

R.S.R. Buch¹, W. Wagner², T.E. Reichert¹

Alveolar-Ridge-Preservation

– Eine Literaturübersicht

Der nach Zahnverlust regelmäßig resultierende lokale Alveolarkammdefekt stellt auch heute noch eine große chirurgische und prothetische Herausforderung dar. Mit der post extractionem auftretenden Atrophie des Alveolarknochens verschlechtern sich neben dem ästhetischen Erscheinungsbild vor allem die Voraussetzungen für konservative prothetische oder implantologische Versorgung. Zusätzlich kommt es bei traumatischen Zahnverlusten im Bereich der Oberkieferfront durch traumatische oder resorptive Vorgänge häufig zu einem Verlust der vestibulären Alveolarkompakta mit Beschleunigung der atrophischen Veränderungen.

Aufgrund dieser Probleme wurden schon früh Methoden entwickelt, die alveolären Strukturen nach Zahnverlust zu erhalten. Zur Evaluation der Frage, wie nach Zahnextraktionen oder traumatischem Zahnverlust der zu erwartende Knochendefekt verhindert und eine suffiziente Schleimhautabdeckung mit günstiger Alveolarkammform erreicht werden kann, wurde das Auffüllen frischer Extraktionsalveolen mit unterschiedlichen Materialien in multiplen Studien untersucht.

Diese Arbeit gibt eine Zusammenstellung über die bisher publizierten Arbeiten zur Alveolar-Ridge-Preservation und stellt zudem eigene Erfahrungen mit unterschiedlichen Methoden dar.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse geben Anlass für eine optimistische Einschätzung der Alveolarkammprävention. Weitere klinische Studien müssen zur Bestätigung der Effektivität der unterschiedlichen Verfahren folgen.

Schlüsselworte: Alveolarkammerhalt, Knochenregeneration, Knochentransplantation, Dentale Implantate, Zahnextraktion, Zahnalveole

Alveolar-Ridge-Preservation – Overview of literature

Tooth extraction leads to typical bone deficiency of ridge width and height of alveolar crest and represents large

surgical and prosthetic challenge. Aesthetic appearance and conditions for implant placement or conventionally prosthetic constructions become worse. Traumatic tooth loss leads to alveolar resorption especially in sagittal direction. This can be due to avulsion of bone substance during the accident itself or due to resorption of the alveolar crest that takes place afterwards. Due to these problems different methods were developed to correct or preserve the bone deficiency of alveolar ridge. Different studies describe the use of different composites as a ridge preservation and evaluated different augmentation materials.

The aim of this article is to present a review of used materials and procedures for ridge preservation and soft tissue regeneration in the literature. Additionally, some clinical experiences in human cases were described that utilizes different composites for alveolar ridge preservation. The available results of the literature permits an optimistic estimate for alveolar ridge preservation after tooth extraction. This study indicated the necessity for further clinical trials in human beings.

Keywords: alveolar ridge preservation, bone regeneration, bone transplantation, dental implants, tooth extraction, tooth socket

Einleitung

Bereits unmittelbar nach Zahnextraktion oder traumatischem Zahnverlust setzt eine Atrophie des Alveolarfortsatzes ein und führt zu deutlichen Formveränderungen des Knochens und zu einem massiven Substanzverlust des Alveolarkamms in vestibulo-oraler und crestal-basaler Dimension [6]. Es handelt sich dabei um einen chronisch-progressiven, irreversiblen Umbauvorgang, bei dem in den ersten beiden Jahren post extractionem die stärkste Resorption (40 bis 60 %) stattfindet, die auf eine relativ konstante Resorptionsrate von ca. 1 % pro Jahr bis zum Lebensende absinkt [16]. Atraumatische Extraktionsverfahren können diese Atrophie vermindern, jedoch nicht verhindern [6, 35]. So stellt der resultierende lokale Alveolarkammdefekt auch heute noch eine große Herausforderung dar [59]. Gerade im anterioren Oberkiefer entstehen dadurch im ästhetisch sichtbaren Bereich (Regio 15 bis 25) oft Deformationen des Alveolarfortsatzes, die nur schwer prothetisch zu restaurieren sind und häufig nur eine unbefriedigende Ästhetik zur Folge haben [42]. Mit

¹ Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (Direktor: Univ. Prof. Dr. Dr. T.E. Reichert), Universität Regensburg, Franz-Josef-Strauss-Allee 11, 93053 Regensburg

² Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (Direktor: Univ. Prof. Dr. Dr. W. Wagner), Klinikum der Johannes Gutenberg-Universität, Augustusplatz 2, 55131 Mainz



Abbildung 1 Typischer vestibulo-oraler Knochendefekt nach Zahnverlust 46

Figure 1 Typical bone deficiency of ridge width after tooth loss of 46



Abbildung 2 Typische crestal-basale Knochendefekte nach Zahnverlusten im Oberkiefer

Figure 2 Typical bone deficiency of ridge height after tooth loss in the upper jaw

der Atrophie des Alveolarknochens verschlechtern sich zudem neben dem ästhetischen Erscheinungsbild vor allem die Voraussetzungen für implantologische, als auch für jegliche andere prothetische Folgebehandlungen (s. Abb. 1 und 2). Dies kann neben ästhetischen auch zu funktionellen Problemen führen [1, 54]. Bei traumatischen Zahnverlusten kommt es im Bereich der Oberkieferfront zusätzlich häufig zu einer Fraktur des vestibulären Alveolarfortsatzes mit anschließendem Verlust der dünnen vestibulären Alveolarkompakta, die die atrophischen Veränderungen des betroffenen Alveolarfortsatzbereichs massiv beschleunigt [14, 42, 63]

Für die Ästhetik ist nicht zuletzt auch die Schleimhaut von großer Bedeutung, die jedoch ebenfalls auf eine hartgewebige Abstützung angewiesen ist. Trotz atraumatischem Vorgehen sind vorbereitende oder begleitende knöcherne sowie weichgewebige augmentative Maßnahmen v. a. im Bereich der ästhetisch bedeutsamen Oberkieferfront nach Zahnverlust häufig notwendig, um befriedigende Verhältnisse zu erreichen und erhöhen den operativen und finanziellen Aufwand für Patient und Behandler [61].

Problem

Aufgrund der oben genannten Probleme wurden schon früh Methoden gesucht, das Knochenvolumen nach Zahnverlust zu erhalten, bzw. den eintretenden Knochenverlust zu minimieren [19, 32, 44]. Seit Anfang der Neunzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts hat das Interesse an Alveolarkammprävention und -rekonstruktion deutlich zugenommen, was sich in der Anzahl der Veröffentlichungen zu diesem Thema widerspiegelt (s. Abb. 4) [15, 21, 23, 43, 53].

Ziel all dieser Arbeiten ist die Evaluation der Frage, wie nach Zahnextraktionen oder traumatischem Zahnverlust der zu erwartende Knochendefekt verhindert und eine suffiziente Schleimhautabdeckung mit präprothetisch funktionell günstiger Alveolarkammform erreicht werden kann.

Folgende Forderungen gilt es dabei an die Methoden zu stellen:

- Stabilisierung der umgebenden Gewebe
- Erhalt möglichst aller alveolären Strukturen
- Prävention der Kieferkamatrophie
- Optimale Voraussetzungen schaffen für
 - prothetische Rehabilitation
 - implantologische Rehabilitation
- Mögliche Vermeidung weiterer augmentativer Verfahren

Die erfolgreiche knöcherne Erhaltung des Alveolar-kamms nach einer Zahnextraktion kann die sonst oft notwendige Knochenaugmentation verhindern [60]. Voraussetzung für eine Alveolarkammprävention sind eine schonende Extraktion (Periotom), die Erhaltung der vestibulären Kompakta, die Vermeidung einer digitalen Kompression mit Frakturierung der alveolären Knochenlamellen (v.a. Oberkieferfront), eine zurückhaltend modellierende Osteotomie und die abschließende Auflage eines Aufbistupfers (ggf. Situationsnaht zur Koagelstabilisierung).

Entsprechend der Erwartung „when we take something out, we should put something back“. [4] wurde das Auffüllen und Abdecken von frischen Extraktionsalveolen mit unterschiedlichen Knochenersatzmaterialien in multiplen Studien untersucht [22].

Knochenersatzmaterialien

Knochenersatzmaterialien werden im Bereich der zahnärztlichen Chirurgie bereits seit Jahren zur Rekonstruktion knöcherner Defekte eingesetzt [65]. Die verfügbaren Materialien lassen sich in organische und anorganische Stoffe einteilen [38].

Kollagenpräparate sind zwar osteokonduktiv, werden jedoch sehr schnell abgebaut. Aufgrund der geringen Eigenstabilität eignen sie sich nur bedingt als Platzhalter.

Organische Materialien werden als allogene Transplantate aus Knochen verstorbener menschliche Spender gewon-

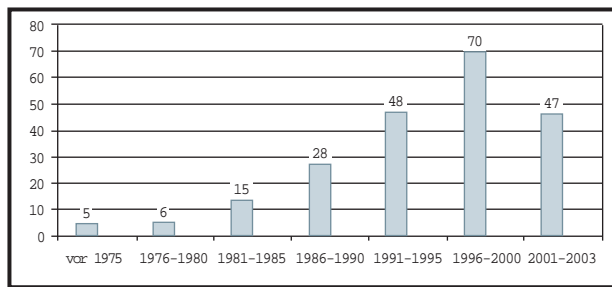


Abbildung 3 Internationale Veröffentlichungen zum Thema Alveolar ridge preservation bis 2003 (n=219). PubMed-Recherche (National Library of Medicine)

Figure 3 International publications about the topic alveolar ridge preservation up to 2003 (n=219). PubMed-search (National Library of Medicine)

nen (AAA-Knochen = antigenextracted autolysed allogenic bone, DFDBA = defatted demineralised bone allograft).

Künstliche organische Materialien sind in resorbierbarer und nicht resorbierbarer Form klinisch verfügbar. Polymethylmetacrylatgranula (PMMA) werden reizlos inkorporiert, sind aber lebenslang nachweisbar, da sie nicht biologisch abbaubar sind [67].

Hydroxylapatite werden aus Algen, Korallen und tierischen Knochen gewonnen. Die organischen Knochenersatzmaterialien sind überwiegend Calciumphosphate (Hydroxylapatit = HA, Tricalciumphosphat = TCP) calciumhaltige Silikate (Biogläser) und auch Calciumsulfate (Gips) [64].

HA kann im Körper langsam durch Osteoklasten abgebaut werden. α -TCP wandelt sich teilweise in HA um, wodurch es radiologisch über Jahre nachweisbar sein kann. Diese Transformation tritt bei β -TCP nicht auf, wodurch dieses vollständig abgebaut werden kann. α -TCP und β -TCP sind in Form von Granulaten und Blöcken verfügbar. Biogläser werden in Form solider Partikel hergestellt und verhalten sich ähnlich wie HA. Über Jahre tritt eine langsame Resorption ein.

Das wissenschaftlich am besten dokumentierte Knochenersatzmaterial ist xenogener deproteinisierter Knochen [48, 62]. Eine Übersicht über die in der Literatur zur „alveolar-ridge-preservation“ verwendeten Materialien liefert Tabelle 1.

Gesteuerte Knochenregeneration (GBR)

Die gesteuerte Knochenregeneration (guided bone regeneration = GBR) stellt ein Verfahren zur lokalen Augmentation unter Verwendung von Membranen dar. In der GBR-Technik wird durch eine Membran ein Hohlraum geschaffen und erhalten. Diese Barriere (barrier membrane) hindert die schnell wachsenden Bindegewebszellen am Hineinwachsen in den alveolären Hohlraum. Nach der Applikation der Membran über dem Defekt haben Osteoblasten mehr Zeit, um den Hohlraum zu populieren. Die Regeneration verschiedener Knochendefekte wurde mit dieser Methode



Abbildung 4 Durch beschliffene Wurzelreste physiologisch anatomisch erhaltener Oberkieferalveolarkamm

Figure 4 Physiologically and anatomically preserved alveolar ridge of the upper jaw because of abraded root bits

in verschiedenen Studien getestet [7, 8, 34, 41, 57, 68]. In Kombination mit der GBR wurden auch verschiedene Füllmaterialien verwendet. Hierbei wurden Alveolen nach Zahnextraktion mit unterschiedlichen Knochenersatzmaterialien aufgefüllt, die sich bei richtiger Materialwahl [64] mit der Zeit in körpereigenen Knochen umwandeln [27, 37, 42, 55]. Bisherige Methoden beschreiben den Einsatz von vorwiegend granulartförmigen oder blockförmigen Partikeln in Verbindung mit der o. g. Membrantechnik und / oder einem möglichst dichten primären Wundverschluss. Um dies zu erreichen werden mitunter spezielle Mobilisationstechniken des Mukoperiostlappens [30] oder zusätzliche Bindegewebsstransplantate beschrieben [33].

Methoden zur Alveolarkamm-Prävention

Natürliche Zähne und auch Zahnwurzeln sind die physiologischen Strukturen, die die alveolären Gewebe in ihrer komplexen Struktur vollständig erhalten (s. Abb. 3).

Sind an einer geplanten Implantationsstelle noch prothetisch insuffiziente Zähne vorhanden, so können diese vor der geplanten Extraktion durch orthodontische Maßnahmen extrudiert werden. Durch diese vertikale Bewegung kommt es zu einer Knochenneubildung um die Zahnwurzel („vertikale Augmentation“) und zu einer Mitbewegung der periodontalen Weichgewebe [1, 13, 69]. Dadurch ist die physiologische Strukturhaltung des Alveolarfortsatzes mitsamt der Weichgewebe zuverlässig möglich.

Seit den Siebzigerjahren gilt die, auch heute noch in der Diskussion stehende, Sofortimplantation in die frische Extraktionsalveole als bewährtes Verfahren, das zu einer zuverlässigen Prävention sämtlicher alveolärer Strukturen beiträgt und wissenschaftlich als fundiert gelten kann [12, 18, 47, 51, 52].

In der Literatur werden neben vitalen und nicht vitalen Materialien [25, 32, 56, 66], autologe Knochenstransplantate [9, 17], gesteuerte Knochenregeneration [11] sowie granulart- [15, 45, 49] und block- bzw. wurzelförmige biokompatible Materialien [43, 46, 58, 66] zur Vermeidung der Alveolarkammatrophy in frische Extraktionsalveolen

Material	Human	Animal	Autor
Autologous bone with/without barrier membrane			[13,14,15]
Demineralized freeze-dried bone allografts (DFDBA) and cell-occlusive membranes.	8 patients		[16, 29, 41, 84, 90, 92]
Deproteinized bovine bone mineral (DBBM) without applying an occlusive membrane			[3]
Demineralized freeze-dried bone allografts (DFDBA) combined with tendonous collagen		six adult baboons.	[39]
Demineralized freeze-dried bone allografts (DFDBA) or deproteinized natural bovine bone mineral xenograft (DBBMX)	24 healthy patients		[75, 76]
Mineralized freeze-dried bone allograft (FDBA) in conjunction with a titanium-reinforced expanded polytetrafluoroethylene (TR e-PTFE) barrier	12 patients		[26, 38, 70, 71, 80, 81]
Frozen femoral head homologous bone or autologous bone	61 patients		[2, 58]
Cancellous porous bovine bone mineral (PBBM)	15 patients. 26 patients		[4] [79]
Synthetic bone substitutes (Bioplant HTR)			[5,7,8,30, 86, 87, 88]
Hydroxyapatite		dogs	[10, 20,34, 40,48, 72] [57, 65]
e-PTFE barrier membranes			[11,12, 52]
PTFE membranes	12 patients		[17]
Alloplastic hydroxylapatite implant material (HA) mixed with autogenous bone (AB).		primate (Macaca mulatta), dogs	[22, 25] [28]
Bio-Oss Collagen-Material		rats	[32, 51, 56] [55]
rhBMP-2/absorbable collagen sponge	12 patients		[35]
FDBA in combination with PRP (platelet-rich plasma)	15 patients		[37]
Porous coralline hydroxyapatite blocks	21 patients		[54] [60]
Bioactive glass	87 patients		[61, 85] [74]
Polyactide and polyglycolyde sponge			[68]
Calciumphosphate		rats	[82, 83]

Tabelle 1 Übersicht der in unterschiedlichen Studien verwendeten Materialien zum Erhalt des Alveolarkamms

Table 1 Survey of different composite materials used in several studies for ridge preservation

eingbracht und zum Teil mit Bindegewebs-Transplantaten kombiniert [60]. *Denisen* beschrieb bereits 1979 die Verwendung von Alveolenstabilisatoren aus kompaktem Hydroxylapatit (HA) zur Erhaltung des knöchernen Alveolarkamms in den Bereichen nicht belasteter Brückenglieder mit einer Erfolgsquote von 100 % nach fünf Jahren [19]. Er stellte dabei fest, dass unter Belastung der Stabilisatoren, z. B. unter tegumental getragenen Prothesen Misserfolgswahrscheinlichkeiten von ca. 10 bis 25 % zu beobachten waren [19, 20]. Bei der Augmentation der Alveole mit kompaktem Hydroxylapatit ist mit einer Resorption nicht zu rechnen, weshalb diese vorgefertigten kompakten Hydroxylapatit-Materialien in Form von Granula oder Blöcken noch nach Jahren komplett in situ nachweisbar sind (s. Abb 5). Mit Hydroxylapatit als Alveolenstabilisator lassen sich demnach gute Langzeitergebnisse erreichen [37, 58].

Nevins et al. konnten dabei zeigen, dass die Alveolenfüllung mit Bio-Oss (xenogenem HA) die Knochenresorption post extraktionem verhindert und so eine spätere Implantation ermöglicht oder vereinfacht [39, 40]. Die Arbeitsgruppe um *Hämmerle* et al. verwendet Bio-Oss Collagen-Material (xenogenem HA, 10 Prozent Kollagen) als Resorptionsschutz des alveolären Knochens. Für die ästhe-

tische Weichgewebsaugmentation decken sie die Alveole zusätzlich mit einem palatinalen Gingiva-Transplantat ab (Stanzbiopsie). Sechs Wochen später entfernen sie das Knochenersatzmaterial bei der Implantation wieder, da zu diesem frühen Zeitpunkt das Material noch nicht in das Hartgewebe integriert ist [26].

Auch wurden Verfahren zur Abformung des extrahierten Zahns entwickelt, um einen passgenauen zahnwurzelförmigen und bioabbaubaren Alveolenstabilisator (TCP/Polyactid) herstellen zu können [50]. Der Vorteil alveolenförmiger Stabilisatoren aus Knochenersatzmaterialien scheint dabei, neben einer besseren Passung und dem einfacheren Handling beim Einbringen v. a. in die frakturierte Alveole, in der mechanischen Stabilität (Ruhe) bei der knöchernen Heilung zu liegen [66].

Die verwendeten demineralisierten gefriergetrockneten Knochentransplantate (DFDBA) [11], deproteinierter natürlicher boviner Knochen (BioOss) [3], Calciumphosphatkeramiken und die eingebrachten bioaktiven Gläser [24] haben jedoch in histologischen Untersuchungen gezeigt, dass sich die implantierten Partikel in den Extraktionsalveolen noch sechs bis neun Monate später nachweisen ließen. Trotz guter Formerhaltung des Kieferkammes



Abbildung 5 Alveolenstabilisierung Regio 21, 13 Jahre nach Hydroxylapatit-Aufbau

Figure 5 Preserving of the alveolar ridge 13 years after augmentation with hydroxylapatite (HA)



Abbildung 6 Struktur des Alveolarfortsatzes Regio 13 und der fixierten Gingiva nach Implantation eines β -Trikalziumphosphat-Formteils in die Alveole

Figure 6 Structure of the alveolar ridge region 13 and the attached gingiva after implantation of β -tricalcium phosphate implants inside the alveolar socket

mit HA-Granulaten [15, 28] wird jedoch auch von Implantatverlusten nach Kieferkammprävention berichtet [31]. Hier fand sich histologisch ein bindegewebiger periimplantärer Saum, der von Resten des HA-Granulats durchsetzt war und möglicherweise eine Osseointegration verhindert hat. Auch die Autoren konnten bei der Verwendung von präfabrizierten Alveolenstabilisatoren aus β -TCP röntgenologisch periimplantäre Transluzenzen beobachten, die der von Krekeler [31] beschriebenen bindegewebigen Einheilung entsprechen.

Obwohl die Zahl der Veröffentlichungen seit 1975 deutlich zugenommen hat, finden sich dennoch kaum wissenschaftlich fundierte Daten zum Thema „alveolar-ridge-preservation“ in einer aktuellen Medline-Recherche (PubMed, National Library of Medicine). Trotz einer Vielzahl internationaler Arbeiten (s. Tab. 1) sind Metaanalysen oder randomisierte klinische Studien (RCT) bisher nicht vorhanden. Trotz uneinheitlicher Tierexperimente und vereinzelter Case reports finden sich prospektive Studien nur selten. Beispielhaft seien Sandor et al. und Howell et al. 1997 genannt [29, 49]. Sandor et al. untersuchten die Augmentation 48 dentoalveolärer Defekte mit biologischer Keramik (HA, Koralle) nach Zahnverlust (n = 21 Patienten). In der Mehrzahl der Fälle (82,4 %) konnte dadurch v. a. in der Oberkieferfront eine Auflagerungsteoplastik vor Implantation vermieden werden. Howel et al. konnten durch die Alveolenstabilisierung mittels BMP-versetzter

Kollagenschwämme (rhBMP-2/ACS) ebenfalls eine sichere „alveolar-ridge-preservation“ erreichen. In beiden Studien konnten die alveolären Strukturen zuverlässig erhalten werden.

Allard et al. konnten in ihrer klinischen Beobachtung zeigen, dass gefriergetrockneter homologer Knochen, wie auch autologer Knochen bei der Erhaltung des alveolären Knochens nach Zahnverlust oder bei sekundären Kieferspaltosteoplastiken zu guten Ergebnissen führt [2]. Becker et al. konnte hingegen zeigen, dass im Tierversuch mit autologen Knochentransplantaten die besten klinischen und histologischen Resultate erreicht werden konnten. Mit DFDBA schien keine Knochenneubildung in den ausgewerteten Proben induziert worden zu sein [10].

Andere Autoren führten retrospektive Datenanalysen mit synthetischem Knochen zur Alveolenfüllung (HTR, synthetic osseous replacement grafts) durch, die ebenfalls alle einen positiven Einfluss auf die Prävention der Alveolarkammatrophie nach Zahnextraktion mit Erhaltung der alveolären Strukturen belegen konnten. Ashman et al. untersuchten 24 Patienten nach Alveolenaugmentation mit HTR über zwölf Jahre mit klinisch und radiologisch gutem Erfolg [5]. Murray et al. kamen nach sieben Jahren Beobachtungszeit in der Oberkieferfront zu ähnlich guten Ergebnissen [36].

Tal berichtete 1999 über die Augmentation von 42 Oberkieferfrontalveolen mit demineralisiertem gefriergetrocknetem Knochenallotransplantaten (DFDBA) versus entproteinisiertem natürlichem Rinderknochen (DBBMX) mit Bindegewebs-Transplantaten. Er fand bei stabilem Alveolarfortsatz keine Unterschiede in der Verwendung von DFBA vs. DBBMX, aber musste vom Verlust mehrerer Bindegewebs-Transplantate berichten und kam zu dem Schluss, dass die Versorgung frischer Extraktionsalveolen ein unter Umständen vorteilhaftes, aber sehr schwer vorhersagbares Verfahren darstellt.

Die Verwendung von Kollagenschwämmen scheint aufgrund der fehlenden Volumenstabilität des Kollagens nur als Träger für BMP's, als temporärer Stabilisator der Weichgewebe oder in Kombination mit HA geeignet, solange die Raumstabilität der Kollagenmatrix keine ausreichende Festigkeit für die umgebenden Weich- und Hartgewebe bietet [29]. Die laufende Entwicklung neuer Kollagenmatrices mit erhöhter Volumenstabilität bleibt abzuwarten.

Schwämme aus Polylactid und Polyglycolid scheinen nach Serino et al. hingegen bestens geeignet den Kieferkamm nach Zahnextraktion präventiv vor der zu erwartenden Alveolarkammatrophie zu schützen. Er untersuchte 39 Extraktionsalveolen von denen 26 mit einem Schwamm aus Polylactid und Polyglycolid aufgefüllt wurden, 13 Alveolen blieben als Kontrollgruppe ungefüllt. Anschließend wurden alle Alveolen mittels Mukoperiostlappen plastisch gedeckt. Nach sechs Monaten konnten signifikant geringere Knochenverluste an den Testalveolen nachgewiesen werden [56].



Abbildung 7 Struktur des Alveolarfortsatzes Regio 21 nach Implantation eines β -TCP-Formteils in die Alveole

Figure 7 Structure of the alveolar ridge regio 21 after implantation of β -tricalcium phosphate implants inside the alveolar socket



Abbildung 8 Zustand nach Extraktion bei (apikaler Ostitis 11) Alveolenfüllung mit Kollagen (TissueCone, Baxter, Germany) und Schleimhaut-Patch vom Gaumen

Figure 8 Status after extraction (apical ostitis 11) alveolar ridge preserving with collagen (TissueCone, Baxter, Germany) and palatal mucosal graft

Zu ähnlich guten klinischen Ergebnissen kamen *Yilmaz et al.* durch Verwendung wurzelförmiger Bioglaskegel. Er untersuchte die Wirksamkeit von Biogläsern in künstlichen und frischen Extraktionsalveolen an 16 Patienten und konnte zeigen, dass die Verwendung wurzelförmiger Bioglaskegel eine wirkungsvolle Prävention des Alveolarfortsatzes nach Zahnextraktion darstellt [66].

Eigene klinische Erfahrungen

An den Kliniken für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitäten Mainz und Regensburg kommen unterschiedliche Materialien zur Alveolarkammprevention zur Anwendung. Schon vor Jahren wurden erfolgreich Hydroxylapatit-Granula (HA) zum Auffüllen von Extraktionsalveolen verwendet, die wie in Abbildung 4 auch nach 13 Jahren noch eine gute Struktur des Alveolarfortsatzes mit sehr guten Weich- und Hartgewebsverhältnissen zeigen. Auch nach 13 Jahren sind die Granula jedoch radiologisch nachweisbar.

Die klinischen Ergebnisse zeigen, dass die physiologische Struktur des Alveolarfortsatzes und der fixierten Gingiva durch eine Stabilisierung der Alveole in cresto-basaler (s. Abb 4) und oro-vestibulärer Ausdehnung (s. Abb. 5) durch das Einbringen unterschiedlicher Materialien weitgehend erhalten werden kann (s. Abb. 6).

Im Folgenden ist die Versorgung bei Verlust der vestibulären Alveolenwand und Längsfraktur eines stiftversorgten Zahnes 13 mittels eines Alveolenstabilisators (Cerasorb-Formteil, Curasan AG, 63801 Kleinostheim, Germany) aus β -TCP dargestellt.

Auch in komplexen Fällen mit Verlust der gesamten vestibulären Kompakta im Schneidezahnbereich (Regio 21) scheint nach sechs Monaten eine fast vollständige knöcherne Erhaltung des Alveolarfortsatzes gelungen (s. Abb. 7). In diesem Fall erscheint die alveolenstabilisierte Regio 21 in orovestibulärer Ausdehnung breiter als die Region der sofortimplantierten Frialit-2-Implante. Die Breite des Alveolarkammes kann somit in der Regio 21 nur auf das Formteil zurückzuführen sein. Es scheint auch röntgenologisch eine sehr gute Integration des β -TCP-Kegels stattzufinden, wenn auch über die Langzeitprognose des Regenerats zurzeit noch keine Aussagen getroffen werden können. Mit den Alveolenstabilisatoren aus Knochenersatzmaterialien lässt sich bei Verlust der vestibulären Alveolenwand eine sehr gute Stabilisierung der Hart- und Weichgewebe erreichen.

Eine weitere Indikation zum Auffüllen von Extraktionsalveolen kann eine bedingt verzögerte Implantation

im Bereich der Oberkieferfront bei apikaler Beherdung sein. In solchen Fällen kann nach atraumatischer Extraktion und Debridement eine Kollagenauffüllung der Alveole mit Kollagenkegeln (z.B. TissueCone, Resorba GmbH & Co KG, Nürnberg, Germany) vorgenommen werden. Im Anschluss daran werden die Alveolen mit einem freien Bindegewebs-Schleimhaut-Transplantat (Stanzbiopsie) vom Gaumen verschlossen. Der Kollagenkegel stützt in diesen Fällen das Transplantat und man erreicht einen zusätzlichen Gewinn fixierter Gingiva bis zur geplanten Implantation. Die verzögerte Implantation sollte spätestens nach sechs Wochen erfolgen, da das Kollagen, wie bereits oben erwähnt, auf Dauer keine ausreichende Volumenstabilität aufweist.

Durch die Kombination von Alveolenfüllung und Schleimhautpatch wird ein sofortiger Wundverschluss mit primärer Wundheilung erreicht. Durch den Schleimhautpatch erfolgt ein deutlicher Gewinn fixierter Gingiva und damit verbunden eine Stabilisierung der (Hart-) Weichgewebe.

Ausblick

Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Literatur geben Anlass für eine optimistische Einschätzung der Zukunft der Erhaltung des alveolären Knochens und der Weichgewebe durch Alveolenstabilisierung mittels unterschiedlicher Granulate oder Formteile. Die Prävention der post extractio-nem und v. a. der posttraumatisch auftretenden Alveolarkammatrophie ist daher als Möglichkeit zur Verbesserung des Knochen- und Weichgewebsangebots mit vorhersagbaren Ergebnissen anzusehen. Trotz der klinisch positiv stim-

menden Ergebnisse ist es bisher unklar, nach welcher Zeit die vollständige Resorption der intraalveolär applizierten Materialien abgelaufen ist und wie die unterschiedlichen Regenerate als Implantatlager zu beurteilen sind.

Der Prävention der Alveolarkammatrophy wird, aufgrund der positiven Erfahrungen, in Zukunft sicher eine starke Bedeutung als erste vorbereitende prothetische Maßnahme zukommen, da die Überlebensraten von Implantaten in präventiv erhaltenen Alveolen denen von ortständigen Knochen entspricht [22].

Weitere klinische Studien müssen zur Bestätigung der Effektivität der unterschiedlichen Verfahren und der noch ungeklärten Fragen mit histologischer Aufarbeitung von entsprechenden humanen Proben folgen.

Literatur

- Ackermann KL, Kirsch A, Beschmidt S-M: Maßnahmen zur Verbesserung der perimplantären Weichgewebsästhetik. München, Wien, Baltimore, Urban & Fischer 2004
- Allard RH, Lekkas C, Swart JG: Autologous versus homologous bone grafting in osteotomies, secondary cleft repairs and ridge augmentations: a clinical study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;64:269
- Artzi Z, Tal H, Dayan D: Porous bovine bone mineral in healing of human extraction sockets. Part 1: histomorphometric evaluations at 9 months. *J Periodontol* 2000;71:1015
- Ashman A: Ridge preservation – the future practice of dentistry. *Dent Econ* 1995;85:80
- Ashman A, Lopinto J: Placement of implants into ridges grafted with biopant HTR synthetic bone: histological long-term case history reports. *J Oral Implantol* 2000;26:276
- Atwood A: Reduction of residual ridges: A major oral disease entity. *J Prosthet. Dent* 1971;26:266
- Becker W, Becker BE, McGuire MK: Localized ridge augmentation using absorbable pins and e-PTFE barrier membranes: a new surgical technique. Case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:48
- Becker W, Dahlin C, Becker BE, Lekholm U, van Steenberghe D, Higuchi K, Kultije C: The use of e-PTFE barrier membranes for bone promotion around titanium implants placed into extraction sockets: a prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:31
- Becker W, Hujuel P, Becker BE: Effect of barrier membranes and autologous bone grafts on ridge width preservation around implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002;4:143
- Becker W, Schenk R, Higuchi K, Lekholm U, Becker BE: Variations in bone regeneration adjacent to implants augmented with barrier membranes alone or with demineralized freeze-dried bone or autologous grafts: a study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:143
- Brugnami F, Then PR, Moroi H, Kabani S, Leone CW: GBR in human extraction sockets and ridge defects prior to implant placement: clinical results and histologic evidence of osteoblastic and osteoclastic activities in DFDBA. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:259
- Buser D, Bragger U, Lang NP, Nyman S: Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:22
- Buskin R, Castellon P, Hochstedler JL: Orthodontic extrusion and orthodontic extraction in preprosthetic treatment using implant therapy. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000;12:213
- Carrick JL: Post-trauma replacement of maxillary central incisors utilizing implants: a case report. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1995;7:79
- Cavalheiro J, Branco R, Vasconcelos M, Oliveira A, Afonso A, Sousa H: Prevention of alveolar bone resorption with the use of hydroxyapatite granules. *Stoma (Lisb)* 1991;2:7
- Christensen GJ: Ridge preservation: why not? *J Am Dent Assoc* 1996;127:669
- Cobb CM, Eick JD, Barker BF, Mosby EL, Hiatt WR: Restoration of mandibular continuity defects using combinations of hydroxylapatite and autogenous bone: microscopic observations. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:268
- De Wijs FL, Van Dongen RC, De Lange GL, De Putter C: Front tooth replacement with Tübingen (Frialit) implants. *J Oral Rehabil* 1994;21:11
- Denissen HW, de Groot K: Immediate dental root implants from synthetic dense calcium hydroxylapatite. *J Prosthet Dent* 1979;42:551
- Denissen HW, Kalk W: Preventive implantations. *Int Dent J* 1991;41:17
- Eick JD, Bear L, Cobb CM, Mosby EL, Hiatt WR: Mechanical behavior of mandibular continuity defects reconstructed using combinations of hydroxylapatite and autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:823
- Fiorellini JP, Nevins ML: Localized ridge augmentation/preservation. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:321
- Frame JW, Brady CL, Browne RM: Augmentation of the edentulous mandible using bone and hydroxyapatite: a comparative study in dogs. *Int J Oral Surg* 1981;10:88-
- 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
- Garver DG, Fenster RK: Vital root retention in humans: a final report. *J Prosthet Dent* 1980;43:368
- Haemmerle C: Aspekte des Weich- und Hartgewebemanagements. In: *Osteology*. Lucerne, 22. bis 24. April 2004
- Hirai S: Evaluation of hydroxyapatite ceramics implants in the fresh extraction sockets for the alveolar ridge preservation. *Nippon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi* 1988;32:920
- Hoen MM, Strittmatter EJ, LaBounty GL, Keller DL, Nespeca JA: Preserving the maxillary anterior alveolar ridge contour using hydroxylapatite. *J Am Dent Assoc* 1989;118:739
- Howell TH, Fiorellini J, Jones A, Alder M, Nummikoski P, Lazaro M, Lilly L, Cochran D: A feasibility study evaluating rhBMP-2/absorbable collagen sponge device for local alveolar ridge preservation or augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17:124
- Iglhaut G: Die Atrophie des Alveolarknochens nach Zahnextraktionen verhindern. *DZW* 2001;11:28-33
- Krekeler G, Wächter R: Hydroxylapatit zur Stabilisierung von Implantaten – ein geeigneter Werkstoff? *Z Zahnärztl Implantol* 1992;8:17
- Lam RV, Poon, KY: Acrylic resin root implants: a preliminary report. *J Prosthet Dent* 1968;19:506
- Langer B, Calagna L: The subepithelial connective tissue graft. *J Prosthet Dent* 1980;44:363
- Lazzara RJ: Immediate implant placement into extraction sites: surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:332
- Mercier P: Ridge form in preprosthetic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;60:235
- Murray VK: Anterior ridge preservation and augmentation using a synthetic osseous replacement graft. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19:69
- Nemcovsky CE, Serfaty V: Alveolar ridge preservation following extraction of maxillary anterior teeth. Report on 23 consecutive cases. *J Periodontol* 1996;67:390
- Neugebauer J, Kübler AC: Aktueller Stand der Knochenersatzmaterialien. *Dent Implantol* 2003;7:491
- Nevins M: Treatment of the atrophic mandibular ridge. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:765
- Nevins M: Knochenkammerhaltung nach Zahnextraktion als Vorbereitung für die Implantation. In: *Osteology*. Lucerne, 22. bis 24. April 2004
- Nowzari H, Slots J: Microbiologic and clinical study of polytetrafluoroethylene membranes for guided bone regeneration around implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:67
- Oikarinen KS, Sandor GK, Kainulainen VT, Salonen-Kemppi M: Augmentation of the narrow traumatized anterior alveolar ridge to facilitate dental implant placement. *Dent Traumatol* 2003;19:19
- Olin PS, Ettl RG, Schaffer EM: Improved pontic/tissue relationships using porous coralline hydroxyapatite block. *J Prosthet Dent* 1991;66:234
- Osburn RC: Preservation of the alveolar ridge: a simplified technique for retaining teeth beneath removable appliances. *J Indiana State Dent Assoc* 1974;53:8
- Pinholt EM, Bang G, Haanaes HR: Alveolar ridge augmentation in rats by Bio-Oss. *Scand J Dent Res* 1991;99:154
- Quinn JH, Kent JN: Alveolar ridge maintenance with solid nonporous hydroxylapatite root implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:511
- Rosenquist B, Ahmed M: The immediate replacement of teeth by dental implants using homologous bone membranes to seal the sockets: clinical and radiographic findings. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:572
- Sailer HF, Weber FE: Bone substitutes, *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000;1:384.
- Sandor GK, Kainulainen VT, Queiroz JO, Carmichael RP, Oikarinen KS: Preservation of ridge dimensions following grafting with coral granules of 48 post-traumatic and post-extraction dento-alveolar defects. *Dent Traumatol* 2003;19:221
- Schug J, Nideröst B, Schmidlin P: Prävention der Alveolarkammatrophy nach Zahnextraktion durch Wurzelreplikas. *DZW* 2002;47:14
- Schulte W, Kleineikenscheidt H, Schareyka R, Heimke G: Concept and testing of the Tübingen immediate implant. *Dtsch Zahnärztl Z* 1978;33:319
- Schwartz-Arad D, Gulayev N, Chausu G: Immediate versus non-immediate implantation for full-arch fixed reconstruction following extraction of all residual teeth: a retrospective comparative study. *J Periodontol* 2000; 71:923
- Seibert J, Nyman S: Localized ridge augmentation in dogs: a pilot study using membranes and hydroxyapatite. *J Periodontol* 1990;61:157
- Seibert JS, Cohen DW: Periodontal considerations in preparation for fixed and removable prosthodontics. *Dent Clin North Am* 1987;31:529
- Seibert JS, Salama H: Alveolar ridge preservation and reconstruction. *Periodontol* 2000 1996;11:69
- Serino G, Biancu S, Iezzi G, Piattelli A: Ridge preservation following tooth extraction using a polylactide and polyglycolide sponge as space filler: a clinical and histological study in humans. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:651
- Simion M, Trisi P, Piattelli A: Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:496

58. Streckbein RG: Prüfung hochporöser CAP-Keramik zur Wundabdeckung als Koagulumstabilisator nach Zahnextraktion im Tierexperiment. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1981;91:173
59. Studer S, Zellweger U, Scharer P: The aesthetic guidelines of the mucogingival complex for fixed prosthodontics. Pract Periodontics Aesthet Dent 1996;8:333
60. Tal H: Autogenous masticatory mucosal grafts in extraction socket seal procedures: a comparison between sockets grafted with demineralized freeze-dried bone and deproteinized bovine bone mineral. Clin Oral Implants Res 1999;10:289
61. Tal H, Oelgiesser D, Moses O: Preimplant guided bone regeneration in the anterior maxilla. Int J Periodontics Restorative Dent 1997;17:436
62. Terheyden H: Verwendung von Knochensatzmaterialien in der chirurgischen Zahnheilkunde. Stellungnahme der DGZMK V1.0, Stand: 9/00, DZZ 2000;55
63. Tipton PA: Esthetic restoration of the traumatized and surgically reconstructed anterior maxilla. J Esthet Restor Dent 2002;14:267
64. Wagner W: Vergleich verschiedener Calciumphosphatkeramiken-ihre Wertigkeit innerhalb der übrigen Biomaterialien und ihre Möglichkeiten und Grenzen in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, S. 1. Fachbereich Medizin der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, 1987.
65. Wagner W, Wahlmann UW, Janicke S: Morphometrical comparison of bone reaction to tricalcium phosphate, hydroxyapatite and Ceravital. Dtsch Zahnärztl Z 1988;43:108
66. Yilmaz S, Efeoglu E, Kilic AR: Alveolar ridge reconstruction and/or preservation using root form bioglass cones. J Clin Periodontol 1998;25:832
67. Yukna RA, Castellon P, Saenz-Nasr AM, Owens K, Simmons J, Thunthy KH, Mayer ET: Evaluation of hard tissue replacement composite graft material as a ridge preservation/augmentation material in conjunction with immediate hydroxyapatite-coated dental implants. J Periodontol 2003;74:679
68. Zitzmann NU, Scharer P, Marinello CP: Factors influencing the success of GBR. Smoking, timing of implant placement, implant location, bone quality and provisional restoration. J Clin Periodontol 1999;26:673
69. Zuccati G, Bocchieri A: Implant site development by orthodontic extrusion of teeth with poor prognosis. J Clin Orthod 2003;37:307

Korrespondenzadresse

Dr. Dr. Rainer S.R. Buch
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
(Direktor: Univ. Prof. Dr. Dr. T. E. Reichert)
Universitätsklinik Regensburg
Franz-Josef-Strauss-Allee 11
D-93053 Regensburg
Tel.: 0941/944-6301
Fax: 0941/944-6302
E-Mail: rainer.buch@klinik.uni-regensburg.de