumsfaktoren auf. Studien, vor allem aus dem Bereich der Orthopädie, zeigen bei demineralisiertem allogenen KEM größere osteoinduktive Eigenschaften als bei mineralisierten Transplantaten^{14,15}. In einer randomisierten Studie konnte bei Verwendung eines Allografts im Vergleich zu unversorgt heilenden Alveolen für den Erhalt des Kieferkamms kein signifikanter Vorteil nachgewiesen werden⁸.

Xenogene und alloplastische KEM wirken in der Regel als Matrix oder Gerüst. Diese stabilisieren die Weichgewebe und unterstützen die Apposition von Knochen (osteokonduktiv). Die Oberflächenstruktur der KEM ist für die Einheilung entscheidend. Um die Angiogenese und das Einwachsen von mineralisierter Matrix zu ermöglichen, sind interkonnektierende Poren von 200 bis 400 µm vorteilhaft^{16–18}. Bei resorbierbaren KEM wird durch die einwachsenden Gefäße das Remodeling eingeleitet. Bei nicht ausreichendem Angebot an autologem Knochen können KEM zur Volumenstreckung und als mechanisches Gerüst verwendet werden. Im Tierversuch zeigten Araujo et al., dass es nach Zahntfernung in der Kontrollgruppe (ohne Auffüllen der Alveole) zu einer 3-fach höheren horizontalen Resorption des Alveolarfortsatzes kam als bei Alveolen, die mit Bio-Oss[®] Collagen behandelt wurden¹⁹. Bei beiden Versuchsgruppen erfolgte eine plastische Deckung mittels koronalen Verschiebelappens. Das xenogene KEM konnte die Neubildung von Knochen nicht steigern und diente lediglich als Leitstruktur (Gerüst) für die Knochenheilung.

Alloplastische oder synthetische KEM werden eingeteilt in Keramiken, Polymere, Kalziumphosphatzemente und Metalle. Keramiken, die als KEM in der Chirurgie verwendet werden, sind in der Regel Kalziumphosphatkeramiken und setzen sich aus Hydroxylapatit (HA) und Trikalziumphosphat (TCP) zusammen. Sie besitzen osteokonduktive Eigenschaften und sind biokompatibel. Nachteile dieser Materialien sind die geringe mechanische Belastbarkeit und die zum Teil langsame und schlecht vorhersagbare Biodegradation²⁰. Hydroxylapatitkeramiken haben den Vorteil, dass sie dem Hydroxylapatit, einem natürlichen Bestandteil des Knochens, sehr ähnlich sind. Sie lösen sich jedoch nur bei sehr niedrigen pH-Werten auf und besitzen dadurch eine lange Resorptionszeit. Die Resorption von phasenreinem Beta-TCP findet innerhalb von 9 bis 12 Monaten statt und ermöglicht gleichzeitig eine Knochenneubildung. Durch einen zu schnellen Zerfall können jedoch Entzündungsreaktionen auftreten, die zu einem Volumenverlust führen können. Insgesamt zeigt Beta-TCP eine gute Biokompatibilität und Osteokonduktivität²⁰.

Zusätzlich gibt es diverse Kombinationspräparate aus Hydroxylapatit (60 %) und Beta-TCP (40 %), welche die Knochenbildung unterstützen, ein stabiles Volumen aufweisen und so dem neugebildeten Knochen ein mechanisches Gerüst bieten. Die interkonnektierenden Poren der Keramiken sind, wie bei den xenogenen KEM, für die Osseointegration von Bedeutung, um das Einwachsen von Gefäßen und den Umbau in Knochen zu ermöglichen. Kompositmaterialien alloplastischer KEM weisen ein osteokonduktives Gerüst und zusätzliche potenziell osteoinduktive Komponenten auf (osteogene Zellen, Wachstumsfaktoren).

■ Guided-Bone-Regeneration

Die simultane Anwendung von Membranen und Knochenersatzmaterialien zur Prävention von Resorptionen zeigt positive Effekte für den Erhalt der vertikalen und horizontalen Strukturen des Alveolarfortsatzes²¹. Extraktionsalveolen, die der selbstständigen spontanen Heilung überlassen wurden, zeigten im Vergleich zu mit xenogenem, kortikospongiösem Knochenersatzmaterial und Kollagenmembran versorgten Alveolen signifikant stärkere Resorptions-



Abb. 1 Nach Extraktion des 2. Prämolars wurde die Alveole mit Beta-TCP stabilisiert.

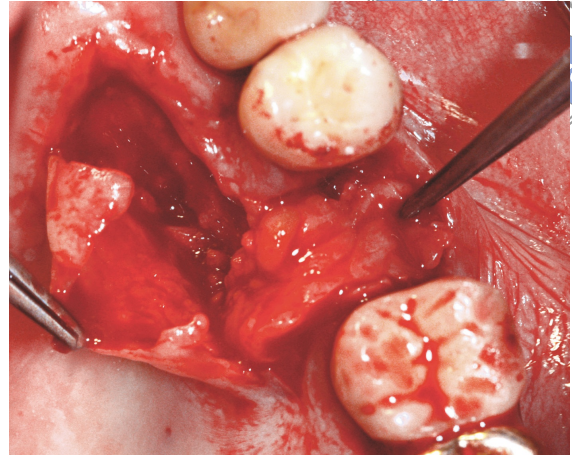


Abb. 2 Der plastische Verschluss der Alveole erfolgte mithilfe eines palatinalen Rotationslappens.

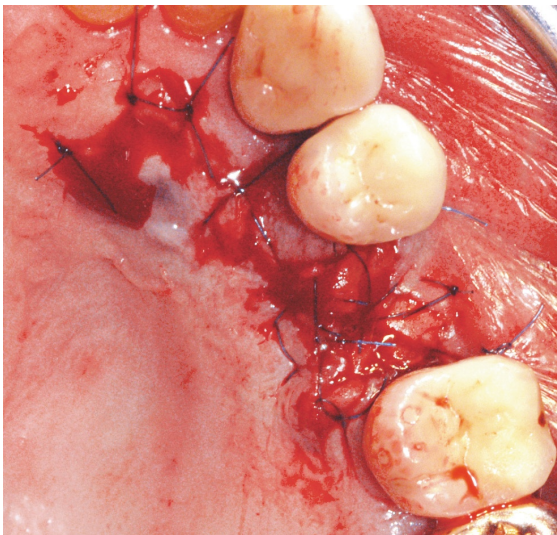


Abb. 3 Der Rotationslappen nach Fixation mit Einzelknopf- und Matratzennähten. Postoperativ sollten eine prophylaktische Antibiotikatherapie für ca. 7 Tage sowie eine zusätzliche chemische Plaquekontrolle mit Chlorhexidin durchgeführt werden.

erscheinungen²². Das Risiko für Misserfolge bei der Socket-Preservation scheint bei nicht resorbierbaren Membranen durch Membranexposition höher zu sein als bei Kollagenmembranen. Bei Lekovic et al. kam es im Rahmen einer Split-Mouth-Studie bei Alveolenstabilisierungen in 30 % der Fälle zu einer Exposition von nicht resorbierbaren Membranen²³. Die Ergebnisse der Versuchsseite mit Membranexposition waren nach 6 Monaten vergleichbar zu der Kontrollseite ohne Socket-Preservation.

■ Primäre plastische Deckung

In einer Split-Mouth-Studie untersuchten Engler-Hamm et al. den Effekt einer zusätzlichen primären Deckung von Extraktionsalveolen, die zuvor mit Knochenersatzmaterial und Kollagenmembranen versorgt wurden²⁴. In der Patientengruppe ohne primären Wundverschluss wurden signifikant weniger postoperative Beschwerden festgestellt. Für den Erhalt des Alveolarknochens zeigte die plastische Deckung keinen Vorteil. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass es bei einer primären Deckung des Wundgebiets durch einen vestibulär mobilisierten Mukoperiostlappen in der Regel zu einer Verschiebung der mukogingivalen Grenze kommt. Dies kann vor allem im Frontzahnbereich bei einer hohen Lachlinie zu eingeschränkten ästhetischen Resultaten führen. Es besteht jedoch die Alternative, die plastische Deckung durch einen palatinalen Rotationslappen zu erreichen, ohne die mukogingivale Grenze zu verschieben (Abb.1 bis 3). Eine andere Möglichkeit, die Alveole nach dem Einbringen von Knochenersatzmaterial zu verschließen, bieten freie Gingivatransplantate (Punch), die marginal mikrochirurgisch mit Nähten fixiert werden. Alveolen, die nach der Zahnextraktion mit Bio-Oss[®] Collagen aufgefüllt wurden und mit einem freien Gingivatransplantat verschlossen wurden, zeigten im Vergleich zu Alveolen mit alleinigem Auffüllen des Defekts mit KEM ohne plastische Deckung keine besseren Resultate²⁵. Die Abbildungen 4 bis 9

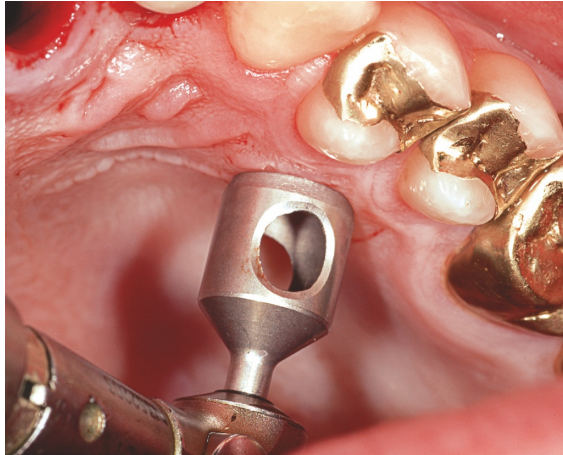


Abb. 4 Entnahme eines gestanzten palatinalen Gingiva-transplantats.

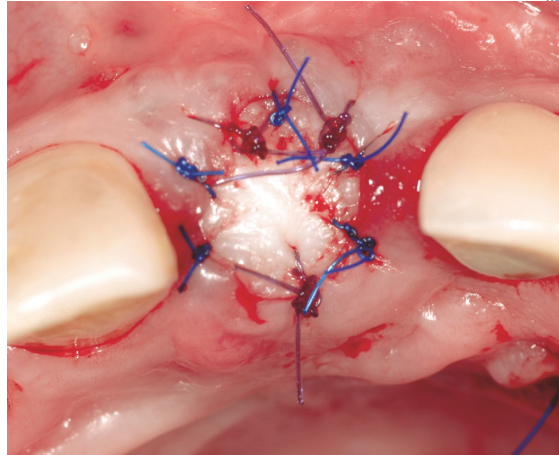


Abb. 5 Mithilfe von Einzelknopfnähten wird das Gingiva-transplantat in der deepithelialisierten Alveole befestigt. Zuvor wurde die Extraktionsalveole mit einem KEM aufgefüllt. Auch hier wurden eine 7-tägige Antibiotikatherapie und eine chemische Plaquekontrolle durchgeführt.

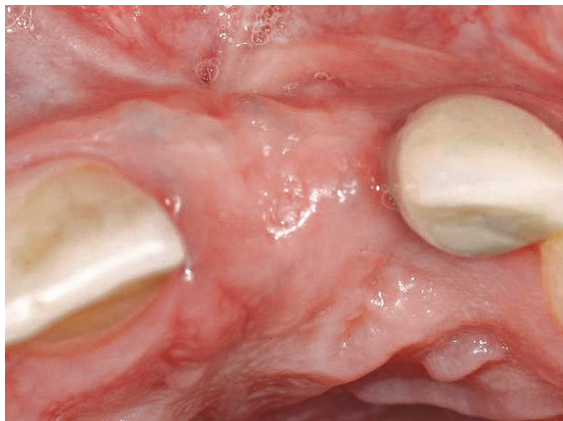


Abb. 6 Situation 11 Monate nach Alveolenstabilisierung und Verschluss der Alveole mittels Gingivapunch.

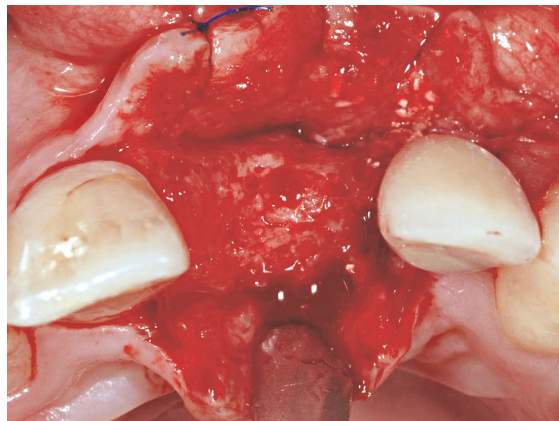


Abb. 7 Darstellung des Alveolarfortsatzes ca. 4 Monate nach Alveolenstabilisierung (Situation vor Implantat-insertion).

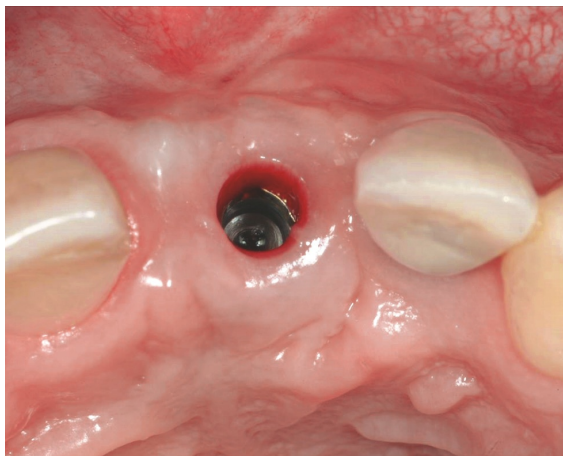


Abb. 8 Eingeheltes Implantat mit reizlosem periimplantärem Gewebe.



Abb. 9 Prothetische Versorgung des Implantats mit Einzelkrone.

copyright by
all rights reserved
Quintessenz

Die Abbildungen 4 bis 9 wurden mit freundlicher Genehmigung von Prof. DDr. M. Payer, Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Graz, zur Verfügung gestellt.

dokumentieren den Fall einer Alveolenstabilisierung im Frontzahnbereich unter Anwendung eines freien Gingivatransplantats mit anschließender Implantation und prothetischer Versorgung.

■ Implantat-abhängige Faktoren

Implantate, die in eine frische Extraktionsalveole inseriert werden, können die Resorption des alveolären Knochens nicht verhindern⁵. Benic et al. konnten in einer radiologischen, klinischen Studie nachweisen, dass 7 Jahre nach Sofortimplantation bei einem Drittel der Patienten die bukkale Wand fehlte²⁶. Des Weiteren entstehen nach Sofortimplantationen signifikant stärkere gingivale Rezessionen als bei einem zweizeitigen Vorgehen²⁷. Sofortimplantate mit Knochenaufbau und Verwendung einer Membran weisen im Vergleich zu Sofortimplantaten ohne GBR-Technik eine geringere horizontale Resorption des bukkalen Knochens auf²⁸. Die Idee für die Entwicklung wurzelförmiger Implantate war es, den Spalt zwischen Implantat und Alveolenwand (sogenannte „jumping distance“) bei einer Sofortimplantation nach einer Extraktion zu minimieren. Auf diese Weise sollten die Remodeling- bzw. Resorptionsprozesse aufgehalten und der Bedarf an Knochenaugmentationen reduziert werden. Lang et al. zeigten in einer Multi-Center-Studie, dass nach Sofortimplantation die Häufigkeit von notwendigen GBR-Verfahren bei konischen und zylindrischen Implantaten identisch war²⁹. Sanz et al. konnten in ihrer Studie ebenfalls keinen verbesserten Knochenhalt bei konischen Implantatformen gegenüber zylindrischen nachweisen³⁰. Hier kam es tendenziell zu stärkeren Resorptionen bei wurzelförmigen Implantaten. Es konnte gezeigt werden, dass das Resorptionsausmaß von der Lage des Implantats innerhalb der Alveole abhängt³¹. Demnach ist es empfehlenswert, Implantate eher palatinal bzw. lingual zu inserieren statt im zentralen Bereich der Alveole.

■ Indikationen

Die Notwendigkeit einer Alveolenstabilisierung sollte jeder Behandler individuell für den jeweiligen Patienten einschätzen und in Abhängigkeit von der weiter

geplanten Therapie umsetzen. Ist abzusehen, dass nach der Zahnextraktion kein Implantat inseriert wird und trotzdem ein möglichst guter Erhalt der knöchernen hart- und weichgeweblichen Struktur erwünscht ist, kann eine Alveolenstabilisierung mit einem langsam resorbierenden KEM durchgeführt werden (z.B. Hydroxylapatit). Vor allem im Frontzahnbereich kann bei geplanten Brückenversorgungen eventuell in Kombination mit einer Weichgewebeaugmentation ein langfristig stabiles Ergebnis hinsichtlich Phonetik und Ästhetik erzielt werden. Auch für den Erhalt des Prothesenlagers kann die Alveolenstabilisierung ein sinnvolles Verfahren darstellen.

Ist eine implantatgetragene Versorgung absehbar, sollte die Resorptionsrate des KEM berücksichtigt werden und an den Zeitraum der geplanten Implantation angepasst werden. Laut Weng und Böhm ist das in die Alveole eingebrachte KEM nach 4 bis 5 Monaten für eine Implantation geeignet, obwohl zu diesem Zeitpunkt noch keine vollständige Verknöcherung vorhanden ist (s. Abb. 7)³².

Bei Verwendung von KEM, autogenem potenziell kontaminiertem Knochen (Knochenfilter) und Membranen zur Socket-Preservation ist eine prophylaktische Antibiotikatherapie anzuraten. Ist eine frühe Implantation nach Zahnextraktion angedacht, sollte eher auf ein Auffüllen der Alveole mit KEM verzichtet werden, da in diesem Zeitraum kein adäquater Umbau des KEM zu erreichen ist. In diesem Fall kann zur Stabilisierung des Koagulum ein Kollagenkegel verwendet werden, jedoch ohne Effekt für den Erhalt des Alveolarfortsatzes¹¹. Ein klarer Vorteil bietet die Alveolenstabilisierung vor allem für den Erhalt eines größeren Anteils an Weichgewebe im Vergleich zu konventionell heilenden Alveolen, da die Hartgewebestruktur post extractionem zusammen mit dem Weichgewebe schrumpft.

■ Kontraindikationen

- Akute entzündliche (putride) Prozesse
- Antiresorptive Therapie
- Radiotherapie im Kopf-Hals-Bereich
- Immundefizienz



■ Vorteile und Nachteile

Welches Verfahren und welche Materialien verwendet werden, sollte in Abhängigkeit von der späteren prothetischen Versorgung entschieden werden. Autografts und Allografts zeigen im Hinblick auf die Osteogenese viele positive Eigenschaften. Autogener Knochen ist im Bereich der Socket-Preservation als alleiniges Material zur Stabilisierung des Defekts ausgedehnten Resorptions- und Remodelingprozessen unterworfen und bisher nur in Kombination mit KEM zu empfehlen. Xenografts und alloplastische Materialien können das Volumen des Kieferkammes und der umgebenden Weichgewebe langfristig erhalten.

Die Resorptionszeit der KEM sollte auf die später geplante prothetische Versorgung abgestimmt sein. Bei einer geplanten Implantation könnten resorbierbare KEM, die einen Umbau des aufgefüllten Defekts mit neuem Knochen ermöglichen, vorteilhaft sein. Hier gibt es wenig Evidenz, welches KEM oder welche Technik für den Erhalt des Implantatalters langfristig am besten geeignet ist. Ein einziges KEM kann den verschiedensten Anforderungen für eine Alveolenstabilisierung nicht gerecht werden, deshalb ist die individuelle Auswahl des KEM an die jeweilige Situation anzupassen. Sind keine Implantate geplant, ist möglicherweise auch ein Mischgewebe aus Knochen und partiell integriertem oder bindegewebig eingeheltem KEM, das jedoch langfristige Volumenstabilität aufweist, tolerabel. Aus biologischer Sicht ist ein vitaler Knochen als Implantatlager erstrebenswert.

Die Verwendung von resorbierbaren Membranen in Kombination mit KEM scheint allgemein Resorptionserscheinungen zu reduzieren. Letztendlich muss ebenfalls berücksichtigt werden, dass jedes in den Körper eingebrachte Material durch sein antigenes Potenzial eine Fremdkörperreaktion auslösen kann³³.

Auch die Kosten-Nutzen-Relation muss für den Behandler und den Patienten diskutiert werden. In einigen Fällen kann durch eine erfolgreiche Alveolenstabilisierung die Notwendigkeit von weiteren Augmentationen zum Zeitpunkt der Implantation reduziert werden³⁴. Andererseits können trotz durchgeführter Socket-Preservation weitere augmentative Maßnahmen erforderlich sein. Über zusätzliche Folgeeingriffe, Komorbiditäten und Komplikationen sollte daher besonders bei elektiven Maßnahmen wie der Alveolenstabilisierung detailliert aufgeklärt werden.

■ Fazit

- Struktur- und Volumenerhalt von Knochen und Weichgewebe möglich,
- Keine klar überlegene Technik,
- Negative Korrelation zwischen Dicke der vestibulären Alveolenwand und Resorption post extractionem,
- KEM an geplante Versorgung anpassen,
- Resorbierbare Membranen zeigen bei der Socket-Preservation einen positiven Effekt.

■ Literatur

1. Vignoletti F, Matesanz P, Rodrigo D, Figuero E, Martin C, Sanz M. Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clin Oral Implant Res* 2012;23(Suppl 5):22–38.
2. Tan WL, Wong TLT, Wong MCM, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implant Res* 2012;23(Suppl 5):1–21.
3. Hämmerle CHF, Araujo MG, Simion M. On Behalf of the Osteology Consensus Group 2011. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clin Oral Implant Res* 2012;23(Suppl 5):80–82.
4. Araujo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212–218.
5. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004;31:820–828.
6. Pinho MN, Roriz VL, Novaes AB Jr, Taba M Jr, Grisi MF, de Souza SL, Palioto DB. Titanium membranes in prevention of alveolar collapse after tooth extraction. *Implant Dentistry* 2006;15:53–61.
7. Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003;30:809–818.
8. Brownfield LA, Weltman RL. Ridge Preservation With or Without an Osteoinductive Allograft: A Clinical, Radiographic, Micro-Computed Tomography, and Histologic Study Evaluating Dimensional Changes and New Bone Formation of the Alveolar Ridge. *J Periodontol* 2012;83:581–589.
9. Chappuis V, Engel O, Reyes M, Shahim K, Nolte LP, Buser D. Ridge Alterations Post-extraction in the Esthetic Zone: A 3D Analysis with CBCT. *J Dent Res* 2013;92:1955.
10. Matarasso S, Salvi GE, Iorio Siciliano V, Cafiero C, Blasi A, Lang NP. Dimensional ridge alterations following immediate implant placement in molar extraction sites: A six-month prospective cohort study with surgical re-entry. *Clin Oral Implant Res* 2009;20:1092–1098.
11. Darby I, Chen S, De Poi R. Ridge preservation: what is it and when should it be considered. *Aust Dent J* 2008;53:11–21.
12. Kübler NR, Würzler KK. Bone morphogenetic proteins. *Implantologie* 2002;10:177–192.
13. Van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Krekeler G, Tuinzing DB. Sinusfloor elevation and grafting with autogenous iliac crest bone. *Clin Oral Implant Res* 1998;9:429–435.
14. Park JJ, Hershman SH, Kim YH. Updates in the use of bone grafts in the lumbar spine. *Bull Hosp Jt Dis* 2013;71:39–48.

15. Rueger J. M. Knochensatzmittel. Heutiger Stand und Ausblick. Orthopäde 1998;27:72–79.
16. Chang BS, Lee CK, Hong KS, Youn HJ, Ryu HS, Chung SS, Park KW. Osteoconduction at porous hydroxyapatite with various pore configurations. Biomaterials 2000;21:1291–1298.
17. Karageorgiou D, Kaplan V. Review Porosity of 3D biomaterial scaffolds and osteogenesis Biomaterials 2005;26:5474–5491.
18. Tsuruga E, Takita H, Itoh H, Wakisaka Y, Kuboki Y. 2 Pore Size of Porous Hydroxyapatite as the Cell-Substratum Controls BMP-Induced Osteogenesis. J Biochem 1997;121:317–324.
19. Araujo M, Linder E, Lindhe J. Effect of a xenograft on early bone formation in extraction sockets: an experimental study in dog. Clin Oral Implant Res 2009;20:1–6.
20. Smeets R, Hanken H, Jung O, Rothamel D, Handschel J, Al-Dam A, Blessmann M, Heiland M, Kolk A. Knochensatzmaterialien – Aktueller Stand und ein Ausblick in die Zukunft. MKG-Chirurg 2014;7:53–67.
21. Wang RE, Lang NP. New insights into ridge preservation after tooth extraction. Clin Oral Implant Res 2012;23 (Suppl 6):147–156.
22. Barone A, Aldini NN, Fini M, Giardino R, Calvo Guirado JL, Covani U. Xenograft versus extraction alone for ridge preservation after tooth removal: A clinical and histomorphometric study. J Periodontol 2008;79:1370–1377.
23. Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M, Han T, Klokkevold P, Nedic M, Orsini M. A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. J Periodontol 1997;68:563–570.
24. Engler-Hamm D, Cheung WS, Yen A, Stark PC, Griffin T. Ridge Preservation Using a Composite Bone Graft and a Bioabsorbable Membrane With and Without Primary Wound Closure: A Comparative Clinical Trial. J Periodontol 2011;82:377–387.
25. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Hürzeler MB. Hard tissue alterations after socket preservation: An experimental study in the beagle dog. Clin Oral Implant Res 2008a;19:1111–1118.
26. Benic GI, Mokti M, Chen CJ, Weber HP, Hämmerle CHF, Gallucci GO. Dimensions of buccal bone and mucosa at immediately placed implants after 7 years: a clinical and cone beam computed tomography study. Clin Oral Implant Res 2012;23:560–566.
27. Miyamoto Y, Obama T. Dental cone beam computed tomography analyses of postoperative labial bone thickness in maxillary anterior implants: comparing immediate and delayed implant placement. Int J Periodontics Restorative Dent 2011;31:215–225.
28. Chen ST, Darby IB, Reynolds EC. A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: Clinical outcomes and esthetic results. Clin Oral Implant Res 2007;18:552–562.
29. Lang NP, Tonetti MS, Suvan JE, Pierre Bernard J, Botticelli D, Fourmousis I, Hallund M, Jung R, Laurell L, Salvi GE, Shafer D, Weber HP. Immediate implant placement with transmucosal healing in areas of aesthetic priority. A multicentre randomized-controlled clinical trial i. Surgical outcomes. Clin Oral Implant Res 2007;18:188–196.
30. Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Pjetursson BE, Lang NP, Lindhe J. A prospective, randomized-controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. Clin Oral Implant Res 2010;21:13–21.
31. Caneva M, Botticelli D, Salata LA, Scombatti Souza SL, Carvalho Cardoso L, Lang NP. Collagen membranes at immediate implants: A histomorphometric study in dogs. Clin Oral Implant Res 2010a;21:891–897.
32. Weng D, Böhm S. Simplify your Augmentation – Was bei der Extraktion zu beachten ist, damit die Implantation einfach wird. Ein Konzept zur Versorgung von Extraktionsalveolen vor der Implantation. Implantologie 2006;14:355–363.
33. Anderson JM, Rodriguez A, Chang DT. Review Foreign body reaction to biomaterials. Seminars in Immunology 2008;20:86–100.
34. Weng D, Stock V, Schliephake H. Are socket and ridge preservation techniques at the day of tooth extraction efficient in maintaining the tissues of the alveolar ridge? Systematic review, consensus statements and recommendations of the 1st DGI Consensus Conference in September 2010, Aerzen, Germany. Eur J Oral Implantol 2011;4:59–66.

Socket preservation following tooth extraction: Advantages and disadvantages

KEYWORDS *socket preservation, ridge preservation, tooth extraction, bone augmentation*

Tooth extraction is one of the most common procedures in oral surgery. According to the statistics of statutory German health insurances, almost 13 million teeth were extracted in Germany in 2012. Resorption of hard and soft tissue is a physiologic process that takes place after tooth extraction. Maintaining these tissues after tooth extraction can facilitate the initial situation for prosthetic restorations. Lately, socket preservation has been described as the therapy of choice for managing this issue. When is socket preservation advisable and under which conditions is caution recommended? This article provides an overview of the current literature and state of knowledge and describes advantages as well as disadvantages of this procedure.