

NanoBone®

Knochenaufbau in neuer Dimension

Gute Gründe
für NanoBone®:

- extrem schnelle Knochenbildung
- vollständiges Remodelling
- leistungsstark durch Nanostruktur
- synthetisch und sicher



artoss

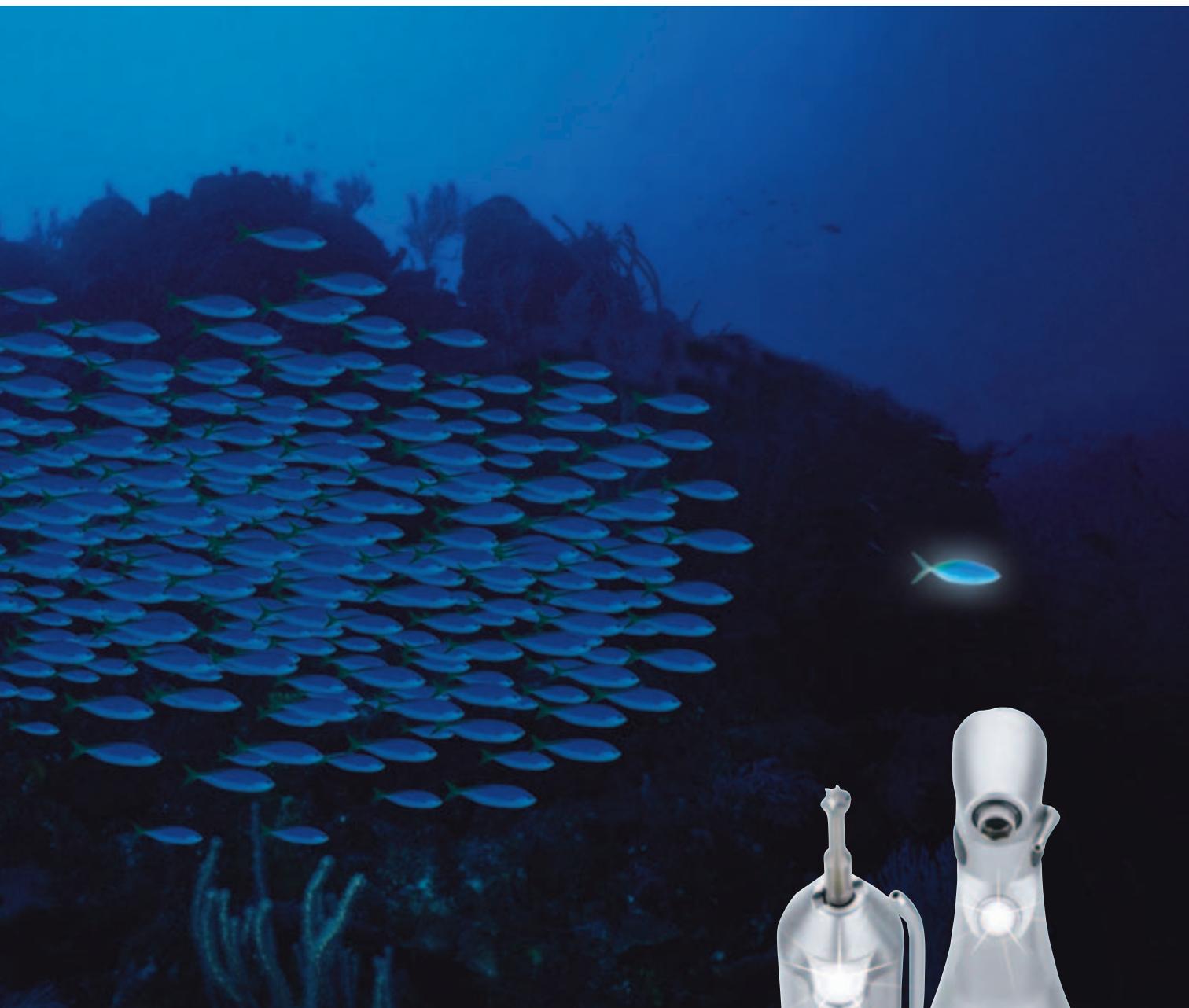
nanobone.de

Knochenregeneration

artoss

Vorsprung durch Innovation.

Chirurgie-Instrumente mit LED und Generator.



Operieren mit Tageslicht-Qualität – und mit autarken Lichtquellen:
Die neuen W&H Chirurgieinstrumente mit LED generieren ihr perfektes,
weißes Licht aus eigenem Antrieb und sind dadurch mit sämtlichen
Motoren mit ISO-Kupplung kompatibel. Grund dafür ist der integrierte
Generator, der die LEDs des SI-11 LED G und WI-75 LED G mit Energie
speist. Bei einer Lichtstärke von bis zu 31.000 Lux werden Sie staunen,
was Sie alles sehen. So einfach kann Innovation sein.

Fragen Sie Ihr Dentaldepot oder
W&H Deutschland, t 08682/8967-0 oder unter wh.com



Moderne Knochenregeneration

Materialien zur Knochenregeneration in der zahnärztlichen Chirurgie sind in der täglichen Praxis nicht mehr wegzudenken. Jedes zweite bis dritte Implantat bedarf heute eines Knochenaufbaus. Die Mindestanforderung an das klassische Knochenersatzmaterial ist die Leitschienenfunktion. Die Knochenheilung hängt dabei stark von der osteogenen und angiogenen Aktivität des angrenzenden Gewebes ab. Welches sind aber neben der Osteokonduktivität wichtige Anforderungen an ein modernes Knochenaufbaumaterial?

Schnell muss es gehen und stabiles Volumen muss es erhalten. Denn Zeit ist Geld und von beidem ist häufig nicht genug da. Ach ja, und schön muss es aussehen. Besonders schön am besten! Und was ist eigentlich mit der Nachhaltigkeit? Tue ich mir und vielleicht auch anderen etwas Gutes? Auch wenn Sie jetzt schmunzeln, erkennen Sie Ihre Patienten vielleicht wieder. Worauf kommt es denn tatsächlich bei der Knochenregeneration an? Das ideale Knochenaufbaumaterial sollte doch einfach etwas anregen, was ständig in unserem Körper passiert. Bis zu zehn Prozent unseres Knochens werden jedes Jahr durch den na-

türlichen Prozess des Remodellings erneuert. Der Körper reagiert dadurch auf funktionelle Reize, optimiert die Knochenmasse und wirkt eventuellen Ermüdungserscheinungen entgegen. Das Knochenersatzmaterial sollte diesen Prozess nutzen. Während des natürlichen Remodellings sollte es allerdings nur in dem Maße resorbiert werden, in dem neuer autogener Knochen entsteht, um das Volumen zu erhalten.

Biologisierung heißt der Trend, der zum Beispiel in der Implantatmedizin das Zusammenspiel von Implantat und bioaktivem Medizinprodukt beschreibt.

Produkte, die optimal an die menschliche Physiologie angepasst sind, sind gefragt und vor allem auch durch den Patienten gefordert. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, greift man in der Forschung zum Beispiel auf das große Potenzial der Regenerations- und Nanotechnologien zurück. Dabei gilt es, Funktionalität, Verträglichkeit und Langzeitstabilität zu gewährleisten und ethische Ansichten der Patienten zu berücksichtigen. Derzeit zeigt sich hier ein Trend zu synthetischen Knochenersatz- bzw. -aufbaumaterialien.



Dr. Walter Gerike,
Geschäftsführer
der ARTOSS GmbH

Durch die stetig wachsende Anwendung der Implantologie in der modernen Zahnmedizin sind die Möglichkeiten des Knochenaufbaus (Augmentation) in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie ein wichtiges Thema geworden. Ist nicht genügend Knochensubstanz (horizontal und vertikal) vorhanden, damit ein enossales Implantat gesetzt werden kann, muss der Knochen so aufgebaut werden, dass er die Kriterien für eine prognostisch günstige Implantation erfüllt.

Möglichkeiten und Grenzen des Knochenaufbaus

Autoren: Univ.-Prof. Dr. Rolf Ewers, Susanne Gintenreiter, Else Spassova-Tzekova, Doris Moser

In der präprothetischen Chirurgie steht Augmentation für die Wiederherstellung von verlorener Knochensubstanz und Verbesserung des Knochenlagers. Ein idealer Aufbau fehlender Knochensubstanz gewährleistet, dass nicht nur das verlorene Volumen wieder aufgefüllt, sondern auch die, mit dem Knochenverlust, verlorene Stützfunktion wiederhergestellt wird. Hierbei sollte es sich um eine Regeneration und nicht um eine Reparatur handeln, die die Rekonstruktion von Substanz, Form und Funktion ermöglicht. Der Knochen ist ein sehr dynamisches System, das seine Struktur durch die Balance verschiedener Einflüsse behält, welches man „Remodelling“ nennt.¹ Einerseits resorbieren die Osteoklasten den alten Knochen, während die Osteoblasten die neue Knochenmatrix bilden.² Bei einem idealen Knochenaufbau sollten Resorptionen (Abbau-) und Knochenneubildungs-

prozesse mit ähnlicher Geschwindigkeit ablaufen, sodass es zu keinem Augmentationsvolumenverlust kommt.

Augmentationsmethoden

Die einzelnen Knochen aufbauenden Methoden können nach der Art der Vaskularisation in fünf Klassen unterteilt werden:³

- I vaskularisierter Knochen entweder gefäßgestielt (pedicled) oder mikroreanastomosiert
- II distrahierter Knochen (vaskularisiert)
- III gefäßgestielter Knochen mit zwischenlagertem Transplantatmaterial „Inlay“ (nicht vaskularisiert)
- IVa autogener aufgelagerter Knochen „Onlay“ (nicht vaskularisiert)
- IVb aufgelagerte Fremdmaterialien „Allograft“ (nicht vaskularisiert)

Ist es möglich, Knochen mit seinen zu- und abführenden Gefäßen oder einen durch Mikroanastomosen revaskularisierten Knochen zu transplantieren (Klasse I), beobachtet man nahezu keine Resorption, da eine kontinuierliche Durchblutung gewährleistet ist. Während der sogenannten Kallusdistraction (Klasse II) ist der kontinuierlich gedehnte Kallus, der dann zur Osteoneogenese führt, immer durchblutet. Es entsteht eine fast komplette Knochenregeneration in genau dem Ausmaß, wie der Kallus gedehnt wurde. Man beobachtet deshalb auch bei diesem neu gebildeten Knochen nur eine geringe Resorption, vorausgesetzt es findet eine genügend lange Stabilisierungsphase statt, in der der Knochen nicht wieder komprimiert wird. Unter Inlay (Klasse III) versteht man eine Sandwich-Technik, bei der ein Knochen so osteotomiert wird, dass ein Teil des periostgestielten Knochens so bewegt und stabilisiert wird, damit die Möglichkeit gegeben ist, Transplantatmaterial dazwischen zu lagern. In diesem Fall beobachtet man wesentlich weniger Resorption als bei aufgelagerten (Onlay) Knochen-Transplantaten (Klasse IVa), bei denen ein Volumenverlust bis zu 50 % auftreten kann.^{4,5} Als Klasse IVb bezeichnet man die Auflage von Fremdmaterialien (Allografts). Je nach Spezifik und Größe des Defektes erfolgt die Auswahl der augmentativen Technik. Dabei kann die horizontale, vertikale und transversale Dimension des Knochens verändert werden. Kleine räumlich begrenzte Defekte

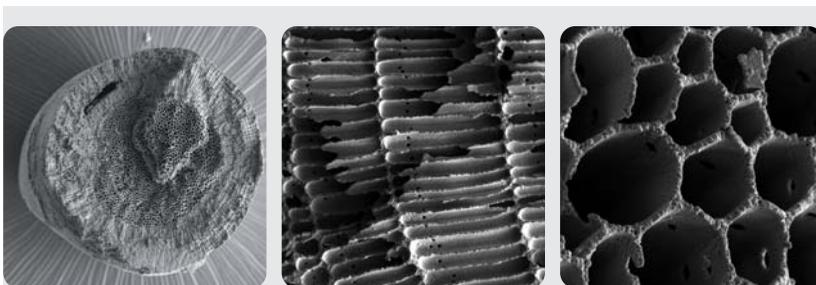


Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von gebrochenen phylogenen Hydroxylapatitgranulae. a) Querschnitt eines Granulums (95-fache Vergrößerung), b) Längsschnitt (330-fache Vergrößerung), c) Querschnitt: 1.800-fache Vergrößerung. Man erkennt laterale und apikale Perforationen in den Wänden, die die interkonnektierende Porosität dieses Materials gewährleisten.

(z. B. Extraktionsalveolen, kleine Zysten oder Parodontaltaschen) können mittels gesteuerter Geweberegeneration (guided bone regeneration – GBR) wieder aufgebaut werden. Solange noch genügend seitliche Wände vorhanden sind, kann mithilfe einer Folie/Membran und Auffüllung des Defektes mit einem Knochenaufbaumaterial das gewünschte Ziel (z. B. die Alveolarkammerhaltung) erreicht werden. Größere Defekte beziehungsweise ausgeprägte Knochenatrophien im Ober- und Unterkiefer werden je nach Knochenangebot und Knochenqualität durch verschiedene Verfahren behandelt (Knochenspaltung, Pedicled Sandwich Plasty [PSP], Hufeisen Le Fort I Osteotomie, Sinuslift), wobei Knochentransplantate, Kollektorknochen (bone chips) und Allografts kombiniert werden können. Dadurch lassen sich selbst bei zahnlosem Ober- bzw. Unterkiefer funktionell und optisch zufriedenstellende Ergebnisse erzielen. Die Methode der Knochendehnung (Graduelle Distraktions Osteoneogenese – GDO) hat in den letzten Jahren auch eine sehr große Verbrei-

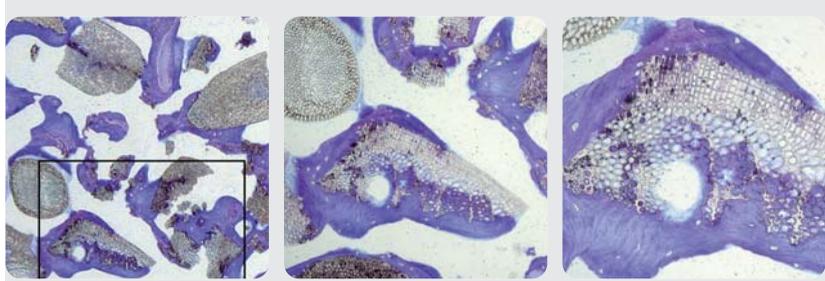


Abb. 2: a) Hartgewebeschliff nach 7-monatiger Einheilzeit in 2-facher Vergrößerung; b) und c) Ausschnitte aus a) 4-fache- bzw. 20-fache Vergrößerung. Die meisten Biomaterialpartikel sind von neu gebildetem Knochen in verschiedenen Reifestadien umgeben. Auch das Innere vieler Poren ist mit neu gebildetem Knochen gefüllt. Der Abbau des phylogenen Hydroxylapatitmaterials erfolgt entweder enzymatisch oder durch Osteoklastenaktivität.

tung gefunden.⁶ Im Kieferbereich wird zwischen einer vertikalen und einer horizontalen Distraktions-Osteoneogenese unterschieden. Als Nachteil dieser Methode muss man die Perforation des Distraktors durch die Schleimhaut nennen, verbunden mit dem Diskomfort des Patienten, den Distraktor über Monate im Mund tragen zu müssen. Als weiterer Nachteil ist die mögliche Dislokation des zu transportierenden Knochensegmentes und die recht große Rezidivrate zu nennen.

Augmentationsmaterialien

Augmentationsmaterialien lassen sich gemäß ihrer Herkunft in autogen, allogenen, xenogen und alloplastisch einteilen.

Autogene Knochentransplantate (aus patienteneigenem Knochen) werden heute noch immer als „Goldstandard“ bezeichnet, da sie lebende Osteoblasten und knocheninduktive Substanzen enthalten. Sie werden vor allem aus dem Becken oder dem Unterkiefer ent-

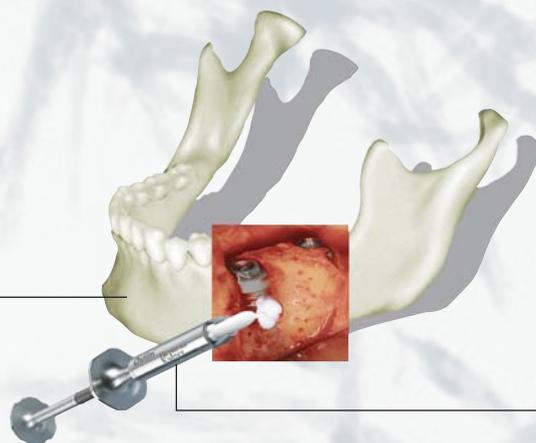
ANZEIGE

Heraeus

Ostim® Nanokristallines Knochenersatzmaterial

Sie suchen ein sicheres und synthetisches Knochenersatzmaterial, z. B. bei

Wurzelspitzenresektion
Zystektomie
Alveolardefekt
Parodontitis
Augmentation



Wir haben Ostim, das resorbierbare Knochenersatzmaterial.

Ready to use
Sicher, da biokompatibel
Volumenstabil

Ostim – die nanokristalline Struktur ermöglicht eine frühe Vaskularisierung und schnelle Knochenneubildung. Die Applikation von Ostim erfolgt direkt aus der Fertigspritze à 1 ml bzw. 2 ml oder aus der wirtschaftlichen Single Dosage à 0,2 ml.

Aktuelle Studienergebnisse zu Ostim, z. B. bei Periimplantitis, können Sie über unsere Hotline anfordern:

Telefon 0800-43 72 33 68 (FreeCall)



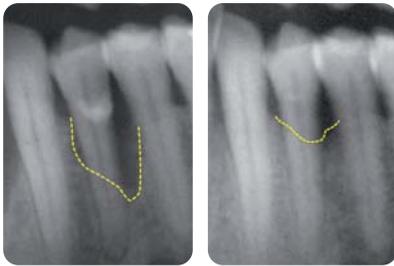


Abb. 3a: Parodontale Taschen vor der Auffüllung mit Aligipore®. – **Abb. 3b:** Sechs Monate nach Auffüllung mit Aligipore®.

nommen. Üblicherweise wird Spongiosa verwendet, da sie eine größere induktive Potenz als Kortikalis hat und schneller umgebaut, dafür aber auch schneller resorbiert wird.⁴ Die Nachteile von autogenen Transplantaten sind, dass das Transplantatmaterial in einem



Abb. 4: Intraoperative Situation zwei Wochen nach Zahnextraktion und nach Alveolenauffüllung mit Aligipore®.

zusätzlichen Operationsvorgang gewonnen werden muss und das verfügbare Knochenangebot begrenzt ist. Darüber hinaus beobachtet man oft eine ausgeprägte Resorption des transplantierten Knochens, wodurch es zu einem unerwünschten Volumenverlust kommt. Allogene Transplantate sind entweder tiefgefrorene ($\geq -80^\circ$) oder gefriergetrocknete Knochen vom Menschen (andere Individuen), sogenannte Bankknochen. Hier besteht die Gefahr der Übertragung von Infektionskrankheiten. Aufgrund der sehr guten Transplantateigenschaften haben allogene Transplantate bei lebensnotwendigen Operationen trotz der Übertragungsgefahr von Infektionskrankheiten eine weite Verbreitung gefunden.

Xenogene Transplantate entstammen einer anderen Spezies, sind also artfremder Herkunft, wie z. B. Knochen vom Rind. Hierdurch besteht immer die Gefahr einer Infektionsübertragung.

Alloplastische Knochenersatzmaterialien (Allografts) werden künstlich hergestellt und nach ihrer Herkunft in biologische und syn-

thetische Materialien eingeteilt. Durch die künstliche Herstellung besteht bei diesen Materialien nicht die Gefahr der Infektübertragung. Zu ihren großen Vorteilen zählen ihre Gewebeverträglichkeit, Immunokompatibilität und Osteokundktivität (Knochenleitstruktur) sowie die Verfügbarkeit.

Alloplastische Materialien

Der Knochenaufbau mit alloplastischen Materialien ist heute internationaler klinischer Standard. Am häufigsten zum Einsatz kommen Kalziumphosphat-Biokeramiken in Form von Hydroxylapatit und Trikalziumphosphat. Diese Materialien füllen den Defekt auf, bieten dem sich neu bildenden Knochen eine Leitstruktur und werden danach mehr oder



Abb. 5: Nach Extraktion und Auffüllen mit Aligipore®.

weniger vollständig in eigenen Knochen umgewandelt. Die Resorption eines Knochenaufbaumaterials ist etwa im Hinblick auf die sogenannte Osseointegration von Implantaten besonders wichtig. Wird das augmentierte Material nicht resorbiert, bleibt es fortwährend als Fremdkörper erhalten und an den Kontaktstellen mit dem Implantat entsteht kein neuer Knochen, um das Implantat zu osseointegrieren.⁷ Das kann in Folge zu einer höheren Implantatverlustrate führen.

Seit einigen Jahren gibt es Versuche, mittels Tissue Engineering „Ersatzgewebe“ aus einem biokompatiblen Träger in Verbindung mit gezüchteten patienteneigenen Periostzellen

im Labor herzustellen und zur Defektfüllung einzusetzen. Doch bisher bietet ein derartig aufwendig hergestelltes, kostenintensives Zell/Matrix-Produkt nur die Möglichkeit, kleine Defekte zu behandeln und hat im Vergleich zu anderen Knochenaufbaumaterialien keine definitiven Vorteile. Ein Produkt aus einem Kollagenträger und gentechnisch hergestelltem rh-BMP-2 zeigt zwar osteoinduktive Eigenschaften, dafür aber weist dieses Komposit keine mechanische Stabilität auf. In Studien hat sich herausgestellt, dass es bei einem Knochenaufbau mit diesem knocheninduktiven Material nicht möglich ist, Implantate früher zu setzen als bei einer Augmentation mit „nur“ osteokundktiven Materialien. Außerdem sind die Aus- und Nebenwirkungen der Protein-Dosierung noch zu ermitteln.

Grenzen bei den Therapien

Der Knochenaufbau in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie bietet heute eine Vielzahl an effektiven Therapielösungen, jedoch sind diese Möglichkeiten bei vorliegenden Krankheiten, einem unzureichenden Knochenlager oder bei sehr umfangreichen Defekten auch begrenzt. Ein grundsätzliches Problem der Knochenaugmentation ist die Vaskularisation. Nicht ausreichend gefäßversorgte Transplantate führen zum Absterben von Knochenzellen und in Folge zu einer beschleunigten Resorption, da nicht alle Gewebeteile mit lebenswichtigen Stoffen versorgt werden können. Limitierend beim Einsatz von Eigenknochen ist dessen begrenzte Verfügbarkeit und es besteht darüber hinaus auch die Gefahr eines zu raschen Abbaus, womit der Erfolg der Augmentation gefährdet werden kann. Größere Defekte können jedoch auch nicht ausschließlich mit alloplastischen Granulaten augmentiert werden, da diese keine ausreichende mechanische Stabilität aufweisen. Bei der Verwendung stabiler fester alloplastischer Formkörper (Blöcke) erfolgt meist nur ein geringer biologischer Abbau, das heißt,

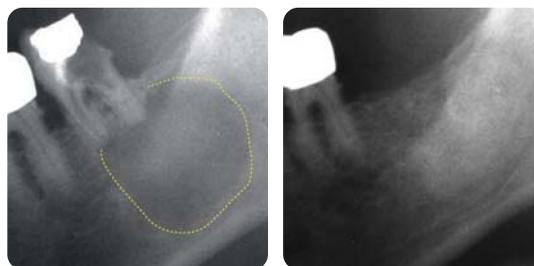


Abb. 6a: Panoramaschichtaufnahme eines nicht erhaltungswürdigen Zahnes im linken Unterkiefer mit großer Zyste. – **Abb. 6b:** Panoramaschichtaufnahme nach 20 Monaten mit kompletter Verknöcherung des Defektes und Erhalt des Alveolarkammes.

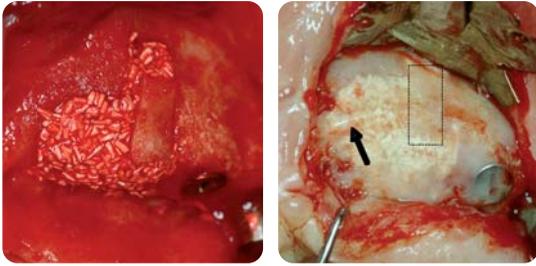


Abb. 7a: Augmentation mit einem kleinen monokortikalen Transplantat aus dem Tuberknochen und Algipore®. – **Abb. 7b:** Aufgefüllter Defekt mit neu gebildetem Knochen und durchschimmerndem osseointegrierten, aber noch nicht komplett resorbierten Algipore® nach sechs Monaten. Der Hohlraum unter Titanfalte hat sich mit neu gebildetem Knochen aufgefüllt (s. Pfeil).

dass diese Implantate praktisch für immer als Fremdkörper im Organismus bleiben. Im Falle einer sekundären Infektion ist eine Therapie sehr aufwendig/schwer, was oftmals zu einer notwendigen Entfernung des Knochenersatzmaterials führt. Aus den heutigen Grenzen der Einsatzmöglichkeiten ergeben sich die Anforderungen an zukünftige, weiter optimierte Knochenaufbaumaterialien. Die Ziele sind: einerseits so früh wie möglich ein stabiles Implantatlager ohne Augmentationsvolumenverlust zu erhalten, andererseits große Defekte wie z. B. ganze Kieferteile mit resorbierbaren Formkörpern zu ersetzen.

Resorbierbare Materialien

Es ist weitgehend anerkannt, dass die Resorption von Knochensubstituten hauptsächlich durch deren physiko-chemische und strukturell-morphologische Charakteristika bestimmt wird.⁹ In diesem Zusammenhang spielt die Porosität, speziell die Porengröße und Porenverteilung in Kombination mit der Porengeometrie, eine bedeutende Rolle. Die meisten kommerziell erhältlichen Präparate auf Hydroxylapatit-Basis sind rein synthetisch oder tierischen Ursprungs. Diese Hydroxylapatit-Produkte entsprechen chemisch dem natürlichen Knochen, sind aber praktisch „nicht resorbierbar“. Im Gegensatz dazu hat sich das phykogene (aus Algen gewonnene) Hydroxylapatitgranulat (bekannt unter den Markennamen Algipore® bzw. SIC nature graft), das einzige Knochenaufbaumaterial pflanzlichen Ursprungs, als vollständig resorbierbar erwiesen. Als Rohmaterial werden bestimmte Rotalgenarten verwendet, die ein mineralisches interkonnektierend mikroporöses Stützgewebe besitzen. Diese besondere hoch entwickelte poröse Struktur der Alge bleibt im Endprodukterhalten, dient dem neu gebildeten Knochen als Leitschiene und unterstützt die Knochenregeneration (Abb. 1). Das phykogene (Algen) Hydroxylapatit-Pro-

dukt ist seit über zwanzig Jahren im klinischen Einsatz, und hat sich im Rahmen von zahlreichen klinischen Studien als ein exzellentes Augmentationsmaterial erwiesen.^{9–14} Aus histologischen Studien geht hervor, dass das Apatit-Material einer hauptsächlich zellulär bedingten sukzessiven Ersatzresorption unterliegt, wobei das Produkt vollständig abgebaut und durch neu gebildeten Knochen ersetzt wird. Wenige Monate nach Augmentation werden die Apatitgranula in junges, neu gebildetes vaskularisiertes Knochengewebe inkorporiert. Die spezielle Porenstruktur ermöglicht das Einwandern von Knochenzellen in das Innere der Biomaterialpartikel, was zu einer Knochenneubildung im Inneren der Poren führt (Abb. 2).



Abb. 8: Komplett integriertes und zu neu gebildetem Knochen umgewandeltes Algipore®. Augmentat nach Entfernung einer nicht resorbierbaren e-PTFE Membran sechs Monate nach Sinuslift und Sinusaufbau.

Langfristige klinische Beobachtungen zeigen, dass die komplette Resorptionszeit des phykogenen Apatites etwa zwei bis fünf Jahre beträgt.¹¹ Die kontinuierliche Degradation des anorganischen Knochenaufbaumaterials und die parallel dazu ablaufende Osteoneogenese (Knochenneubildung) sichert damit die gewünschte Volumenkonstanz im Augmentationsbereich.¹⁵ Derartig durchgehend poröse osteokonduktive Strukturen sind durch ihre Stabilität (Platzhalterfunktion) auch als Träger für knocheninduktive Substanzen sehr interessant, da die fehlende Stabilität der derzeit bekannten knocheninduktiven Marktpro-

dukte ein noch zu lösendes Problem darstellt.¹⁶

Retrospektive klinische Langzeitfallstudien über einen Beobachtungszeitraum von 12–14 Jahren ergaben bei aufgebauten Sinuslifts eine Implantat-Überlebensrate von 95,6 %¹⁰ und nach Beckenkammtransplantationen (Horse-shoe-Le Fort I Osteotomie) mit Einsatz des phykogenen Apatits zur Stabilisierung des autologen Transplantats, eine Implantat-Überlebensrate von 91,1 %.^{17,18}

Indikationen

Die wichtigsten Indikationen für den phykogenen Hydroxylapatit in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie umfassen: das Auffüllen von parodontalen Knochentaschen (Abb. 3), von Extraktionsalveolen („Socketfill“; Abb. 4 und 5), von zystischen Defekten (Abb. 6) sowie Knochendefekten (im Kiefer und Gesichtsschädel), Augmentation großer Kieferdefekte (Abb. 7a und 7b) und „Sinuslift“ (Anheben der Kieferhöhlenschleimhaut; Abb. 8). Das Knochenaufbaumaterial kann indikationsspezifisch entweder allein oder in Kombination mit autologem (Kollektor-)Knochen sowie platelet rich plasma (PRP) eingesetzt werden, um die Knochenneubildung zu fördern. Der augmentierte Bereich sollte immer je nach Notwendigkeit mit einer resorbierbaren bzw. nicht resorbierbaren Membran abgedeckt werden. ◀

Eine Literaturliste ist in der Redaktion unter zwp-redaktion@oemus-media.de erhältlich.

kontakt

Prof. DDr. Rolf Ewers
Vorstand der Universitätsklinik
für Mund-, Kiefer- und
Gesichtschirurgie der
Medizinuniversität Wien
Währinger Gürtel 18–20
1090 Wien, Österreich
Tel.: +43-1/4 04 00-42 52
E-Mail:
rolf.ewers@meduniwien.ac.at
oder rolf@cmf-vienna.com

Mit herkömmlichen und modernen histologischen Methoden ist es möglich, Einheilungsvorgänge von Knochenersatzmaterialien in Biopsien aus augmentierten Regionen zu untersuchen. Histologische Studien an einem neuen, synthetischen nanokristallinen Material (NanoBone®) konnten zeigen, dass dabei osteokonduktive und wahrscheinlich auch osteoinduktive Phänomene beobachtet werden können. Zudem wird das Material schon früh in die körpereigenen Umbauprozesse des Knochens integriert.

Einheilung von Knochenersatzmaterialien

Autor: Prof. Dr. med. Werner Götz

Die Einheilung eines Knochenersatzmaterials im Rahmen einer implantologischen Behandlung hängt von zahlreichen prognostischen Faktoren ab. Diese Faktoren lassen sich zu drei Gruppen zusammenfassen:^{35,37}

- Beschaffenheit des Knochenlagers des Patienten: Dazu zählen Aspekte wie Knochenquantität und -qualität und das osteogene Potenzial, die alle wiederum von vielen zahlreichen klinischen und biologischen Aspekten, wie z.B. der Versorgung mit Blutgefäßen, beeinflusst werden.
- Systemische Faktoren vonseiten des Patienten, wie z.B. Alter oder Allgemeinerkrankungen, lokale Erkrankungen im orofazialen Bereich, aber auch das Vorliegen verschiedener Lifestylefaktoren wie Ernährung oder Rauchen.
- Behandlungsfaktoren: Dazu gehören die Art und Technik der Augmentation, die Art des Knochenersatzmaterials, mögliche Vermischungen z.B. mit PRP, die Verwendung von Membranen und natürlich die implantologische Versorgung im augmentierten Bereich.

Unter diesen Faktoren spielt die Art des eingesetzten Knochenersatzmaterials, also ob es auto-, allo-, xenogener oder alloplastischer Natur ist, eine sehr große Rolle. Zusammensetzung und Struktur des Materials wirken sich nämlich auf seine Fähigkeit zur Integration und Einheilung in das Knochenlager und damit auf Ausmaß und Qualität der

erwünschten Knochenneubildung aus. Es ist deswegen sinnvoll, dass auch in der klinischen Praxis Kenntnisse über das biologische Verhalten von Knochenersatzmaterialien vorhanden sind, wenn es um die Auswahl eines geeigneten Produktes und die Einschätzung seines Erfolgs geht.²⁷

Klinische Anforderungen

Die Anforderungen an ein optimales Knochenersatzmaterial in Praxis und Klinik sind hoch. Hinter den meisten dieser Anforderungen verbirgt sich ein biologischer Zusammenhang:^{23,30}

Keine Nebenwirkungen

Hinter der Forderung nach Nebenwirkungsfreiheit steckt die Frage nach der Biokompatibilität, d.h. nach der biologischen Verträglichkeit eines Materials.

Knochenbildung

Ein modernes Knochenersatzmaterial sollte bioaktiv und damit in der Lage sein, einen funktionell belastbaren Knochen zu bilden. Wie eine solche Osteogenese im ortsständigen Knochenlager abläuft, ist während der Einheilungsphase klinisch nicht zu erkennen. Man weiß aber, dass prinzipiell zwei Arten

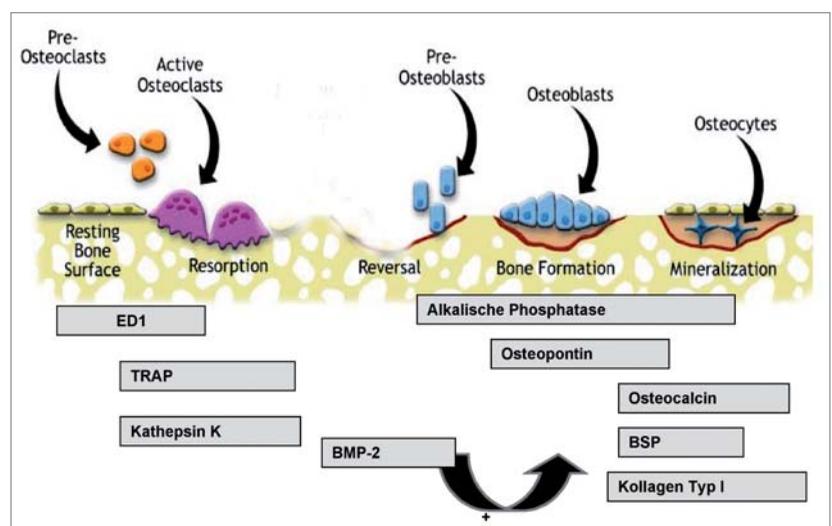


Abb. 1: Einige Faktoren des Knochenabbaus („Resorption“, linke Bildhälfte) und der Knochenbildung („Bone Formation, Mineralization“, rechte Bildhälfte), die in der vorliegenden Studie nachgewiesen wurden.

RESORBA® DENTAL

RESODONT®

Resorbierbare Kollagenmembran zur gesteuerten Geweberegeneration (GBR, GTR)

GENTA-COLL *resorb*® MKG

Kollagenschwamm/-kegel mit Antibiotikumschutz für die kieferchirurgische Anwendung

PARASORB® Dentalkegel

Kollagenkegel zur Verminderung der Kieferkamatrophie (socket preservation)

PARASORB®

Sterile Wundauflage/-einlage aus Kollagen für die kieferchirurgische Anwendung, lokales Hämostyptikum

PARASORB® HD

Sterile Wundauflage/-einlage aus höher konzentriertem Kollagen für die kieferchirurgische Anwendung, lokales Hämostyptikum

RESORBA® Chirurgisches Nahtmaterial

Resorbierbares und nicht resorbierbares Nahtmaterial für die Oralchirurgie

Resorba Wundversorgung GmbH + Co. KG
Am Flachmoor 16
D-90475 Nürnberg / Germany

Tel.: +49 (0) 91 28 - 91 15 - 0
Fax : +49 (0) 91 28 - 91 15 - 91
E-Mail: infomail@resorba.com
www.resorba.com

CE 1275

 **RESORBA®**
REPARIEREN UND REGENERIEREN

der Knochenneubildung möglich sind.^{3,24,34} Bei der Knochenbildung über Osteokonduktion dient das Material nur als Platzhalter. Es erfüllt einen Leitschieneffekt, indem es das Einwachsen von Blutgefäßen (Angiogenese) sowie von Bindegewebe und Knochenvorläuferzellen vom Defektrand her erleichtert. Dies sind Vorbedingungen für eine Anlagerung eines sich von außen neu bildenden Knochens um oder in den Strukturen des Knochenersatzmaterials im Sinne eines appositionellen oder interstitiellen Wachstums. Gleichzeitig sollte das Knochenersatzmaterial durch Resorption, z.B. durch Osteoklasten oder durch chemische Degradierung, abgebaut werden. Dieser sogenannte „schleichende Ersatz“ („creeping substitution“) ist vor allem von der Qualität des Knochenlagers, d.h. seiner Vitalität, Durchblutung und seinem Zellreichtum, sowie vom Porositätsgrad des Ersatzmaterials abhängig. Die Poren sollten so beschaffen sein, dass Gefäße und Zellen eindringen können. Eine Knochenbildung in Form der sogenannten Osteoinduktion verlangt vom Knochenersatzmaterial, dass es eine ortsständige Osteogenese auslöst oder stimuliert.²² Diese Art der Knochenbildung in situ ist nicht abhängig vom umgebenden Knochenlager



Abb. 2: Einsatz von NanoBone® bei Sinuslift (46-jährige Patientin; mit freundlicher Genehmigung von Dr. Glaser, Wermelskirchen).

oder den Defekträndern, sondern von der Anwesenheit undifferenzierter Stammzellen, die sich unter Einfluss des Materials zu Knochenvorläuferzellen und schließlich knochenbildenden Osteoblasten umwandeln sollen. Diese Zellen können entweder aus einem Knochentransplantat, dem Hämatom oder dem Wundsekret am Ort der Augmentation oder aber aus der Zirkulation

stammen, oder sie werden auf kurze Distanz angezogen und wandern aufgrund von Chemotaxis ein. Um ein Ersatzmaterial als osteoinduktiv bezeichnen zu können, müssen darüber hinaus bestimmte biologische Bedingungen erfüllt sein, die schon vor fast einem halben Jahrhundert in der experimentellen Knochenforschung postuliert wurden.²² Zum einen muss es im Tierversuch

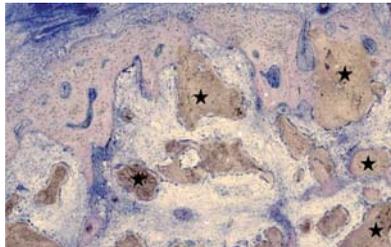


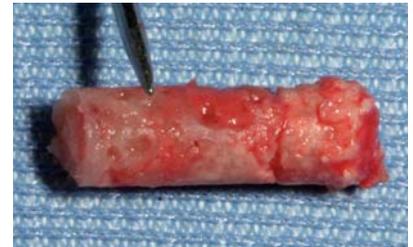
Abb. 3: Ektope Knochenbildung im Subkutangewebe eines Minischweins vier Monate nach Implantation von NanoBone®, „Sternchen“ = NanoBone®-Reste; Knochendünn-schliff, Toluidinblau-Färbung. – **Abb. 4:** Bohrkern nach Bohrung vor Implantatinser-tion vier Monate nach Augmentation (Pat. wie in Abb. 2; mit freundlicher Genehmigung durch Dr. Glaser, Wermelskirchen).

in der Lage sein, eine ektope oder heterotopische Knochenbildung zu induzieren, d.h. also an Stellen, an denen physiologischerweise kein Knochen gebildet wird, z.B. subkutan oder im Skelettmuskel. Als weiteres Kriterium gilt, dass osteogene Faktoren, die heute als Bone Morphogenetic Proteins (BMPs) bekannt sind, abgegeben werden.^{4,5,7,29} Man geht davon aus, dass eine solche Abgabe nur von biologischen Materialien, also z.B. auto- oder allogenen Knochen-transplantaten geleistet werden kann, die physiologischerweise BMPs enthalten können. Die Frage, ob ein osteoinduktiv wirkendes Knochenersatzmaterial klinische Vorteile mit sich bringt, kann unter bestimmten Bedingungen als mit ja beantwortet werden, nämlich dann, wenn große Defekte oder ein sogenanntes „ersatzschwaches“ Knochenlager mit schlechter Qualität vorliegen. Da einem osteoinduktiv wirkenden Material keine adjuvanten osteogenen Faktoren beigemischt werden zu brauchen, könnten zudem auch Kosten gespart werden.

Resorption und Umbau

Weiterhin wird nach einer Augmentation bis zur erhofften Knochenregeneration eine Primärstabilität erwartet, gleichzeitig aber auch eine angepasste und kontrollierte Resorption.² Dies sollte mit einer Substitution des Materials durch neugebildeten Knochen bei intaktem Volumen verbunden sein. Auf bio-

logischer Ebene bedeutet dies, dass Knochenumbau ablaufen muss, also sogenanntes Remodelling, d.h. eine Kopplung von Osteogenese und Knochenabbau. Resorbiert werden soll natürlich zuerst das Ersatzmaterial, das seine „Dienstetun“ hat. Unter dem Begriff Remodelling fällt auch der spätere Umbau des bereits im Augmentat entstandenen neuen Knochens.



Biologische Eigenschaften

Die Angaben zu den biologischen Eigenschaften der einzelnen Knochenersatzmaterialien sind in der Literatur und nach den Herstellerangaben unterschiedlich. Auch die Meinungen unter den Anwendern divergieren oft stark. Dabei werden synthetische Materialien oft schlechter beurteilt. Eine Osteokonduktivität wird zwar allen Arten der Knochenersatzstoffe zugesprochen, Osteoinduktivität nur den autogenen Knochen-transplantaten, manchmal auch noch den allogenen. Die Meinung, dass alloplastische, also synthetische Materialien keine induktiven Wirkungen besäßen, ist weit verbreitet.³⁶ Auch ihre Resorptions- und Remodellierungsfähigkeiten werden im Vergleich zu auto- und allogenen Stoffen gelegentlich schlechter beurteilt. Die Vorteile der synthetischen Ersatzmaterialien werden stattdessen oft an ihrer unbegrenzten Verfügbarkeit, dem fehlenden Infektions- und Abstoßungsrisiko oder ihrer geringen postoperativen Morbidität festgemacht.^{21,36,37} In der Zahnmedizin ist jedoch kaum bekannt, dass es seit Jahrzehnten immer wieder Untersuchungen und Studien an synthetischen Materialien ganz unterschiedlicher Art gegeben hat, für die intrinsische osteoinduktive Eigenschaften beschrieben wurden. Zu den untersuchten Stoffen zählen vor allem die Biokeramiken auf der Basis der Kalziumphosphate, wie

Hydroxylapatite oder β -Trikalziumphosphate. Die Implantation dieser Materialien führte in den meisten Tierversuchen zu einer ektopen Knochenbildung, wobei auch eine Aktivierung oder Hochregulation von BMPs beobachtet werden konnte. Genauere histologische und zellbiologische Untersuchungen ergaben, dass dabei osteogene Vorläuferzellen aktiviert und endogene Proteine

Untersuchungen sind heute fast schon Standard und Bestandteil vieler Veröffentlichungen zum klinischen Einsatz von Knochenersatzmaterialien. Die dabei angewandten histologischen Methoden wie die Knochen dünnschlifftechnik oder die üblichen Färbungen an entkalkten Präparaten sind jedoch von ihrer Aussagekraft beschränkt, erlauben sie doch nur eine deskriptive Beurtei-

oder gerade ablaufende biologische Vorgänge möglich sind. In der Literatur finden sich bisher nur wenige Studien, in denen mit immunhistochemischen Methoden die Einheilung von Augmentationsmaterial untersucht wurde.^{32,39}

In nunmehr seit zwei Jahren laufenden Studien werden immunhistochemische Untersuchungsmethoden angewandt, um das Verhalten eines neuartigen nanokristallinen Knochenersatzmaterials (NanoBone®) während der Einheilung nach Augmentation bei Patienten vor implantologischer Versorgung zu erforschen. Die Auswahl der immunhistochemisch nachzuweisenden Faktoren erfolgte so, dass damit alle möglichen biologischen Vorgänge, die bei der Einheilung zu beobachten sein könnten, charakterisiert werden (Abb. 1). Bestimmte Marker, wie z.B. runx2 oder Alkalische Phosphatase, erlauben die Identifizierung von Knochenvorläuferzellen,¹⁶ Knochenmatrixproteine, wie z.B. Kollagen Typ I oder Osteokalzin, eine Beurteilung der Bildung und Entwicklung der Knochensubstanz.^{25,38} Faktoren wie z.B. TRAP oder Kathepsine die Identifizierung von Osteoklasten. Weiterhin wurden für die Osteogenese wichtige Wachstumsfaktoren wie BMPs oder VEGF nachgewiesen. Auch die Angiogenese oder mögliche entzündliche Vorgänge können beurteilt werden.¹¹

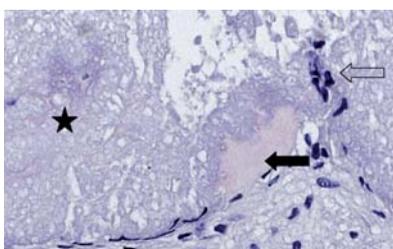
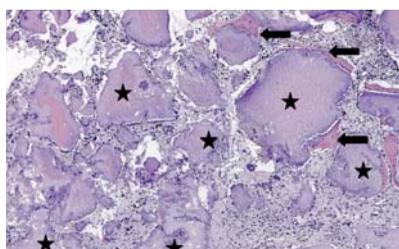


Abb. 5: Region mit noch kaum abgebauten NanoBone®-Granula (Sternchen) in einem lockeren Bindegewebe, vereinzelt frühe Knochenneubildung an der Peripherie der Granula (Pfeile); 61 Jahre, Kammaugmentation, fünf Monate Einheilzeit; H.E.-Färbung. – **Abb. 6:** In ein NanoBone®-Granulum (Sternchen) eindringende Zellen (offener Pfeil), frühe Knochenneubildung (Pfeil), gleiche Biopsie wie in Abb. 5; H.E.-Färbung.

und Wachstumsfaktoren an die Materialien gebunden werden, die als Initiatoren für eine beginnende Osteogenese eine Rolle spielen. Entscheidend für diese Vorgänge war das Vorhandensein von Makro- als auch Mikroporositäten.^{13,14,30}

Histologische Untersuchungen

Neue synthetische Knochenersatzmaterialien werden laufend entwickelt und auf den Markt gebracht. Zwar sind sie in der Zellkultur und im Tierversuch getestet, der Nachweis zu erwartender biologischer Vorgänge im Rahmen der Einheilung im Patienten ist dagegen schwierig. Eine Möglichkeit dazu bietet die feingewebliche Beurteilung von Biopsien, die man aus augmentierten Bereichen z.B. als Bohrkern, bei einem Zweiteingriff gewinnen kann. Solche histologischen

lungen des Zustands der Materialeinheilung und damit nur indirekt Rückschlüsse auf die dabei ablaufenden biologischen Phänomene. Zu diesem Zweck bieten sich neuere Untersuchungsmethoden an, wie z.B. die Immunhistochemie, ein Verfahren, das in der biomedizinischen Forschung schon seit Jahrzehnten etabliert ist. Damit lassen sich auf histologischen Schnitten mithilfe spezifischer Antikörper Stoffe nachweisen und lokalisieren. Manche dieser Stoffe gelten als Marker bestimmter Zellen oder Zellpopulationen, andere findet man extrazellulär als typische Komponenten z.B. der Knochenmatrix. Immunhistochemische Verfahren bieten also die Möglichkeit, Faktoren zu identifizieren, die an zellulären und molekularen Phänomenen beteiligt sind, sodass in Zusammenschau mit anderen histologischen Befunden Rückschlüsse auf abgelaufene

Nanokristallines Material

Das Knochenersatzmaterial NanoBone® (Fa. ARTOSS, Rostock) besteht aus synthetischem Hydroxylapatit (HA), das in eine poröse Matrix aus Kieselgel (Siliziumdioxid, SiO₂) eingebettet ist. Die Herstellung erfolgt nicht im Sinterverfahren wie bei anderen Knochenersatzmaterialien, sondern in einem sog. Sol-Gel-Verfahren bei Temperaturen bis 700 °C

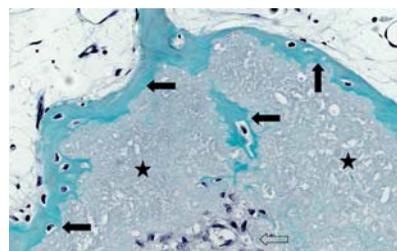
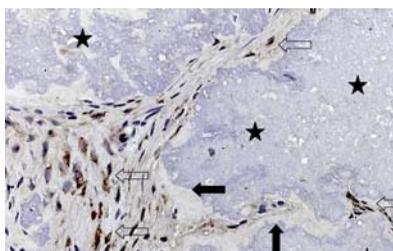
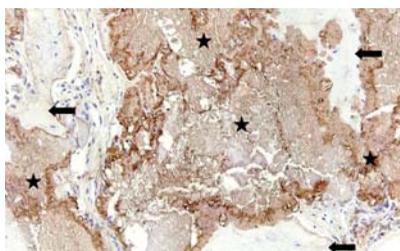


Abb. 7: NanoBone®-Granula (Sternchen): Braunfärbung zeigt die Anwesenheit von Osteopontin, einem Knochenmatrixprotein, an; Pfeile: neugebildeter Knochen; 72 Jahre, Kammaugmentation, drei Monate Einheilzeit; immunhistochemische Färbung. – **Abb. 8:** Osteoblastenvorläuferzellen (Braunfärbung, offene Pfeile) an der Peripherie von sowie in NanoBone®-Granula (Sternchen) eindringend, schwarze Pfeile: Knochenneubildung; 62 Jahre, Kammaugmentation, sechs Monate Einheilzeit; immunhistochemische Färbung. – **Abb. 9:** Ablagerung von Osteoid (unverkalkter Knochen, schwarze Pfeile) an der Peripherie und im Inneren eines NanoBone®-Granulums (Sternchen), offener Pfeil: eingedrungene Zellen und Gefäße, 67 Jahre, Sinuslift, sechs Monate Einheilzeit; Trichrom-Färbung.

und weiteren Trocknungsprozessen. Durch diese Prozeduren entsteht ein hochporöses Granulat mit Poren vom Nanometer- bis Mikrometerbereich, das nach Anmischung mit Patientenblut verwendet wird.^{6,8,10} Neuerdings steht das Material auch in Blockform zur Verfügung. Die bisherigen Anwendungen im orofazialen Bereich umfassen verschiedene Indikationen bei Augmentationen und Defektauffüllungen aller Art einschließ-

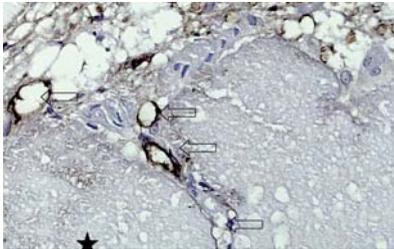


Abb. 10: Immunhistochemische Anfärbung von Blutgefäßen (Braunfärbung, offene Pfeile) an und in einem NanoBone®-Granulum (Sternchen); 66 J., Sinuslift, sechs Monate Einheilzeit; Färbung gegen von-Willebrand-Faktor.

lich des Sinuslifts (Abb. 2), parodontale Defekte oder bei Periimplantitis.²³ Auch in der Orthopädie, Neurochirurgie und HNO-Chirurgie findet das Material neuerdings Verwendung.²⁸ Verschiedene tierexperimentelle Studien nach Auffüllung von sogenannten „critical size“-Defekten beim Minischwein und humanhistologische und histomorphometrische Studien hatten bereits gezeigt, dass das Material eine schnelle Einheilung unter knöchernem Umbau zeigt,

im Empfängerlager resorbiert und in den körpereigenen Knochenumbau integriert wird.^{6,9,17–20,26,31} Bereits nach drei Monaten war ein solides Lager für eine primärstabile Implantatinsertion geschaffen.²⁶ Die experimentelle Implantation in Unterhautfettgewebe und Muskulatur des Schweins führte zu ektopter Knochenbildung (Abb. 3), ein starker Hinweis auf mögliche osteoinduktive Eigenschaften.¹² Im Rahmen einer retrospektiven humanhistologischen Studie, bei der Biopsien aus der Praxis eines der Autoren (F.H.) sowie bundesweit aus weiteren Praxen und Kliniken untersucht werden, konnten erste Ergebnisse an Bohrkernen (Abb. 4) von zwölf Patienten veröffentlicht werden.¹¹ Sie stammen aus mit NanoBone® augmentierten Bereichen vor allem bei Kammaugmentationen und Sinuslift. Untersuchungen an über 50 weiteren Biopsien sind im Gange.

Einblicke in die Einheilung

Aufgrund der histologischen Befunde lässt sich folgender Einheilvorgang beobachten:¹¹ Die als Granula in den Defekt eingebrachten NanoBone®-Partikel durchlaufen einen Transformationsprozess, bei dem sich um und innerhalb der Partikel neuer Knochen bildet. Gleichzeitig kommt es zur Auflösung des Knochenersatzmaterials. In einem ersten Schritt der Einheilung liegen die noch nicht degradierten Granula in einem lockeren, gefäßreichen und zellreichen Bindegewebe (Abb. 5, 13). Aus ihm heraus wandern

Zellen in die Granula ein, teilweise über bindegewebige Ausläufer und Blutgefäße (Abb. 6, 8), ein Vorgang, der typisch für osteokonduktive Materialien ist. Die Porosität von NanoBone® spiegelt sich in der granulären, porösen Matrix der Granula wider (Abb. 5, 6, 9, 10, 12, 13). Wie biophysikalische und Tierversuche ergaben, wird das SiO schon früh aus dem Verbund des Materials gelöst. Nach diesem sogenannten „Matrixwechsel“ wirkt das zurückgebliebene HA wie ein Schwamm und „saugt“ dank seiner Nanoporosität Proteine aus der Umgebung, wahrscheinlich aus dem Knochenlager oder aus dem Serum, das bei der Einbringung freigesetzt oder mit der Blutbeimengung hineingelangte, auf. Dies konnte durch die immunhistochemischen Untersuchungen gezeigt werden (Abb. 7) und ist durch frühere elektronenmikroskopische und biophysikalische Studien belegt.⁹ Es bildet sich eine proteinreiche, organische Matrix am HA, die in ihrer Zusammensetzung wahrscheinlich der physiologischen organischen Knochenmatrix entspricht.⁶

Diese Matrix fördert das weitere Einwachsen von Bindegewebe und die Einwanderung von Zellen. Speziell wird sie auch die Anlockung und Differenzierung von Knochenvorläuferzellen fördern. Tatsächlich konnten in der Studie mithilfe der Antikörpertechnik solche Vorläufer identifiziert werden. Vorstadien von Osteoblasten und junge Osteoblasten bevölkern die Regionen zwischen dem Material und dringen in die Granula ein (Abb. 8). Die Osteoblasten beginnen an der Peripherie und im Inneren der NanoBone®-Granula mit der Bildung einer frühen unverkalkten Knochenmatrix, dem sog. Osteoid, das diese bald schalenförmig umhüllt und in das Innere hineinwächst (Abb. 6–9, 13). Diese frühe Osteogenese findet also nicht nur vom Rand her statt, wie dies für autogene Transplantate oder andere Knochenersatzmateri-

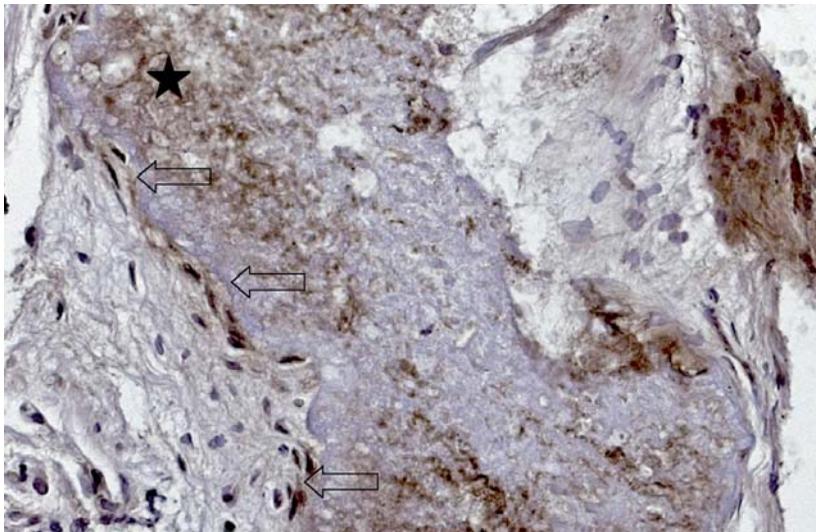
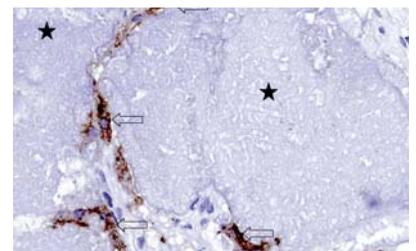


Abb. 11: Nachweis von BMP-2 (Braunfärbung) in der Matrix eines NanoBone®-Granulums (Sternchen) sowie in Osteoblasten (offene Pfeile); 55 J., Sinuslift, sechs Monate Einheilzeit; immunhistochemische Färbung. – **Abb. 12:** Markierung von Osteoklasten (Braunfärbung, offene Pfeile) an NanoBone®-Granula (Sternchen); Biopsie wie in Abb. 5 und 6; immunhistochemische Färbung gegen ED1.



alien beschrieben ist, sondern zwischen und in den Granula des Materials. Die typischen Komponenten des Osteoids, wie z.B. Kollagen Typ I, das wichtigste Knochenkollagen, können nachgewiesen werden. Auffällig ist in dieser Phase auch die dichte Vaskularisation im Augmentatlager und das Einwachsen von Blutgefäßen bis in die Granula hinein, was immunhistochemisch zum ersten Mal für ein Knochenersatzmaterial im orofazialen Bereich gezeigt wurde (Abb. 10). In Tierversuchen konnte inzwischen die angiogene Potenz von NanoBone® bestätigt werden.¹ Während dieser initialen Phase der Knochenbildung kommt es auch zu einem verstärkten Nachweis von BMP-2 (Abb. 11), einem der wichtigsten BMPs, das die Knochenbildung fördert. Insbesondere rekrutiert es osteogene Stammzellen und induziert Faktoren, die eine Differenzierung zu Osteoblasten fördern.^{4, 5, 7, 29} Das Knochenersatzmaterial scheint BMPs zu absorbieren bzw. am Ort seine Sekretion durch Zellen zu fördern. Damit scheinen wichtige Bedingungen für eine Osteoinduktivität erfüllt zu sein: Anlockung von Knochenstammzellen und Bereitstellung von BMPs.

Während der frühen Knochenbildung laufen aber auch schon Abbauvorgänge an: Mithilfe der Immunfärbungen wurden Osteoklasten bzw. deren Vorläufer lokalisiert, die wahrscheinlich ebenfalls angezogen durch die organische HA-Matrix, in Richtung der Granula wandern und dort Resorption durchführen (Abb. 12). Es konnte somit gezeigt werden,

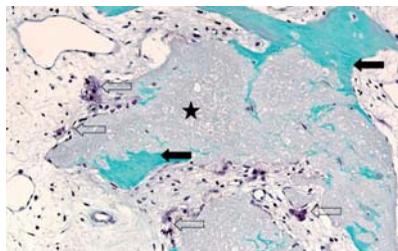


Abb. 13: Abbau von NanoBone® durch Osteoklasten (offene Pfeile), parallel Knochenneubildung (schwarze Pfeile); 78 Jahre, Sinuslift, sieben Monate Einheilzeit; Trichrom-Färbung.

dass NanoBone® spezifisch durch Osteoklasten abgebaut wird, im Gegensatz zu anderen Knochenersatzmaterialien, wie z.B. xenogenen Produkten, bei denen es widersprüchliche Befunde zur Resorption durch solche Zellen gibt.¹⁵ Die Histologie zeigte auch, dass man auf und in den NanoBone®-

Granula abgegrenzte Areale nachweisen kann: Zonen der Knochenneubildung und Ablagerung von Knochensubstanz (Apposition) sowie Zonen der Resorption (Abb. 13). Es hat den Anschein, dass somit NanoBone® als „körpereigene Struktur“ oder körpereigener Knochen erkannt wird und in die physiologischen Prozesse von An- und Abbau einbezogen wird, eine Integration in körpereigene Vorgänge im Sinne einer „Biomimetik“. Ent-

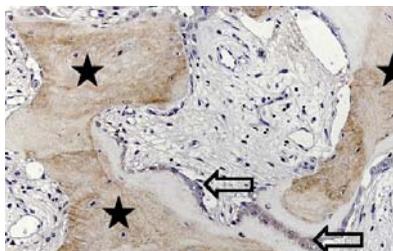


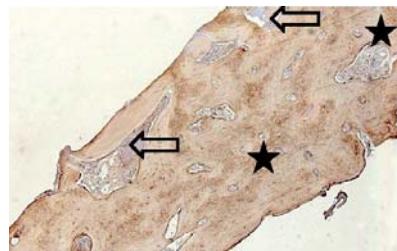
Abb. 14: (a) Nachweis von Osteocalcin (Braunfärbung) in der Matrix neugebildeten spongiösen Knochens (Sternchen) nach NanoBone®-Implantation, offene Pfeile: Osteoblasten; 24 Jahre, Sinuslift, elf Monate Einheilzeit; immunhistochemische Färbung; (b) Nachweis von Kollagen Typ I (Braunfärbung, Sternchen) in neugebildetem kompaktem Knochen, Pfeile: NanoBone®-Reste; 63 Jahre, Alveolenauffüllung; immunhistochemische Färbung.

zündliche Veränderungen wurden in allen bisher untersuchten Proben nicht gefunden. Aufgrund der beschriebenen biologischen Vorgänge kann man NanoBone® eher als Knochenaufbaumaterial denn als Ersatzmaterial bezeichnen.

Im Laufe der weiteren Knochenbildung kommt es dann zur Mineralisation des Osteoids. Wie bei allen Osteogenesevorgängen nach Einbringen von Knochenersatzmaterialien entsteht zuerst ein Geflecht- oder Faserknochen, der von seiner biomechanischen Belastung her noch minderwertig ist. Aber auch dieser früh gebildete Knochen unterliegt Umbauvorgängen. Er wird schnell remodelliert und in reifen, lamellären Knochen umgewandelt, wahrscheinlich schon ab der vierten Woche nach Augmentation. Aufgrund der immunhistochemischen Untersuchungen gleicht dieser neugebildete Knochen dem originären Knochen, wie er im Kieferbereich zu finden ist (Abb. 14a, b). Bei zeitnaher Implantation kann sich unter funktioneller Belastung der Knochenumbau verstärkt fortsetzen.²⁶ Nur geringe Reste von NanoBone® bleiben als kleine inselartige Residualkörper innerhalb der Knochenmatrix liegen. Im Gegensatz zu anderen, z.B. xenogenen Knochenersatzmaterialien, die eventuell Jahre im Knochenlager verbleiben,³³ erfährt NanoBone® damit einen zügigen Ab-

bau. Untersuchungen des neugebildeten Knochens nach langer Einheilzeit, z.B. nach elf bis zwölf Monaten zeigten sowohl kompakten als auch spongiösen Knochen (Abb. 14a, b).

Weitere Untersuchungen sind im Gange und konzentrieren sich vor allem auf die frühen Phasen der Einheilung von NanoBone® und der Aufklärung der osteoinduktiven Phänomene. ◀



Literatur beim Erstautor.

Für die Bereitstellung von Untersuchungsmaterial für die hier vorgestellten Studien danken wir den Kollegen Dr. Heinze (Berlin), Dr. Hoffmann u. Dr. Puschmann (Jena), Dr. Hotz (Sigmaringen), Prof. Jacob (Göttingen), Dr. Klingler (Bad Salzungen), Dr. Dr. Meier (Bremerhaven), Dr. Scopp (Berlin), Dr. Sontheimer und Dr. Fries (Issing) sowie den Firmen ARTOSS und Dentaurum Implants für die Unterstützung.

kontakt

Prof. Dr. med. Werner Götz
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Welschnonnenstr. 17
53111 Bonn
Tel.: 02 28/2 87-2 21 16
Fax: 02 28/2 87-2 25 88
E-Mail: wgoetz@uni-bonn.de

Die Rehabilitation durch implantatgetragenen Zahnersatz in all seinen Indikationen erfährt eine immer größere Verbreitung, was dazu führt, dass auch immer häufiger in kompromittierten Kieferbereichen Implantate inseriert werden. Ohne ein ausreichendes knöchernes Fundament ist die Osseointegration allerdings gefährdet und es muss vor oder während der Implantation die Rekonstruktion des Alveolarkamms erfolgen. Leider sind die Augmentationstechniken meist komplex im Handling und somit auch fehleranfällig. Allerdings kann der Erfolg gesteigert und die Belastung des Patienten durch die Vereinfachung des Hartgewebsmanagement reduziert werden.

Augmentationstechniken für die Praxis

Autor: Dr. Tobias R. Hahn

Die Regeneration von Knochengewebe basiert auf folgenden Mechanismen (Abb. 1):^{11, 23, 45} Bei der Osteogenese kommt es durch die Verpflanzung von vitalen körpereigenen (autogenen) knochenbildenden Zellen zur Knochenneubildung. Der Prozess, der die Osteogenese auch ohne die Verpflanzung von Osteoblasten induziert, wird Osteoinduktion genannt. Unter dem Einfluss von Knochenmatrixproteinen, den sogenannten bone morphogenetic proteins (BMPs) differenzieren pluripotente mesenchymale Zellen in der näheren Umgebung des Knochendefekts in knochenbildende Zellen.

Unter Osteokonduktion versteht man die Implantation einer porösen Leitstruktur, in die das umgebende Knochengewebe hineinwachsen kann. Um diese langsam ablaufenden Prozesse der Knochenregeneration vor schnell einwachsenden gingivalen Epithel-



Abb. 2: Knochenfilter BoneTrap (Astra) mit aufgesetztem Stempel zur leichten Applikation des gesammelten Knochens. – Abb. 3: Periimplantär aufgelagerte Knochenspäne aus dem BoneTrap.

zellen zu schützen, wird das Wundgebiet mit einer mechanischen Barriere geschützt (guided boneregeneration, GBR). Dadurch kommt es zur gezielten Förderung der Proliferation potenziell regenerativer Zelltypen, wie z. B. Osteoblasten oder Zementoblasten.^{8, 13, 16, 17, 19} Diese Abläufe der Knochenregeneration müssen bei der Beurteilung der Defekte zur Auswahl der geeigneten Augmentationsme-

thode berücksichtigt werden. Grundsätzlich gilt, dass umso mehr Prozesse der Knochenheilung notwendig sind, je weniger Wände ein Defekt besitzt und je größer das zu augmentierende Volumen ist.

Wirkungsmechanismen

Für die knöcherne Regeneration bestehender Defekte werden Materialien unterschiedlichen Ursprungs verwendet (Tabelle 1). Hinsichtlich der Vitalität von verpflanzten Knochenzellen unterscheidet man zwischen Knochentransplantaten und Knochenimplantaten. Knochentransplantate bezeichnen frisch entnommenes, vitales Knochengewebe, Knochenimplantate sind dagegen grundsätzlich devitale Materialien organischen oder synthetischen Ursprungs.

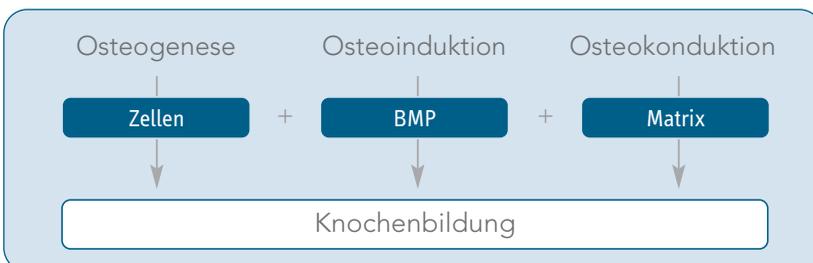


Abb. 1: Die Grundprinzipien der Knochenbildung.

DRUNTER UND DRÜBER

SUB- UND SUPRAGINGIVAL – DIE ORIGINAL METHODE AIR-FLOW
KENNT AB SOFORT KEINE GRENZEN

Zwei Anwendungssysteme in einem, klar getrennt. Auf der einen Seite das Perio-Handstück inklusive Perio-Düse und die Perio Pulverkammer. Auf der anderen Seite das Air-Flow Handstück und die Air-Flow Pulverkammer.

So präsentiert sich der neue Air-Flow Master. Immer perfekt vorbereitet auf sub- und supragingival. Und immer



> Die neuen Air-Flow Pulver für sub- und supragingivale Anwendungen

optimal mit Original Air-Flow Pulver. Und so genial einfach die Anwendungen, so einmalig einfach die Bedienbarkeit – touch'n'flow.

Grenzenlose Prophylaxe mit der ersten subgingival Prophylaxe - Einheit der Welt. Das ist die klare Ansage für die moderne Zahnarztpraxis.



Mehr Information unter
www.ems-swissquality.com



Autogenes Knochentransplantat	Verpflanzung innerhalb desselben Individuums	BoneTrap
Allogenes Knochenimplantat	Verpflanzung zwischen Individuen derselben Spezies	Grafton
Xenogenes Knochenimplantat	Verpflanzung zwischen Individuen verschiedener Spezies	Bio-Oss
Alloplastisches Knochenimplantat	Vollsynthetische Herstellung eines Biomaterials	easy-graft

Tab. 1: Die Begriffe definieren die Beziehung zwischen Spender und Empfänger.^{23,41}

Bei autogenen (autologen) Knochen- transplantaten (Eigenknochen) wird das Gewebe vom gleichen Individuum entnommen. Aufgrund der Verpflanzung vitaler Osteoblasten stellen körpereigene Knochen- transplante auch heute noch den goldenen Standard dar. Der Anteil vitaler Osteoblasten, welche für die Knochenregeneration in erster Linie verantwortlich sind, hängt sowohl von der Entnahmeregion, der Entnahmetechnik, der Lagerung als auch von der Qualität des Empfängergewebes ab. Allogene Implantate stammen von einem anderen Individuum der gleichen Spezies und enthalten keine vitalen Zellen. Im klinischen Alltag handelt es sich meist um humane Knochenimplantate, welche als Knochenpulver oder -späne angeboten werden und aufgrund ihrer Demineralisation die osteoinduktiv wirksamen BMPs abgeben (z. B. Grafton). Humane demineralisierte Knochenimplantate werden in der Regel komplett im Empfängerlager abgebaut und durch induzierten Empfängerknochen ersetzt. Xenogene Knochenimplantate stammen von einer anderen Spezies (z. B. Bio-Oss) und enthalten in der Regel keine organischen Anteile. Hier macht man sich die poröse Grundstruktur des Ausgangsgewebes als osteokonduktive Leitstruktur zunutze. Bei einem alloplastischen Knochenersatzmaterial handelt es sich entweder um vollsynthetisch hergestellte Biomaterialien (z. B. easy-graft) oder um xenogene Gewebarten bzw. Gerüstbausteine, welche einer ausgiebigen physikalischen oder chemischen Bearbeitung unterzogen wurden (z. B. Algipore).^{24,41}

Anwendung in der Praxis

Die autogene Knochen- transplantation ist in ihrer Wertigkeit allen alternativen Verfahren zur Defektfüllung unbestritten überlegen.²⁰

Hierbei werden lebende Knochenzellen und im Knochenmark befindliche mesenchymale Stammzellen übertragen. Für die Gewinnung stehen verschiedene Spenderregionen zur Verfügung (Kieferwinkel, Kinn, Beckenkamm). Das schonendste Verfahren besteht in der Sammlung des Bohrstaubes, der während der Implantation anfällt.⁹ Der große Nachteil der zusätzlichen Belastungen, wie die verlängerte Operationszeit sowie die Schaffung eines weiteren Operationsgebietes mit postoperativen Beschwerden und möglichen Komplikationen an der Entnahmeregion, entfällt durch die Nutzung eines Knochenfilters.^{25,46} Auch bei kurzen Implantaten mit kleinem Durchmesser – wenn wenig Bohrstaub anfällt – zeigt sich der Einmalfilter BoneTrap von Astra Tech als besonders effizient (Abb. 2). Er kann über die beiliegenden Adapter an jede gängige Absauganlage angeschlossen werden. Lediglich einem frühzeitigen Verstopfen sollte man durch ausreichendes Spülen des Filters mit Kühlmedium – zur Verhinderung der Bildung eines Blutkoagulums – vorbeugen. Nach der Entleerung eines vollen Knochenfilters ist dieser weiter zu verwenden. Durch einen Stempel lässt sich der

gesammelte Knochen direkt auf die zu augmentierende Region applizieren (Abb. 3), wodurch ein lästiges Auskratzen des Knochenfilters entfällt. Allerdings ist das hierbei für die Augmentation anfallende Volumen begrenzt und für große einwandige Defekte, bei denen zweizeitig vorgegangen werden muss, ungeeignet. Zur Abdeckung krestaler Dehiszenzen oder apikaler Fenestrationsen eignet sich das Material aus dem Knochenfilter hervorragend. Den Nachteil der partiellen sekundären Resorption autogener Knochen- transplante (Abb. 4) gleicht bei der Verwendung eines Knochenfilters die zeitgleiche Implantation aus, wodurch der funktionelle Stimulus des Implantates die Resorption aufhält. Alternativ kann die sekundäre Resorption neben der Verwendung von Barrieremembranen insbesondere durch Untermischung von nicht resorbierbarem Knochenersatzmaterial (z. B. Bio-Oss) stark reduziert werden (Abb. 5).

Allogene humane Materialien

Als Alternative zur autogenen Knochen- transplantation oder zur zusätzlichen Augmentation von Eigenknochen können allogene humane Knochenimplantate verwendet werden.^{24,36} Humane Knochenimplantate in Pulverform oder als Knochen- späne sind ausnahmslos gefriergetrocknet. Dies führt zu einer Verringerung der Antigenität und macht die Materialien bei Raumtemperatur lagerfähig. Da humane Knochenersatzmaterialien keine vitalen Zellen beinhalten, geht von ihnen keine zelluläre Knochenbildung aus. Die Dekalzifizierung der Knochenmatrix im sauren Milieu bewirkt jedoch eine Freile-



Abb. 4: Partielle sekundäre Resorption nach der viermonatigen Einheilphase eines kortikospongiösen Beckenkammtransplantates durch Remodelling. – Abb. 5: Mischung von autologem Knochen aus dem Knochenfilter mit xenogenem Knochen (Bio-Oss) zur Erhöhung des Volumens und Reduktion der Resorption des Eigenknochens. – Abb. 6: Grafton – ein allogenes Knochenimplantat mit osteoinduktiven Eigenschaften.

Präzisions- Implantate

Made in Germany



- 0,7 mm maschinierter Hals
- Zervikale Makro Grooves verhindern Knochenabbau
- Bewährte gestrahlte geätzte Oberfläche
- Optimale Primärstabilität durch hohen Knochenkontakt
- Faires Preis-Leistungs-Verhältnis

Immer eine Idee besser

**IMProv™ –
Der eugenolfreie Zement
auf Acryl-Urethanbasis.**

- Voraussagbares Ergebnis
- Einfaches und sicheres Handling
- Zeitersparnis



Dentegris
DEUTSCHLAND GMBH
DENTAL IMPLANT SYSTEM

Dentegris Deutschland GmbH

Tel.: +49 211 302040-0

Fax: +49 211 302040-20

www.dentegris.de



Abb. 7: Erhöhung der osteoinduktiven Potenz eines Augmentationsgemisches aus Eigenknochen und Knochenersatzmaterial durch Hinzufügen von Grafton.

gung von BMPs in wirksamen Mengen. Diese BMPs lösen nach der Implantation von demineralisiertem humanen Knochen durch ihre lokale Diffusion in das Empfängerlager eine chemische Anlockung und Differenzierung pluripotenter mesenchymaler Zellen (Osteoinduktion) aus. Grafton ist ein demineralisiertes osteoinduktiv wirksames Knochenimplantat, dessen Gehalt an Kalziumphosphat unter 5 % Vol. beträgt und zur Erhöhung der Standfestigkeit mit Glycerol versetzt wird (Abb. 6). Das allogene Knochenersatzmaterial wird vollständig resorbiert und induziert die Bildung von neuem patienteneigenen Knochen, dessen biomechanische Stabilität mit der von autologem Knochen vergleichbar ist.¹² Grafton ist besonders als Putty (knetbare, kittähnliche Masse) sehr einfach zu verarbeiten und findet beim Sinuslift sowie bei periimplantären Augmentationen Verwendung. Es steigert vor allem dann die osteoinduktiven Eigenschaften eines Augmentates, wenn viel Knochenersatzmaterial und wenig Eigenknochen vorhanden sind (Abb. 7). Das Material ist in Deutschland als Arzneimittel zugelassen, virusinaktiviert und weist keine speziellen Kontraindikationen oder immunologisch bedingten Nebenwirkungen auf.^{33,37}

(Halb-)Synthetische Materialien

Da natürliche Knochenersatzmaterialien nur limitiert zur Verfügung stehen, ist der Einsatz synthetischer bzw. halbsynthetischer Knochenersatzmaterialien unumgänglich. Die Anwendung erscheint gerechtfertigt, wenn der im Rahmen der Osteokonduktion gebildete Knochen die biologische Wertigkeit von ortständigem Knochengewebe erreicht sowie die natürlichen biologischen Prozesse der Knochenheilung imitiert werden. Viele alloplastische

Knochenersatzmaterialien, insbesondere die Hydroxylapatite, sind jedoch nicht oder nur bedingt resorbierbar. Dies kann jedoch speziell in der Implantologie auch von Vorteil sein, da hierdurch die sekundäre Resorption des neugebildeten Knochens im Rahmen des physiologischen Remodellings verhindert wird. Da es heute trotz intensiver Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten keine Substanz gibt, welche die anspruchsvollen und umfangreichen Anforderungen an einen idealen Knochenersatz vollständig erfüllt, muss man bei der Wahl des Materials Kompromisse eingehen.^{11,41}

Wie bei allen osteokonduktiven Knochenersatzmaterialien beginnt die Knochenneubildung bei den keramischen Hydroxylapatiten an der Oberfläche des knöchernen Empfängerlagers. Hydroxylapatite sind in Abhängigkeit von ihrer Porosität, ihrer Kristallinität und ihrem Kristallgefüge weitgehend resorptionsstabil und sind in das physiologische Remodelling des Knochens nur bedingt mit einbezogen.^{15,35} Hydroxylapatite weisen eine sehr gute Biokompatibilität auf und können synthetisch hergestellt oder aus xenogenem Gewebe durch Sinterung gewonnen werden: Bio-Oss wird aus bovinem Knochen hergestellt und ist das am besten dokumentierte anorganische Knochenersatzmaterial. Durch thermische Behandlung wird der Rinderknochen von allen organischen Bestandteilen befreit. Nach der Implantation in Knochendefekte kommt es ab dem dritten postoperativen Tag durch Angiogenese zur Einsprossung von Kapillaren in das Augmentat. In der Folge wandern Osteoblasten ein, welche organische Knochenmatrix inklusive Kollagenfasern auf der Hydroxylapatitoberfläche ablagern. Es folgt die Mineralisation des Osteoids und die Bildung von Geflechtknochen.⁴² Wie



Abb. 8: Verbesserung der Revaskularisation durch Perforation der Kortikalis des Lagerknochens. – Abb. 9: Bio-Oss gemischt mit autogenem Knochen zur Reduktion der sekundären Resorption. – Abb. 10: Abdeckung des Augmentatkomplexes mit einer Bio-Gide Membran zur gesteuerten Knochenregeneration.

bei allen osteokonduktiven Knochenersatzmaterialien ist bei der Alveolarkammaugmentation mit Bio-Oss eine Anbohrung des Knochenlagers zum schnelleren knöchernen Durchbau der Granula sowie eine Abdeckung des Augmentates mit einer Barriere-membran erforderlich (Abb. 8–10).

Trikalziumphosphate

Neben den Hydroxylapatiten stellen die Trikalziumphosphate die wichtigste Gruppe der Knochenersatzmaterialien dar. Dabei sind Trikalziumphosphate weniger resorptionsstabil. Ihr Abbau erfolgt hauptsächlich durch Hydrolyse. Trotz guter Biokompatibilität werden teilweise entzündliche Reaktionen und Volumenverlust durch zu schnellen Zerfall bzw. Abbau beobachtet. Aufgrund der vollsynthetischen Herstellung sind Trikalziumphosphate unbegrenzt verfügbar und eine Übertragung von Krankheitserregern (z. B. Prionen) kann daher vollständig ausgeschlossen werden. Durch die Beschichtung von Beta-Trikalzium mit Polylaktid-co-Glykolid (easy-graft) wird die Anwendung der porösen Granula wesentlich vereinfacht. Die Zugabe eines Biolinkers (Pyrrolidon) führt zur Anlösung der Polylaktidschicht, wodurch sich die einzelnen Granula miteinander ver-

binden (Abb. 11). Die pastöse Masse lässt sich über eine Spritze direkt in den Defekt einbringen, was insbesondere das Auffüllen der Kieferhöhle beim Sinuslift sehr erleichtert (Abb. 12). Dort härtet das Augmentat durch Kontakt mit Blut und Körperflüssigkeiten aus, was die Luxation in die Kieferhöhle oder aus der Kieferhöhle heraus verhindert (Abb. 13). Auch die knöchernen Lamellen nach einem Bone-Splitting lassen sich hiermit hervorragend stabilisieren (Abb. 14). Häufig kann so auf den Einsatz einer Membran verzichtet werden.

Membranen

Die gesteuerte Knochenregeneration nutzt die Fähigkeit des Knochens, Hohlräume und Defekte an seiner Oberfläche rasch durch neugebildetes Knochengewebe zu regenerieren, wobei durch den Einsatz von Gewebearranger (Membranen, Folien) das schneller regenerierende Weichgewebe von einer vorzeitigen Auffüllung der Defekte oder Hohlräume abgehalten wird.

Die Notwendigkeit der zusätzlichen Verwendung von Füll- und Stützmaterialien im knöchernen Defektbereich selbst ist von der Größe und Form des Knochendefektes abhängig. Unter anderem dient der zusätzliche

Einsatz von Knochenersatzmaterialien als Spacer, um einen Kollaps der Membran zu vermeiden. Außerdem kommt es insbesondere bei größeren Defekten durch den osteokonduktiven Effekt von Füllmaterialien zu einer besseren periimplantären Hohlräumeauffüllung. Bei der Verwendung von anorganischen Knochenersatzmaterialien ist der Einsatz von Gewebearranger unerlässlich, da aufgrund der raschen Proliferation des bedeckenden Weichgewebes ansonsten mit einer bindegewebigen Einscheidung des Er-



Abb. 11: Bei easy-graft vernetzt die Zugabe von Pyrrolidon zu polylaktidbeschichteten Trikalziumphosphatgranula das Knochenersatzmaterial.

satzmaterials anstelle eines knöchernen Durchbaus zu rechnen ist. Nicht resorbierbares expandiertes Polytetrafluorethylen (e-PTFE) war das Material der ersten Membranen. Viele Untersuchungen haben die parodontale Regeneration mithilfe einer e-PTFE-Membran nachgewiesen.^{213,30} Allerdings sind nicht resorbierbare Membranen mit einigen Nachteilen behaftet: Zur Entfernung der Membran muss das Periost – meist weiter als bei der Lagerbildung oder Freilegung eines Implantates notwendig – abgelöst werden, wodurch es zur Knochenresorption kommt.³¹ Außerdem muss eine freiliegende nichtresorbierbare Membran infolge der bakteriellen Kontamination frühzeitig entfernt werden.^{38,44}

Resorbierbare Membranen aus Polylaktiden, Polyglykoliden oder Polyurethan weisen diese Nachteile zwar nicht auf, führen aller-

Bio-Gide	Geistlich	porkin Typ I und III Kollagen, Bilayer	nativ	2–4 Wochen
BioMend	Sulzer	bovin Typ I Kollagen, Achilles Sehne	Glutaraldehyd bovin	4–8 Wochen
BioMend Extend	Sulzer	bovin Typ I Kollagen, Achilles Sehne	Glutaraldehyd	6–12 Wochen
Ossix	3i	bovin Typ I Kollagen, Achilles Sehne	Polysaccharide	∞
Tutodent	Tutogen	bovin Typ I Kollagen, Perikard, Bilayer	nativ	8–16 Wochen

Tab. 2: Kollagenmembranen.³⁸



Abb. 12: Applikation des pastösen Augmentats (easy-graft) auf den Boden des Sinus maxillaris mit der Spritze. – **Abb. 13:** Das Augmentat kann mit dem Kugelstopfer modelliert werden – der Entzug von Pyrrolidon durch Blut führt zu einer Aushärtung, die eine Luxation ausschließt. – **Abb. 14:** Stabilisierung des Spaltes und der Knochenlamellen nach Bone-Splitting mit easy-graft.

dings bei ihrer Resorption zur Freisetzung von sauren Metaboliten mit einem negativen Einfluss auf die Knochenregeneration.^{14,18,22,26} Resorbierbare Kollagenmembranen (Tabelle 2) weisen eine geringere Stabilität und Standzeit auf,⁴³ sind jedoch heute das Material der Wahl. Die Biodegradation durch Proteasen, Kollagenasen und Makrophagen kann durch Quervernetzung verzögert und die Stabilität erhöht werden.^{3,4,21,29,32,47}

Mit steigendem Vernetzungsgrad nimmt zwar die Standzeit zu, aber die Ernährung des Augmentates über Vaskularisation ab. Die Resorptionsdauer liegt je nach Produkt bei zwei bis vier Wochen (Bio-Gide), vier bis acht Wochen (BioMend, BioMend Extend) und acht bis sechzehn Wochen (Tutodent). Durch die chemische Quervernetzung mit Glutaraldehyd (BioMend, BioMend Extend) wird die Biokompatibilität verringert, was auf die Vernetzung mit nativem Kollagen und Polysacchariden nicht zutreffen soll (Bio-Gide, Ossix). Andererseits führt die Quervernetzung mit Glutaraldehyd zu einer biomechanischen Membranstabilisierung, welche im klinischen Alltag die Applikation z. T. wesentlich erleichtert. Die Exposition kollagener

Membranen verläuft unter klinischen Bedingungen komplikationslos, häufig kommt es zu einer Reepithelisierung, eine Membrantenfernung ist meist nicht notwendig (Abb. 15–17).

Fazit

Körpereigene Knochentransplantate stellen auch heute noch den goldenen Standard bei der Alveolarkammaugmentation dar. Größere Defekte bedürfen zwar kortikaler oder kortikospongöser Knochentransplantate, die meisten mehrwandigen oder kleinvolumigen Dehiszenzen und Fenestration lassen sich allerdings mit gesammeltem Knochen aus dem Knochenfilter aufbauen. Zu beachten ist die sekundäre Resorption der Transplantate durch das Remodelling, das mithilfe von resorptionsstabilem Hydroxylapatit gebremst werden kann. Zirkumskripte Defekte können mit Knochenersatzmaterialien – bevorzugt in Kombination mit Barrieremembranen – augmentiert werden. Wichtig ist die Perforation des umgebenden ortständigen Knochens, um einen schnellen Durchbau des Augmentates zu erzielen. Die

Erfahrung zeigt jedoch, dass es von Vorteil ist, möglichst alle drei Komponenten der Knochenregeneration, nämlich Osteoblasten (in Knochentransplantaten oder Knochenmehl), osteoinduktive Proteine (in demineralisiertem Knochen) und eine poröse Matrix (anorganische Knochenersatzmaterialien) als Leitstruktur und Spacer miteinander zu kombinieren. Die knochenbildenden Zellen dienen dabei als zentrale Ossifikationszentren. Sie bewirken, dass die Knochenneubildung nicht wie bei alleiniger Verwendung von Knochenersatzmaterialien nur von peripher erfolgt. Durch die Diffusion von BMPs aus demineralisierten Knochenimplantaten wird die Knochenbildung signifikant beschleunigt. Der Zusatz von anorganischem Knochenersatzmaterial (vorzugsweise Hydroxylapatit) dient als Spacer und soll eine sekundäre Resorption des augmentierten Bezirks vermeiden. Die zusätzliche Verwendung von Barrieremembranen (vorzugsweise aus Kollagen) verhindert eine bindegewebige Einscheidung des Augmentates vor der langsamer stattfindenden Ossifikation und dient gleichzeitig der Stabilisierung des Augmentates bis zur Verknöcherung. ◀

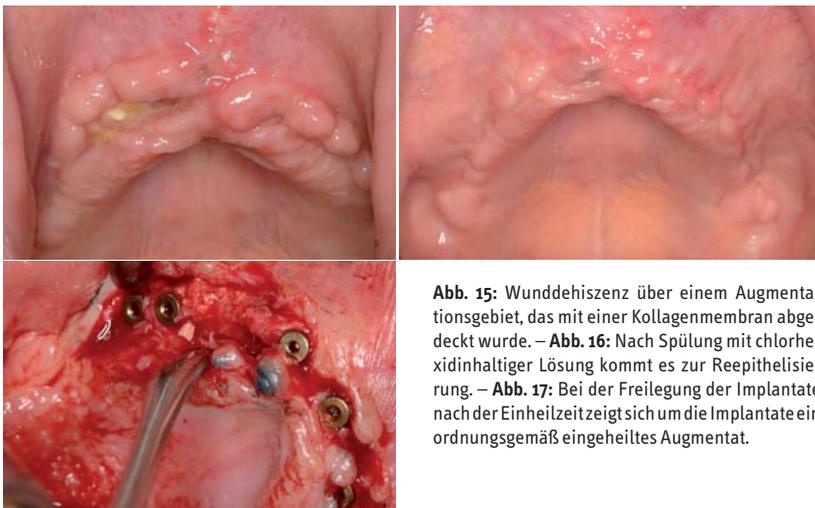


Abb. 15: Wunddehiszenz über einem Augmentationsgebiet, das mit einer Kollagenmembran abgedeckt wurde. – **Abb. 16:** Nach Spülung mit chlorhexidinhaltiger Lösung kommt es zur Reepithelisierung. – **Abb. 17:** Bei der Freilegung der Implantate nach der Einheilzeit zeigt sich um die Implantate ein ordnungsgemäß eingeheltes Augmentat.

Eine Literaturliste ist in der Redaktion unter zwpreaktion@oemus-media.de erhältlich.

kontakt

Dr. med. dent. Tobias R. Hahn
Gustavstraße 1a
42329 Wuppertal
E-Mail: tobias.hahn@wuppertaler-oralchirurg.de
www.wuppertaler-oralchirurg.de

Im Jahr 2006 wurden 10.280 Fälle mit dem Verdacht auf einen Behandlungsfehler an die Schiedsstellen gemeldet. 2007 waren es 10.432. Hierbei wurde schon in 1.717 Fällen (2007) ein Behandlungsfehler oder Mängel bei der Aufklärung über Risiken der Behandlung festgestellt. Das stellt noch einmal die absolute Wichtigkeit einer vollständigen und umfassenden Aufklärung in den Vordergrund, bevor wir überhaupt an eine Knochenregeneration oder an einen anderen Eingriff denken sollten.

Knochenregeneration: Aufklärungspflicht – Risiken und Komplikationen

Autor: Meikel Vesper

Zu den Möglichkeiten und Grenzen der Knochenregeneration gibt es inzwischen viele und gute Übersichtsarbeiten, wobei in Grafiken alle zur Verfügung stehenden Knochenersatzmaterialien und Membranen aufgeführt sind (Hahn und Kübler 2007). Die Er-

folgsquote ist hoch, der Eingriff bei entsprechender Ausführung komplikationsarm.

Ein in dieser Euphorie der vielen Operationsoptionen unterschätztes Risiko ist die entsprechende Aufklärung der Patienten, „Aufklären ist Gold, Schweigen verhängnis-

voll“, sollte dabei im absoluten Vordergrund stehen (Wachendorf 2008). Wenn es zu einer Auseinandersetzung kommt, ist neben dem Schmerzensgeld auch Schadensersatz zu diskutieren. Dieser betrifft dann ggf. Kosten einer Neuanfertigung, Gutachtenkosten, Behandlungskosten, Arzneimittelkosten und das Entgehen von Gewinn bei Minderung der Erwerbsfähigkeit.

Die Knochenregeneration kann in vielen Bereichen der Zahnmedizin notwendig werden. Vom Erhalt der Zähne durch den Neuaufbau des Knochens bis zur Vorbereitung großer implantologischer Rekonstruktionen liegt der Anwendungsbereich der Knochenersatzmaterialien, der Membranen und von eigenem Knochen aus verschiedenen Bereichen. Natürlich muss darüber, wie eingangs schon erwähnt, entsprechend differenziert aufgeklärt werden. Mit der Zunahme der Anzahl von zahnimplan-



Abb. 1: Ausgangsbefund nach durchgeführter Implantation.

**KOS®metik für den
Kieferknochen !**

the **implant.com**pany

Premiumqualität
zu guten Preisen

102,50 €



einstückig
transgingival
sofort belastbar

KOS®

Allfit®

- Das Allfit®-Implantatsystem «KOS®» ist aus hochbruchfester Titanlegierung gefertigt.
- Einstückige Implantate mit apikalem Kompressionsschraubengewinde sowie geradem, biegbarem oder anguliertem Massivsekundärteil.
- Geeignet für Kronen, Brücken, Stege.
- Das Kompressionsschrauben-Design erlaubt bei korrektem chirurgischen Vorgehen die Versorgung mit Sofortbelastung.

Sie erreichen uns:

Telefon 0 89 319761-0

Fax 0 89 319761-33

E-Mail: info@ihde-dental.de



Abb. 2: Implantatdislokation in die Kieferhöhle mit ortständig verbliebenem Fremdmaterial.

tologischen Behandlungen und der Verwendung von Knochenersatzmaterialien sehen sich die Gerichte vermehrt mit dieser Problematik konfrontiert. Auch eine behandlungsfehlerfreie Behandlung kann zur Verpflichtung des Behandlers mit Zahlung von Schadensersatz und Schmerzensgeld führen (Koenig-Ouvrier 2008). Wichtig ist ebenfalls die Aufklärung über die Zusammensetzung der Materialien und die damit verbundenen Risiken. Einer Patientin wurde ein Schmerzensgeld in Höhe von 5.000 € zugesprochen und der Zahnarzt auch zum Ersatz sämtlichen noch entstehender Kosten verurteilt. Er verwendete ein Augmentationsmaterial, ohne über die Beimischung von Rinderknochen aufzuklären, sowie über andere Möglichkeiten des Knochenaufbaus, z. B. Material aus dem Beckenknochen (OLG Stuttgart, AZ.:1 U 25/05).

Dabei ist eine Schritt-für-Schritt-Vorgehensweise in der Aufklärung indiziert. Zuerst werden die Allgemeinerkrankungen des Patienten mit einem Fragebogen eruiert und damit ein individuelles Risikoprofil erstellt. Dies beinhaltet unter anderem Geschlecht, Alter, spezielle Medikamente, die zu speziellen Problemen führen können, sodass z.B. gleich der Marcumarpatient auf das Nachblutungsrisiko vorbereitet ist, Status praesens etc. Dabei steht eine eingehende Kommunikation auf die Patientenerwartung im Vordergrund des Gespräches (Lieberum 2008).

Es sollten dann alle Behandlungsalternativen, Prothese, Modellguss, Brücke usw. vorgestellt und erklärt werden, danach natürlich das individuelle Therapiekonzept für den einzelnen Patienten. Anschließend erfolgt die Aufklärung über die verschiedenen Maßnahmen, die zur Knochenregeneration zur Verfügung stehen und welche Risiken auftreten können, wobei insbesondere auch auf Dislokation und Abstoßung unbedingt eingegangen werden sollte.

Auch bei ordnungsgemäßer Behandlung kann dies auftreten und ist mit Schmerzen und anderen Beeinträchtigungen verbunden. Wichtig ist auch die Erwähnung, ob es sich um eine neue Methode handelt und welche Erfahrungswerte vorliegen sowie die wahrscheinliche Erfolgsquote. Natürlich ist auch die Kostenfrage anzusprechen, wobei der Vergleich mit den herkömmlichen Methoden unbedingt notwendig ist und sicherlich für viele Patienten ganz eindeutig im Vordergrund steht.

Ausführliche Dokumentation

Ein weiterer ebenfalls sehr wichtiger Punkt ist die entsprechende ausführliche umfangreiche Dokumentation. Sie sollte zeitnah, vollständig, lückenlos sowie richtig und wahrhaftig sein. Ein handschriftliches Gegenzeichnen an den entsprechenden Stellen durch den Patienten ist natürlich obligat. Hierzu gehört auch das handschriftliche Datum! Vorgefertigte Aufklärungsbögen müssen auf jeden Fall durch handschriftliche Vermerke oder Zeichnungen vor der erfolgten Unterschrift ergänzt werden.

Auch die Zeitfenster sind inzwischen eindeutig festgelegt und genau vorgegeben (Pelz und Großbölting 2000). Eine Aufklärung muss mindestens 48 Stunden vorher stattfinden. Eine Neuaufklärung bei seriellen Behandlungen, wie z. B. in der Parodontologie, ist alle drei Jahre notwendig. Bei Minderjährigen sollen beide Erziehungsberechtigte aufgeklärt werden. Da eine Verjährung der Einverständniserklärung erst nach 30 Jahren gegeben ist, müssen die Unterlagen selbstverständlich so lange archiviert werden.

Trotz sorgfältigster Vorgehensweise vor, während und nach einer Operation können Komplikationen auftreten, wobei aber auch retrospektiv manchmal eine Problematik erkannt wird, die zu vermeiden gewesen wäre.



Abb. 3: Intraoperatives Bild mit Beckenknochen und Implantaten nach Entfernung der primären Stellschraube zur Fixierung vor Implantatinsertion und externem Sinuslift ebenfalls mit Beckenknochen im bukkalen Bereich.

Fallbeispiel

Folgendes Beispiel möchte ich Ihnen zur Diskussion vorstellen: Auf dem Röntgenbild (Abb. 1) lässt sich der Zustand nach Implantation Regio 25/26 erkennen, wobei versucht wurde, einen internen Sinuslift inklusive Einbringung von Knochenersatzmaterialien durchzuführen. Der Hersteller des Ersatzmaterials ließ sich leider anhand der Karteikarte postoperativ nicht mehr eruieren. Primär zeigte sich auch ein klinisch reizloser Befund und eine entsprechende Knocheneinheilung wurde über die etablierten sechs Monate im Oberkiefer natürlich abgewartet. Die Kontrollaufnahme direkt vor Freilegung zeigte das gleiche Bild wie Abbildung 1.

Bei der Abdrucknahme zeigte sich dann eine deutliche Lockerung, keine Primärstabilität und, wie auf der Röntgenaufnahme zu erkennen ist (Abb. 2), zudem dislozierte das Implantat in den Sinus maxillaris nach kranial. Hier musste dann natürlich eine sofortige Information des Patienten über die entstandene Problematik stattfinden. Hier wurde dann eine zweizeitige, mit hoher Si-

cherheit verbundene Vorgehensweise gewählt. Im ersten Schritt Entfernung des Fremdmaterials, das keinerlei ossäre Integration oder einen Umbau erkennen ließ sowie natürlich des Implantates aus dem Sinus maxillaris, wobei die Schneidersche Membran eröffnet werden musste.

Im zweiten Schritt, nach entsprechend zeitlichem Abstand von drei Monaten, wurde dann ein externer Sinuslift mit Beckenknochen und eine Implantation von zwei Implantaten simultan durchgeführt (Abb. 3).

Das postoperative Röntgenbild zeigt das entsprechende Ergebnis nach der erfolgreichen erneuten Operation (Abb. 4). Nach wiederholter Einheilung wurde dann eine definitive Versorgung problemlos mit gutem Ergebnis durchgeführt (Abb. 5).

Retrospektiv muss hier eindeutig gesagt werden, dass die Verwendung von Fremdmaterial, über das keine gesicherten Kenntnisse und keine Angaben des Hersteller über die langfristigen Erfolge vorliegen, auf keine Fall verwendet werden darf. Des Weiteren war die Restknochenhöhe, mit einem Millimeter wie wir inzwischen wissen, deutlich zu gering für eine erfolgreiche Implantation.

Durch mehrere umfassende Gespräche mit den Patienten (Rechtsanwalt sic!) und ein natürlich entsprechendes finanzielles Entgegenkommen konnte hier eine Auseinandersetzung vermieden werden. Dies zeigt, und das möchte ich zum Abschluss betonen, die Wichtigkeit umfassender, offener und zeitnaher Gespräche mit den betroffenen Patienten. Das Vertrauensverhältnis kann dabei in den meisten Fällen erhalten werden.

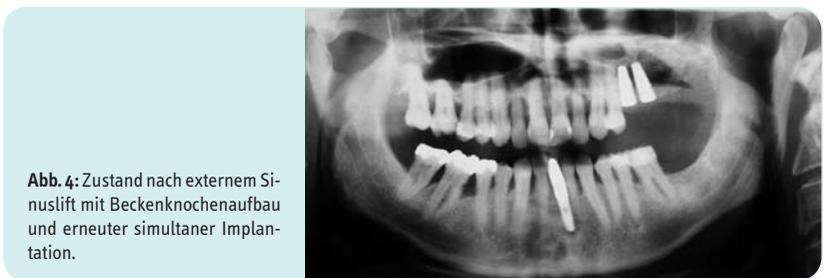


Abb. 4: Zustand nach externem Sinuslift mit Beckenknochenaufbau und erneuter simultaner Implantation.

Literatur:

- T.R. Hahn, N. R. Kübler: Erfolgreiche Kombination: Knochentransplantate, Knochenersatzmaterialien und Membranen, ZWP spezial 10 S. 4-12 (2007)
- Koenig-Ouvrier: Haftung des Zahnarztes, ZM 98, 16, S. 78-79 (2008)
- F.J. Pelz, R. Großbölting: Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie (2000)
- R. Lieberum: Grenzen in der individuellen Patientenaufklärung, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 63, 1, S. 9-10 (2008)
- B. Wachendorf: Damoklesschwert Haftung: Risikobegrenzung durch Aufklärung, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 68, 1, S. 6 (2008)

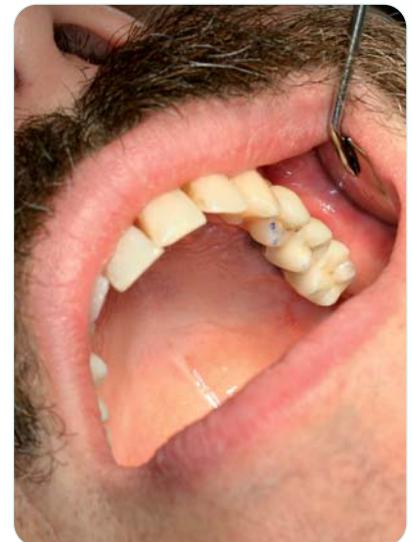


Abb. 5: Klinisches Bild nach definitiver Versorgung.

kontakt

Meikel Vesper
 Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
 Ästhetische und Plastische Operationen
 Klinikum Barnim GmbH,
 Werner Forßmann Krankenhaus
 Rudolf-Breitscheid-Str. 100
 16225 Eberswalde

ZWP

ZAHNARZT WIRTSCHAFT-PRAXIS



Wirtschaft + Zahnmedizin + Event

INFORMATION [hoch drei]

Eine Ausgabe kostenlos! Sichern Sie sich jetzt Ihr Probeabo!

Ja, ich möchte das Probeabo beziehen. Bitte liefern Sie mir die nächste Ausgabe frei Haus.

Soweit Sie bis 14 Tage nach Erhalt der kostenfreien Ausgabe keine schriftliche Abbestellung von mir erhalten, möchte ich die ZWP im Jahresabonnement zum Preis von 70 EUR*/Jahr beziehen (*inkl. Versand und MwSt.). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht sechs Wochen vor Ablauf des Bezugszeitraumes schriftlich gekündigt wird (Poststempel genügt).

Widerrufsbelehrung:

Den Auftrag kann ich ohne Begründung innerhalb von 14 Tagen ab Bestellung bei der OEMUS MEDIA AG, Holbeinstraße 29, 04229 Leipzig schriftlich widerrufen. Rechtzeitige Absendung genügt.

Praxisstempel

Datum/Unterschrift

Name

Vorname

Straße

PLZ/Ort

Telefon

Fax

E-Mail

ABONNEMENT-SERVICE

OEMUS MEDIA AG
Herr Andreas Grasse
Holbeinstraße 29 | 04229 Leipzig
Tel.: 03 41/4 84 74-2 01 | Fax: 03 41/4 84 74-2 90
grasse@oemus-media.de



IMPLANTOLOGIE JOURNAL

Probeabo

1 Ausgabe kostenlos!



- | Erscheinungsweise: 8 x jährlich
- | Abopreis: 70,00 €
- | Einzelheftpreis: 10,00 €

Preise zzgl. Versandkosten + gesetzl. MwSt.

■ Das **Implantologie Journal** richtet sich an alle implantologisch tätigen Zahnärzte im deutschsprachigen Raum. Das Mitgliederorgan der Deutschen Gesellschaft für Zahnärztliche Implantologie, der ältesten europäischen Implantologengesellschaft, ist das auflagenstärkste und frequenzstärkste Fachmedium für Praktiker und eine der führenden Zeitschriften in diesem Informationssegment. Über 6.500 spezialisierte Leser erhalten durch anwenderorientierte Fallberichte, Studien, Marktübersichten und komprimierte Produktinformationen ein regelmäßiges medizinisches Update aus der Welt der Implantologie. Die Rubrik DGZI intern informiert über die vielfältigen Aktivitäten der Fachgesellschaft. Aufgrund der Innovationsgeschwindigkeit in der Implantologie erscheint das **Implantologie Journal** mit 8 Ausgaben jährlich. ■

Faxsendung an 03 41/4 84 74-2 90

Ja, ich möchte das Probeabo beziehen. Bitte liefern Sie mir die nächste Ausgabe frei Haus.

Soweit Sie bis 14 Tage nach Erhalt der kostenfreien Ausgabe keine schriftliche Abbestellung von mir erhalten, möchte ich das **IMPLANTOLOGIE JOURNAL** im Jahresabonnement zum Preis von 70,00 €/Jahr beziehen.

Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht sechs Wochen vor Ablauf des Bezugszeitraumes schriftlich gekündigt wird (Poststempel genügt).

Name, Vorname: _____ E-Mail: _____

Straße: _____ Telefon/Fax: _____

PLZ/Ort: _____ Unterschrift **X** _____

Widerrufsbelehrung: Den Auftrag kann ich ohne Begründung innerhalb von 14 Tagen ab Bestellung bei der OEMUS MEDIA AG, Holbeinstr. 29, 04229 Leipzig schriftlich widerrufen. Rechtzeitige Absendung genügt.

Unterschrift **X** _____

OEMUS MEDIA AG

Holbeinstr. 29

04229 Leipzig

Tel.: 03 41/4 84 74-0

Fax: 03 41/4 84 74-2 90



In der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde können häufig Knochendefekte beobachtet werden. Diese sind z. B. bedingt durch pathologische Hohlräume (Zysten), parodontalpathogene Bakterien (Parodontitis) oder nach der Entfernung nichterhaltungswürdiger Zähne (Extraktionsalveole) entstanden. Knochendefizite werden außerdem durch altersbedingte Knochenatrophie sowie durch Inaktivitätsatrophie nach Zahnverlust verursacht. Ebenso kann ein Trauma im Bereich des Mund- und Kieferbereiches zu erheblichen Knochenverlusten führen.

Ideale Geweberegeneration durch ein β -TCP-Composite

Autor: Dr. Ronny Gläser M.Sc.



Abb. 1: β -TCP-Granula in Applikatorspritze + Biolinker in Augentropfenflasche nach Entnahme aus der sterilen Verpackung (easy-graft™ 400). – **Abb. 2:** Das Gemisch β -TCP und Biolinker ist sofort einsatzbereit. Vor dem Einsatz muss lediglich noch der überschüssige Biolinker auf einen sterilen Tupfer verworfen werden.

Nachdem sich durch eine statistisch hohe Erfolgsrate in Bezug auf die ossäre Integration oraler Implantate die moderne zahnärztliche Implantologie nicht nur als mögliche Alternative, sondern oft als erstes Mittel der Wahl, auch bei den Patienten, etabliert hat, ergibt sich ein hoher Bedarf, den entstandenen Knochenverlust wieder auszugleichen. Hier stehen dem Behandler zahlreiche Methoden, wie z. B. die Distractionsosteogenese, Auflagerungsosteoplastiken, offene und geschlossene Sinusbodenelevation sowie GBR und eine Vielzahl an Materialien

(autolog, allogene, xenogen oder alloplastisch) mit all ihren Vor- und Nachteilen zur Verfügung.

Zunehmend zeigt sich jedoch eine knochenpräventiv orientierte Vorgehensweise als bessere Option. Darunter fällt die sogenannte Ridge- oder Socket Preservation. Ziel ist es, durch eine Befüllung der gut kürettierten Extraktionsalveole einen Kollaps des fünfwandigen Knochendefektes in Höhe und Breite zu verhindern und somit eine günstige Ausgangssituation für spätere Implantatinsertionen oder andere prothetische Versorgung mit z. B. Brückenpontics zu schaffen. Außerdem wird durch Füllung der Knochenwunde, z. B. beim Patienten unter Antikoagulantien, eine übermäßige Blutung verhindert. Somit können in den meisten Fällen spätere aufwendige, kostenintensive und oft stärker risikobehaftete Knochenrekon-

struktionen zugunsten des Patienten vermieden werden.

Nachfolgend soll eine Technik der Socket Preservation vorgestellt werden, bei der aufgrund der speziellen Eigenschaften des verwendeten Knochenaufbaumaterials auf eine weichgewebige Abdeckung des Augmentates oder auf den Einsatz einer Membran in den meisten Fällen verzichtet werden kann.

Material und Methode

Bei dem hierfür verwendeten Material handelt es sich um ein phasenreines β -TCP hoher Mikroporosität und interkonnektierenden Poren, welches mit einer dünnen Polylactid-co-Glykolid-Schicht ummantelt (PLGA-coated) ist (easy-graft™, DS Dental, Schlieren/Zürich, Schweiz). In Verbindung mit einem organischen Solvens (Biolinker), das den ummantel-



Abb. 3: Ausgangs-OPG mit Messkugel Regio 26. Deutlich zu erkennen ist das reduzierte vertikale Knochenangebot in Regio 26. – **Abb. 4:** Klinische Situation (okklusale Ansicht) vor Behandlungsbeginn ohne Brücke im 2. Quadranten. – **Abb. 5:** Zustand direkt nach Socket Preservation. Regio 25 mit easy-graft™ 400 aufgefüllt.



Abb. 6: Postoperative Röntgenkontrolle nach Socket Preservation Regio 25. Zu erkennen ist das β -TCP-Material, welches bis ca. 2mm subkrestal eingebracht wurde.



Abb. 7: Zustand zehn Tage post OP. Beginnende weichgewebige Granulation über dem Augmentat.

ten Granula in einer Applikatorspritze zugemischt wird, entsteht eine pastöse Konsistenz des Aufbaumaterials (Abb. 1 und 2). Nach Kontakt mit einer wässriger Flüssigkeit (z. B. NaCl) oder Bluthärtetes innerhalb von 30 bis 120 Sekunden zu einem stabilen Form- bzw. Füllkörper aus. Vor Applikation wird von dem β -TCP-Granula/Biolinker-Gemisch das überschüssige Biolinkervolumen aus der Spritze auf einen sterilen Tupfer abgetropft. Danach kann die sterile Spritzenöffnung direkt auf den Alveoleneingang gesetzt und deren Inhalt in das Knochenlumen appliziert werden. Der Defekt sollte möglichst in einem Durchgang vollständig befüllt und durch Kondensation mit einem flachen Stopfinstrument in situ etwas verdichtet werden. Anschließend wird die Oberschicht des Materials im krestalen Anteil ordentlich kondensiert. Somit entsteht eine marginale Pseudomembran und nach dem Aushärten des Materials ein formstabiler, alveolenkongruenter β -TCP-Füllkörper, der den fünfwandigen Knochendefekt stabilisiert und als Leitschiene (Osteokonduktor) für die knöcherne Durchbauung dient. Über dem Füllmaterial kann zur Adaptation der Wundränder eine überkreuzte

Rückstichnaht gelegt werden. Eine Lappenmobilisation oder Abdeckung mit einer Membran ist in den meisten Fällen nicht notwendig. Wichtig bei der Anwendung ist, das gemischte Material nicht vor der Applikation mit Flüssigkeiten oder Blut in Kontakt zu bringen, da hierdurch eine Aushärtung bereits vor Defektfüllung beginnt. Dies verhindert ein ordentliches Verarbeiten.

Fallbeispiel

Bei Behandlungsbeginn stellte sich die 57-jährige Patientin mit einer unauffälligen Allgemeinanamnese vor. Intraoral zeigte sich im 2. Quadranten eine insuffiziente Extensionsbrücke (25, 26 mit Anhänger 24), die nach dem Verlust des Zahnes 26 infolge massiver Sekundärkaries ca. zwei Monate zuvor nur noch auf dem Wurzelrest 25 provisorisch befestigt war. Dieser bereits endodontisch vorbehandelte Wurzelrest zeigte ebenfalls schon eine höhere Lockerung und war, vor allem bei Perkussion, schmerzempfindlich (Abb. 3 und 4). Der Wunsch der Patientin bestand in einer festsitzenden Versorgung, wenn möglich, ohne Brückenglieder oder Extensionsanhän-

ger zur besseren Hygienefähigkeit. Nach klinischer und radiologischer Befundanalyse zeigte sich ein fortgeschrittener transversaler Knochenabbau in Regio 24 und eine eingeschränkte Knochenhöhe in Regio 26. Die Patientin legte besonderen Wert auf eine möglichst sichere Vorgehensweise bei Planung und chirurgischer Umsetzung. Dies legte den Einsatz einer CT-basierten 3-D-Planung nahe. Vor Beginn der Implantatbehandlung wurde noch der insuffiziente Wurzelrest in Regio 25 entfernt und die Extraktionsalveole im Sinne einer Socket Preservation mit einem formstabilen β -TCP-Composite (easy-graft™400) aufgefüllt und ohne Membranabdeckung einer freien Granulation des Weichgewebes überlassen (Abb. 5 und 6). Ein Vorteil dieser Vorgehensweise ist, neben dem Erhalt der knöchernen Kieferkammanteile, eine zusätzliche Gewinnung von gingivalem Gewebe über dem Augmentat (Abb. 7), da keine Weichgewebeabdeckung erforderlich ist, um das Material zu stabilisieren (internes Tissue Engineering). Weiterhin bleibt, durch den Verzicht auf ein Ablösen des Periosts, die Versorgung der bukkalen Knochenlamelle intakt und die mukogingivale Grenzlinie wird nicht verschoben.

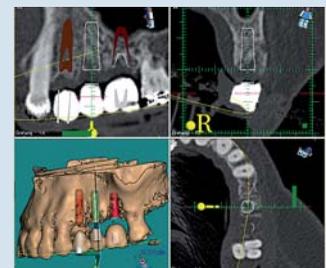


Abb. 10: 3-D-Planung Regio 25: Der augmentierte Alveolenbereich ist radiologisch sichtbar und noch nicht vollständig in Knochen umgebaut. Es ist jedoch ein guter Kieferkammerhalt erkennbar.

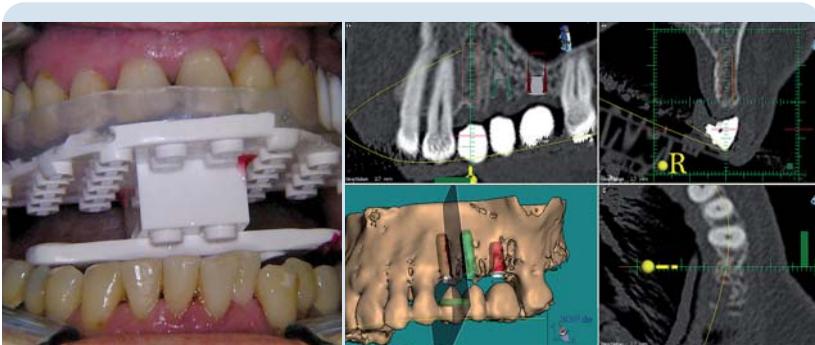


Abb. 8: CT-Planungsschablone in situ. Wichtig ist eine reproduzierbare und schaukelfreie Position, um den gleichen Sitz der Schablone bei CT-Aufnahme und OP zu gewährleisten. – **Abb. 9:** 3-D-Planung Regio 24: Deutlich wird das geringe transversale Knochenangebot.

Nach ca. dreimonatiger Augmentatkonsolidierung erfolgte die Anfertigung eines CT-Datensatzes mit einer eingegliederten Planungsschablone (Abb. 8) (Dentallabor Gäßler, Ulm). Anhand dieser Daten konnte eine möglichst optimale Ausrichtung der Implantatpositionen mithilfe der Planungssoftware (Med-3-D) vorgenommen werden (Abb. 9 bis 11). Es zeigte sich eine ausreichende transversale Knochenbreite in Regio 24 zur Insertion eines Implantates mit einem Durchmesser von 3,5 mm, die durch ein gezieltes Bone Spreading noch intraoperativ optimiert

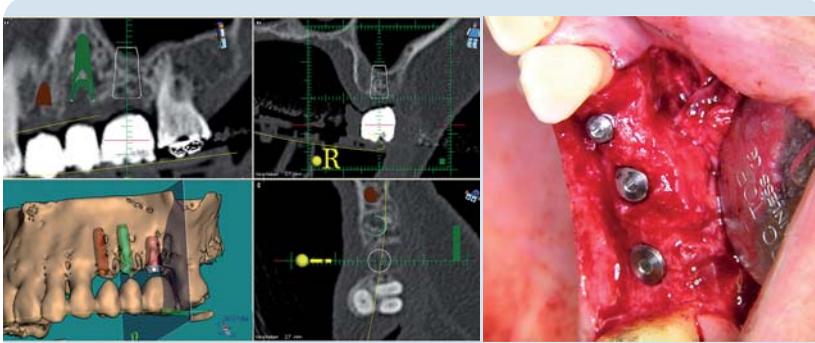


Abb. 11: 3-D-Planung Regio 26: Die geringe Restknochenhöhe ist sichtbar und ein harmonischer Verlauf des Kieferhöhlenbodens ohne störende Kieferhöhlensepten. – **Abb. 12:** Zustand nach Bone Spreading Regio 24, internem Sinuslift Regio 26 und simultaner Implantatinsertion Regio 24, 25 und 26 (3,5 Monate nach Exzision und Alveolenfüllung Regio 25).

wurde. In Regio 26 allerdings war für eine ausreichende vertikale Knochenhöhe eine Anhebung der Sinus-Membran mit Augmentation von ca. 4 mm notwendig. Nach dreidimensionaler Betrachtung des Sinus in dieser Region schien ein geschlossenes Vorgehen im Sinne einer internen Sinusbodenelevation mit der Summers-Technik möglich und wurde so auch umgesetzt. Die finalen Aufbereitungen der Implantatkavitäten, die zuvor mithilfe einer Navigationsschablone aufgebaut wurden, erfolgte mit entsprechenden Osteotomen (Astra Tech Dental, Elz). In Regio 26 wurde zunächst die Kavität bis 1 mm vor dem Sinusboden aufbereitet und mit dem letzten Osteotom die dünne Knochenlamelle infrakturiert. Zur Augmentation des Sinus wurde autologer Knochen, gewonnen aus der OP-Region, über die aufbereitete Implantatkavität mit dem Osteotom eingebracht (Abb. 12 u. 13). Anschließend fand die simultane Insertion der Implantate (Astra Tech Osseospeed™, Astra Tech Dental, Elz) in Regio 24, 25 und 26 statt. Nach komplikationslosem

OP-Verlauf wurden die drei inserierten Implantate einer gedeckten und belastungsfreien Einheilung für ca. 4,5 Monate überlassen. Während der gesamten Behandlungsdauer war die Patientin mit einer Interimsprothese versorgt. Die Freilegung der Implantate erfolgte durch eine Schlitzinzision und Spaltlappenbildung in Regio 24 bis 26. Die prothetische Versorgung wurde zwei Wochen nach Freilegung und offener Abformung mit individuellem Löffel in Form von Zirkonoxid-Einzelkronen eingegliedert (Abb. 14 bis 16).

Fazit

Der komplexe Behandlungsablauf zeigt, dass durch moderne Verfahren in präventiver Augmentation (Socket Preservation) mit geeigneten Materialien und prothetisch-chirurgischer Planung (3-D-Analyse) ein vorhersagbares ästhetisches Ergebnis in Teamarbeit (Implantologe – Zahntechniker – Radiologe) erzielt werden kann. Mit der Alveo-



Abb. 13: Röntgenkontrolle nach Implantation und internem Sinuslift Regio 26 mit autologem Knochen. Die Extraktion und Socket Preservation in Regio 25 erfolgte ca. 3,5 Monate zuvor.

lenauffüllung konnte sowohl ein guter horizontaler als auch vertikaler Kammerhalt erreicht werden. Im Vergleich zur nichtversorgten Extraktionsalveole in Regio 26 zeigte sich in Regio 25 radiologisch (Abb. 13) und klinisch (Abb. 12) ein besserer Dimensionserhalt des Knochens. Dies ermöglicht eine optimale funktionelle und ästhetische Ausrichtung der Implantatposition. Durch die gute Hygienefähigkeit der Zirkonoxid-Einzelkronen kann bei regelmäßiger Kontrolle sowie PZR und möglichst optimaler häuslicher Mundpflege eine positive Langzeitprognose ermöglicht werden. ◀



Abb. 16: Röntgenkontrolle nach prothetischer Versorgung (fünf Monate nach Implantation und ca. acht Monate nach Socket Preservation).



Abb. 14: Zustand nach prothetischer Versorgung mit Zirkonoxid-Kronen Regio 24, 25 und 26 ca. fünf Monate nach Implantation und internem Sinuslift (laterale Ansicht). – **Abb. 15:** Zustand nach prothetischer Versorgung mit Zirkonoxid-Kronen Regio 24, 25 und 26 (okklusale Ansicht).

kontakt

Gemeinschaftspraxis
 Dr. Dietmar Gläser
 Dr. Ronny Gläser M.Sc.
 Zahnärzte – Oralchirurgie
 Hauptstraße 69 a
 89250 Senden
 Tel.: 0 73 07/3 27 45
 Fax: 0 73 07/95 50 54
 E-Mail: mail@ronny-glaeser.de

Das Jahr 2008 bringt für das Knochenaufbaumaterial Cerasorb® das zehnjährige Jubiläum – und die Übernahme der Dentalsparte der curasan AG durch die RIEMSER Pharmatechnik AG. Nun gehen auch die Produkte unter der Dachmarke Cerasorb® in den Vertrieb von RIEMSER über. Herstellung und Produktion des seit nunmehr zehn Jahren erfolgreich eingesetzten Cerasorb® verbleiben bei der curasan AG. Anwender der ersten Stunde und Mitentwickler des makroporösen Cerasorb® M, Dr. Dr. Frank Palm, sprach mit uns über seine Indikationen und Motive bei der Verwendung des bewährten Materials.

Standardmaterial für kieferchirurgische Eingriffe

Redaktion



Anwender der ersten Stunde und Mitentwickler des makroporösen Cerasorb® M, Dr. Dr. Frank Palm.

Herr Dr. Palm, zehn Jahre Cerasorb® mit Erfolg in mehreren Hunderttausend Fällen werden derzeit gefeiert – damit und aufgrund zahlreicher wissenschaftlicher Studien ist dieses Material mittlerweile fest etablierter Standard. Sie arbeiten bereits sehr lange mit mehreren Produkten dieser Dachmarke. Wo setzen Sie gerade im Bereich der umfassenden chirurgischen Eingriffe, aber auch bei kleineren Defekten, das Material ein?

In meiner MKG-Abteilung im Klinikum Konstanz ist Cerasorb® M das ausschließlich verwendete Material. Allein im Jahr 2007 haben wir insgesamt 127 große Augmentationen

mit autologem Beckenkammtransfer durchgeführt, wobei wir bei diesen Operationen, obwohl uns dort eigener Knochen durch die Beckenkammnahme in ausreichenden Mengen zur Verfügung stand, stets Cerasorb® M als Resorptionsschutz mitverwendeten. Ausschließlich Cerasorb® M wird im Bereich des Sinuslifts eingesetzt. Hier erfüllt es die Funktion eines Platzhalters. So wurden im Jahr 2007 bei uns über 400 Sinuslift-Operationen durchgeführt, bei denen nur Cerasorb® M eingesetzt wurde. Wir verwenden das Material also sowohl bei unseren großen Rekonstruktionen als auch bei kleineren Defekten.

Wo verzichten Sie unter alleiniger Verwendung von Cerasorb® M vollständig auf autologen Knochen? Welchen Einfluss hat dies auf den Erfolg und insbesondere auf die Langzeitstabilität der Region?

Wir verwenden ausschließlich Cerasorb® M unter Verzicht des autologen Knochens bei Sinuslift-Operationen. Hier hat diese phasenreine Beta-Trikalziumphosphat-Keramik aus meiner Sicht eindeutige Vorteile gegenüber autologem Knochen, da die Sinuslift-Operation letztendlich dadurch funktioniert, dass ein dreiwandiger Knochendefekt geschaffen

wird. Aus diesen Knochendefekten bluten die knochenbildenden Zellen in das Knochenersatzmaterial ein. Hier hat der Einsatz gerade von Cerasorb® M gegenüber autologem Knochen einen deutlichen Vorteil, da der neu gebildete Knochen eine erheblich höhere Stabilität im Sinusliftbereich hat, als das beim Einsatz von spongiosen Knochen der Fall ist.

Weshalb haben Sie sich in den Anfängen für Cerasorb® entschieden? Wie wurden Anregungen für Weiterentwicklungen von der curasan AG aufgenommen?

Als ich damals an der Universität Ulm in Kombination mit dem leider inzwischen verstorbenen Materialwissenschaftler Dr. Dr. Dieter Reif die Entwicklung für Cerasorb® M vorgenommen habe, war es für mich klar, dass dieses Material in Deutschland produziert werden sollte. Da die Firma curasan bereits damals ein Knochenersatzmaterial herstellte (Cerasorb Classic) und auf dem Biomaterialmarkt einen guten Namen hatte, entschied ich mich, dieses „Projekt“ mit der Firma curasan aus Kleinostheim in Angriff zu nehmen. Bis zum heutigen Tage habe ich diesen Schritt nie bereut, denn für mich steht die Firma curasan für eine äußerst hochwertige Fabrikation und Zuverlässigkeit bei allen Produkten.

Was sind heute Ihre Beweggründe für die Verwendung von Cerasorb[®], womöchten Sie es nicht mehr missen? Gab es für Sie einen Wandel?

Die heutigen Beweggründe zur Verwendung von Cerasorb[®] M sind für mich ganz klar die, dass zum einen meiner Auffassung nach derzeit noch kein besseres Knochenersatzmaterial auf dem Markt vorhanden ist und zum anderen es sich hier um ein rein synthetisches Material handelt, bei dem wir davon ausgehen können, dass definitiv keine Infektionsgefahr für unsere Patienten besteht. In meiner Klinik würden wir ein biologisches Material oder ein Material biologischen Ursprungs nur dann verwenden, wenn ein Vorteil gegenüber einem rein synthetischen Material vorhanden wäre. Dies ist jedoch nicht der Fall. Es gibt kein Material tierischen Ursprungs, das im Bereich der knöchernen Regeneration deutliche Vorteile gegenüber Cerasorb[®] M bietet.

Wie bewerten Sie in diesem Zusammenhang das unterschiedliche Resorptionsverhalten von Cerasorb[®] und Cerasorb[®] M für Ihr Arbeitsgebiet?

Das Resorptionsverhalten von Cerasorb[®] M unterscheidet sich deutlich gegenüber Cerasorb[®]. Da Cerasorb[®] M makroporöse Strukturen und der Knochen die Möglichkeit hat, das Material mehr zu erschließen, findet hier ein für uns günstigeres Resorptionsverhalten statt. Des Weiteren ist es so, dass durch die Makroporen (daher das „M“) bei gleichem

Volumen weniger Material vorhanden ist und dadurch auch weniger Material abgebaut werden muss.

Sie haben als einer der ersten Anwender mit Cerasorb[®] M gearbeitet. Wo und für welche Indikationsbereiche sehen Sie die Vorteile dieses Materials gegenüber anderen?

Als ich anfing, die Pilotstudie für Cerasorb[®] M zu machen, waren wir bei dem Einsatz des Materials eher zurückhaltend. Wir verwendeten Cerasorb[®] M vornehmlich im Sinusliftbereich und anfänglich mischten wir Cerasorb[®] M noch zu 25 bis 50 % mit autologem Knochen. Mittlerweile hat sich das jedoch grundsätzlich geändert. Gerade im Sinusliftbereich verwenden wir wie erwähnt überhaupt keinen autologen Knochen mehr, sondern ausschließlich Cerasorb[®] M, weil die Erfahrung gezeigt hat, dass die Knochenqualität damit eindeutig besser ist. Cerasorb[®] M ist jetzt unser Material in jeglichem Bereich, in dem Knochenersatzmaterial verwendet werden kann, und wo uns die positiven Eigenschaften des Materials von Nutzen sind.

Cerasorb versus autologer Knochen – hat Cerasorb[®] den autologen Knochen in vielen Bereichen von der Poleposition verdrängt?

Cerasorb[®] M versus autologer Knochen – ein vielfach diskutiertes Thema. Ich denke, beide haben Vor- und Nachteile. Der autologe Knochen hat den riesigen Vorteil, dass er eine Osteoinduktion herbeiführen kann. Letzt-

endlich ist es aber so, dass diese biologische Potenz des Knochens eben nur über maximal 72 Stunden vorhanden ist und dann dieser Knochen abgebaut bzw. umgebaut werden muss. Cerasorb[®] M hat den autologen Knochen in den Bereichen verdrängt, wo ein stabiles Aufbringen möglich ist und eine gute Durchblutung des ortsständigen Knochens erreicht werden kann wie etwa beim Sinuslift, aber auch dreiwandigen Knochendefekten, die einer entsprechenden Rekonstruktion bedürfen. Der autologe Knochen hat sicherlich noch seine Berechtigung im Bereich von lateralen Augmentationen, die besonders bei der Versorgung von hoch atrophischen Kiefern zum Tragen kommt, aber auch hier erfolgt immer eine Kombinationstherapie mit autologen Knochen und Cerasorb[®] M.

Vielen Dank für das Interview, Herr Dr. Palm.

kontakt

curasan AG
Lindigstraße 4
63801 Kleinostheim
Tel.: 0 60 27/4 09 00-0
Fax: 0 60 27/4 09 00-29
E-Mail: info@curasan.de
www.curasan.de

ANZEIGE

ENDOPILOT[®]

Besuchen Sie uns auf der 7. Jahrestagung der DGEEndo in Stuttgart, vom 20.-22. November 2008

Das neue **all-in-one** Geräte-Konzept revolutioniert die **Endodontie**. Kein anderes Gerät auf dem Markt bietet aktuell diese Funktionsvielfalt. Die Kombination von maschineller **Aufbereitung** bei gleichzeitiger elektronischer **Längenbestimmung** bietet unschätzbare Vorteile. Die selbsterklärende Bedienung über das Touchdisplay erlaubt eine einzigartige schnelle Menüführung. Der **EndoPilot** passt sich Ihren Wünschen durch unterschiedliche Ausbaustufen an.

ApexLocator: Sichere Messung durch Vollisolation digitale Endometrie der neuesten Generation

EndoMotor: Präzise Drehmomentüberwachung mit integrierter Apexmessung sowie Feilenverschleiß Überwachung

DownPack: Vertikale Kondensation sekundenschnelle Erwärmung der Heizspitze

BackFill: Thermoplastische Wurzelkanalfüllung Pistole bietet optimale Kontrolle der Fließgeschwindigkeit der Guttapercha



Augmentationen gewinnen im Rahmen der Implantattherapie immer mehr an Bedeutung. Diese sogenannte „Guided-Bone-Regeneration“ ermöglicht die aus prothetischer Sicht optimale Implantatposition. Knochen- und davon abhängige Weichgewebdefekte lassen sich dadurch vollständig kompensieren. Eine Ergebnisverbesserung der Augmentation wird durch die Verwendung von autologem Knochenmaterial erreicht.



Abb. 1: Ausgangssituation mit vestibulärem Knochendefekt Regio 12.

Knochengewinnung einfach und effizient

Autor: Dr. Georg Bayer

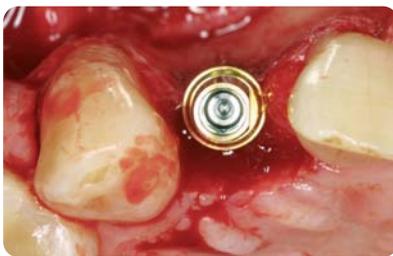


Abb. 2: Gut erkennbarer vestibulärer Knochendefekt nach Implantation.

Eine Voraussetzung für osteokonduktives versus osteoinduktives Aufbaumaterial ist der Einsatz geeigneter Materialien, die eine knöcherne Regeneration ermöglichen. Alle hierfür angebotenen Augmentationspartikel sind xenogen (tierischen Ursprungs) bzw. allogen (rein chemisch) und haben aufgrund ihrer Struktur und Zusammensetzung lediglich osteokonduktive Eigenschaften. Osteoinduktiv und somit ein biologisches Initial für Knochenbildung ist, von experimentellen Stoffen wie Bone morphogenic proteins abgesehen, bislang nur autologer Knochen. Er ist in der Lage, fehlenden Knochen binnen kurzer Zeit

biologisch vollwertig neu entstehen zu lassen, sowohl als alleiniges Augmentationsmaterial wie auch im Gemisch mit Xeno- oder Allografts. Problematisch bei der Gewinnung von Eigenknochen ist die Notwendigkeit des Sekundäreingriffs, insbesondere wenn dieser Eingriff im Bereich der Spina iliaca oder des Tibiakopfes erfolgen soll. Die Morbidität und somit die Akzeptanz beim Patienten erfordert eine strenge Indikation und sollte nur bei umfangreichen Knochendefekten in Form von Knochenblöcken zum Einsatz kommen. Für Kammaufbauten oder Sinusbodenelevation benötigt man weitaus geringere Knochenmengen, hierfür sind Spenderregionen im Kieferbereich ideal (Ramus-Aszendenz der UK-Retromolarregion, OK-Tubermaxillare- oder Kinnregion u.a.).

Umständliche Knochenentnahme aufgrund unzureichender Werkzeuge

Bislang wurden hierfür Knochenblöcke mit Säge oder Lindemannfräse entnommen, die

umständlich in Knochenmühlen oder -quet-schen zerkleinert werden mussten. Ebenfalls verwendete Knochenschaber haben den Nachteil, dass relativ große Schnitte zur Freilegung der Spenderknochenfläche notwendig sind, um ein Entlangführen des Kratzinstruments zu ermöglichen. Zudem dauerte es lange, bis die Spongiosaschicht erreicht wird, deren Knochenzusammensetzung die höchste osteogenetische Potenz hat. Auch der Preis dieser Einwegartikel ist nicht unerheblich. Der größte Nachteil der Block-Grafttechnik ist ein Mahlverlust von ca. 30% sowie der instrumentelle Aufwand an Kosten und Zeit für diese Mühlen. Herkömmliche Trepanfräsen haben den Nachteil, dass die gewonnenen Knochenzylinder in der Regel ebenfalls zerkleinert werden müssen und auf sie die vorgenannten Nachteile ebenfalls zutreffen.

K-System für einfache Knochenentnahme

Eine neuartige Trepan-Hohlfräse mit dem Namen „K-System“ von der Firma Dentak schafft

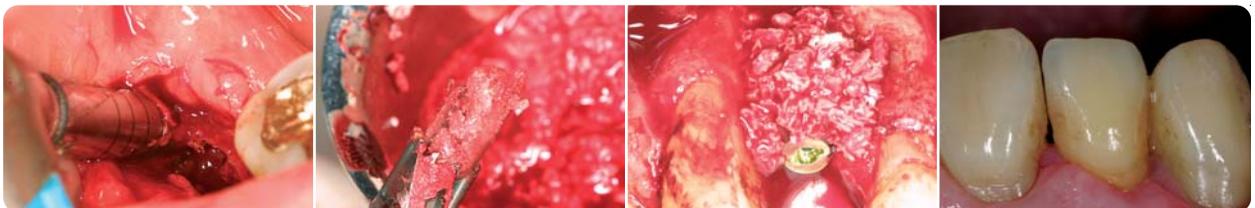


Abb. 3: Knochenentnahme Retromolar UK mit K-System Trepanfräse 5,2 mm. – Abb. 4: Bei Entnahme gewonnenes Knochenmaterial. – Abb. 5: Knochenaufbau mit Eigenknochen und Knochenersatzmaterial. – Abb. 6: Fertige Implantation.

10. EXPERTEN SYMPOSIUM

„Innovationen Implantologie“

FRÜHJAHRSTAGUNG DER DGZI 2009

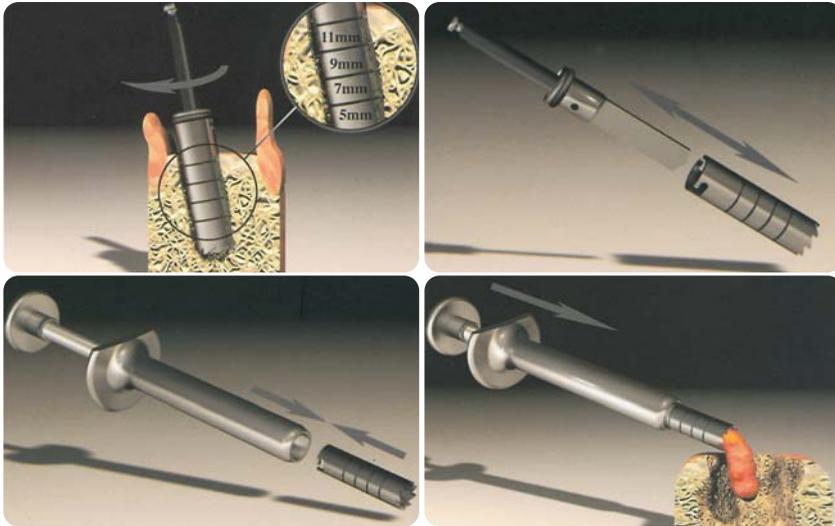


Abb. 7a–7d (jeweils v.l.n.r.): Vier einfache Schritte zur Knochengewinnung.

hier Abhilfe. Im Inneren der Trepanfräse befindet sich ein umlaufendes Mahlwerk, das die entnommenen Knochenstücke sofort zerkleinert. Die Tiefenmarkierung ermöglicht die exakte Festlegung der Eindringtiefe der Fräse in den Knochen, sodass das anatomisch sensible Areal in Nähe des Mandibularkanals nicht berührt wird. Erhältlich sind verschiedene Durchmesser, die je nach Breite und Zugang der Spenderregion eingesetzt werden. Der gewonnene Knochen wird mit einem Stößel einfach aus der Fräse entfernt und in das aufnehmende Knochenlager injiziert. Wir haben diese Trepanfräse seit einem Jahr als Standardinstrument im Einsatz und favorisieren die Knochenentnahme im Bereich der UK-Retromolarregion bzw. -Ramus-Aszendenz. Hierfür wählen wir eine laterale Schnittführung, belassen die Attached Gingiva des endständigen Molaren und stellen durch Mukoperiostspreizung den Knochen der Linea obliqua dar. Mit 3000 U/Min. entnehmen wir den Knochen, wobei wir immer auch in die Spongiosa vordringen. Zeitgleich werden mit einem separaten „Bone Collector“ mittels Sieb anfallende Späne gesammelt.

Autologes Blut zur Aufbewahrung der Eigenknochenpartikel

Zur Aufbewahrung der Eigenknochenpartikel wird autologes Blut – bevorzugt aus der Knochenwunde – verwendet. Dies verhindert die Auswaschung der biologisch wertvollen bone morphogenetic-Faktoren und hat überdies den Vorteil, dass dieses Spongiosadefektblut eine hohe Information für den Körper darstellt, Knochenheilung zu initiieren. Je nach zu regenerie-

render Defektgröße kann hier quasi beliebig Knochen entnommen werden. Postoperativ geben wir in die Entnahmestelle humane Knochenmatrix oder Gelatineschwamm, um eine rasche Defektauffüllung zu erreichen. Der gewonnene Eigenknochen wird mit xeno-genem bzw. allogenen Knochenaufbaumaterial gemischt, durch das Koagulieren des Defektbluts entsteht eine gelartige Konsistenz, mit der sehr gut modelliert werden kann.

Zusammenfassung

Der Einsatz der Trepanfräse „K-System“ bietet:

- ⌘ Einfache Entnahme von Eigenknochen, geringer chirurgischer Aufwand, geringe Morbidität.
- ⌘ Zeitgewinn, keine eigene Assistenz zur Bedienung einer Knochenmühle, Reinigung etc.
- ⌘ Kosteneffizienz, kein Einwegartikel, sehr gute Schneidleistung.

kontakt

American Dental Systems GmbH
 Johann-Sebastian-Bach-Straße 42
 85591 Vaterstetten
 Tel.: 081 06/3 00-3 00
 Fax: 081 06/3 00-3 10
 E-Mail: info@ADSystems.de
 www.ADSsystems.de



„Neue Materialien,
 neue Techniken!
 Wo liegt die
 Praxisrelevanz?“

08./09. Mai 2009 in Bonn
 Maritim Hotel Bonn

Bitte senden Sie mir das Programm zum
 10. Expertensymposium/Frühjahrstagung der
 DGZI am 08./09. Mai 2009 in Bonn zu.

Faxantwort
03 41/4 84 74-2 90

PRAXISSTEMPEL

In der zahnärztlichen Praxis hat man es sehr oft mit Wunden zu tun. Der nachfolgende Anwenderbericht beschäftigt sich mit der Physiologie der Wunde. Gleichzeitig werden verschiedene Möglichkeiten angesprochen, den Heilungsverlauf positiv zu beeinflussen. So lindert zum Beispiel das Miradont-Gel von Hager & Werken schmerzvolle Entzündungen im Mundraum und hemmt aufgrund von physikalischen Wirkmechanismen und natürlichen pflanzlichen Stoffen gefährliche Bakterien.



Gel zur Beschleunigung der Geweberegeneration

Autor: Dr. Peter Siegel

Unter einer Wunde versteht man einen Hautdefekt, bei dem auf unterschiedliche Art und Weise das Gewebe geschädigt wurde. Unterschieden wird dabei nach Tiefe der Wunde (oberflächliche oder tiefe Verletzung, Mitverletzung anderer Strukturen), der Keimfreiheit (aseptische vs. septische Wunden) sowie nach Lokalisation und Ausdehnung. Wunden im Zahn-, Mund- und Kieferbereich entstehen durch Verletzungen beim Reinigen der Zähne, durch Entzündungen als Folge von Pflegedefiziten (Plaque, Zahnstein), Systemerkrankungen (z. B. als Folge einer Strahlentherapie) sowie durch operative Eingriffe

(wie Parodontalbehandlung, Lippenbändchenentfernung, Extraktion).

Für alle so entstandenen Wunden hat der erfahrene Kollege sein eigenes Versorgungskonzept, denn verschiedene Wunden benötigen auch eine unterschiedliche Pflege. Fakt ist: Die Wundversorgung sollte den natürlichen Wundheilungsprozess in sanfter und effektiver Art fördern. Ziel ist es dabei zu verhindern, dass sich eine aseptische Wunde infiziert. Umgekehrt muss natürlich eine septische Wunde zur Entfernung der Keime immer auch gesäubert werden. Zu diesem Zweck sollte zunächst alles tote Gewebe entfernt

werden (Débridement), um die Integrität und Funktion des Organismus aufrechtzuerhalten. Auch glatte Wundränder ermöglichen eine raschere Heilung.

Ich darf Ihnen mit dem Miradont-Gel aus dem Hause Hager & Werken eine zusätzliche Möglichkeit aufzeigen, den Heilungsprozess günstig zu unterstützen und gleichzeitig den Wundschmerz schnell zu beseitigen.

Orthomolekularmedizin

Im Mittelpunkt der Orthomolekularmedizin steht die Verwendung von Vitaminen und Mineralstoffen zur Vermeidung und Behandlung von Krankheiten. Während diese alternative Methode in Deutschland noch fast völlig unbekannt ist, wurde sie in den USA bereits als offizielles Heilverfahren anerkannt. Das Miradont-Gel nimmt diese orthomolekulare Methode auf: Die optimale Zusammensetzung aus homöopathisch wirksamen Spurenelementen, Vitaminen und pflanzlichen Wirkstoffen, den sogenannten Mikronährstoffen, sorgt vor allem nach operativen Eingriffen für eine schnelle Heilung des Gewebes. Zu den Mikronährstoffen im Miradont-Gel gehören u. a. die antitoxischen Pflanzenwirkstoffe Bach-Nelkenwurz, Nachtkerze und schwarze Johannisbeere sowie die entzündungshemmenden Stoffe Holunder, rote Rose und Gewürznelke (siehe Tabelle 1 und 2). Das ebenso

Zusammensetzung von Miradont-Gel

Mineralien	Vitamine	Pflanzenwirkstoffe
Magnesiumlaktat	Vitamin A (Retinol, Carotinoide)	Geum rivale (Bach-Nelkenwurz)
Kupferglukonat	Vitamin E (Tocopherol)	Eugenia caryophyllata (Gewürznelke)
Zinklaktat	Vitamin C (Ascorbinsäure)	Sambucus nigra (schwarzer Holunder)
	Vitamin B2 (Riboflavin)	Rosa gallica (rote Rose)
	Vitamin B3 (auch PP genannt) (Nicotinsäureamid oder Niacin)	Vitis vinifera (roter Wein)
	Vitamin B5 (Pantothenensäure)	<ul style="list-style-type: none"> • Ribes nigrum (schwarze Johannisbeere) • Angelica archangelica (Engel- oder Brustwurz) • Oenothera biennis (Nachtkerze)

Tab. 1

Wirkung und Wirkstoffe von Miradont-Gel

Wirkung	Wirkstoff
analgetisch	Eugenia caryophyllata, Magnesium
antiseptisch	Geum rivale
blutbildend	Kupfer
Blutzirkulation regulierend	Traubenkernöl
entgiftend	Brustwurz, schwarze Johannisbeere
entzündungshemmend	Holunder, rote Rose, Nachtkerze, Gewürznelke, Kupfer
gefäßkontrahierend, blutstillend	Geum rivale, Rosa gallica
Gewebe regenerierend	Vitamin A
Gesunderhaltung der Haut	Vitamin B-Komplexe
Immunsystem stimulierend	Angelica archangelica, Zink, Kupfer, Vitamin A, B, C, E
freie Radikale bindend, antitoxisch	Traubenkernöl, Bach-Nelkenwurz, Nachtkerze, schwarze Johannisbeere, Kupfer
wundheilend	Zink, Rosa gallica, Ribes nigrum

Tab. 2

enthaltene Brustwurz, Zink und Kupfer sowie die Vitamine A, B, C und E stimulieren zusätzlich das Immunsystem und sind wesentlich an der Gewebepflege beteiligt.

Mikronährstoffgel

Durch das Wundtrauma müssen viele Stoffe zu den Heilungsmechanismen gebracht werden, die im Körper nicht sofort bereitstehen. Bei Miradont handelt es sich um ein Mikronährstoffgel zur oralmedizinischen Versorgung, bestehend aus Mineralien, Vitaminen und pflanzlichen Wirkstoffen. Durch die mikrofeine Partikelgröße der einzelnen Be-

standteile können diese sehr leicht von den sogenannten „Reparaturmechanismen“, die über Fibrinogen und Fibrin die wichtigen Mikrothromben bilden, aufgenommen werden. Aufgrund der essenziellen Wirkstoffe, die im Miradont Gel enthalten sind und die direkt von den Zellen vor Ort aufgenommen werden, wird nun die Wundheilung beim Patienten positiv beeinflusst.

Das Mikronährstoffgel, das frei von Alkohol, Saccharin, Menthol und Konservierungsstoffen ist, hat eine antiseptische, entzündungshemmende und schmerzlindernde Wirkung. Es ist besonders geeignet nach postoperativen Eingriffen und bei Parodon-

tosebehandlungen, Aphthen, Flechten, floriden Herpesläsionen und Prothesendruckstellen. Die Anwendung ist dabei denkbar einfach und sollte bis zum Abklingen der Beschwerden drei- bis fünfmal täglich wiederholt werden: Hierzu wird das geschmacksneutrale Gel mit einem Applikatortip oder Schaumstoffpellet direkt auf die Wunde aufgetragen. ◀

autor

Dr. med. dent.
Dipl.-Ing. Peter Siegel
Am Kohnenbühl 52/8
89129 Langenau
E-Mail: dr.peter.siegel@web.de

kontakt

Hager & Werken GmbH & Co. KG
Ackerstraße 1
47269 Duisburg
Tel.: 02 03/9 92 69-0
Fax: 02 03/29 92 83
E-Mail: info@hagerwerken.de
www.hagerwerken.de

IMPRESSUM**Verlagsanschrift**

OEMUS MEDIA AG, Holbeinstraße 29, 04229 Leipzig, Tel.: 03 41/4 84 74-0, Fax: 03 41/4 84 74-1 90, kontakt@oemus-media.de

Ein Supplement von



Redaktionsleitung	Dipl.-Kff. Antje Isbaner (V.i.S.d.P.)	Tel.: 03 41/4 84 74-1 20	a.isbaner@oemus-media.de
Redaktion	Claudia Schreiter Carla Schmidt	Tel.: 03 41/4 84 74-1 30 Tel.: 03 41/4 84 74-1 21	c.schreiter@oemus-media.de c.schmidt@oemus-media.de
Anzeigenleitung	Stefan Thieme	Tel.: 03 41/4 84 74-2 24	s.thieme@oemus-media.de
Grafik/Satz	Susann Ziprian	Tel.: 03 41/4 84 74-1 17	s.ziprian@oemus-media.de



Einfach sicher dokumentieren

Der Gesetzgeber verlangt sie, zum Schutz von Patienten, Arzt und Personal ist sie ein Gebot der Zeit: die lückenlose Dokumentation bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. Eine wichtige Voraussetzung bei der Aufbereitung von kritischen Medizinprodukten ist die Kennzeichnung von Sterilgut mit den sterilisationsrelevanten Informationen.



Mit dem Dokumentationskonzept „Lisa 500 Sterilizer + LisaSafe Etikettendrucker“ bietet W&H eine sichere und PC-unabhängige Lösung dieser Auf-

gabe. Auf Lisa ist Verlass! Lisa Sterilisatoren arbeiten mit einer „intelligenten“ Software, die die sichere Sterilisation jeglichen Ladeguts ausschließlich in „Klasse-B“-Zyklen gewährleistet und die jeweiligen Daten auf einer Speicherkarte dokumentiert. Nach erfolgreicher Sterilisation – und nur dann – wird LisaSafe autorisiert, Etiketten zu drucken. Sie geben Aufschluss über die Nummer des Sterilisators, die Chargennummer, das Datum der Sterilisation und die Lagerfrist des Sterilguts. Dies erfolgt auf Wunsch manuell oder automatisch. Vor einer Behandlung wird die Sterilgutverpackung geöffnet, die Etikette abgelöst und auf die Patientenkarte geklebt. Verwender einer Praxismanagement-Software können die Informationen auch über einen handelsüblichen

128-Bit-Barcodeleser in die Patientenkarte einspeisen.

Einfacher geht's nicht. Lisa 500 Sterilisator und LisaSafe Etikettendrucker bilden das patente Duo zu garantiert sicherer Sterilisation und deren einfacher, dabei aber völlig gesetzeskonformer Dokumentation. LisaSafe ist nach dem „Plug & Play“-System einfach zu installieren und wird ohne zusätzliche Software und völlig schulungsfrei betrieben.

Mehr Informationsmaterial über Lisa 500 und LisaSafe fordern Sie bitte bei Ihrem Dentaldepot an oder bei:

W&H Deutschland GmbH
Tel.: 0 86 82/89 67-0
www.wh.com

Dem Übel auf den Grund gehen

Nach Aussage des Herstellers ist das innovative Air-Flow handy Perio das erste und einzige tragbare Periogerät, das eine sichere und effektive Entfernung des subgingivalen Biofilms ermöglicht. Aufbauend auf der Erfolgsreihe des Air-Flow handy 2+ und des mit einem Innovationspreis ausgezeichneten Air-Flow Master, bekommt der Zahnarzt erneut ein ergonomisches Meisterstück an die Hand, mit dem es sich ausgezeichnet behandeln lässt und man dem Biofilm den Garaus macht. Im Zusammenspiel mit dem Air-Flow-Pulver Perio geht die Perio Flow-Einmal-Düse bis auf den Grund der Parodontaltaschen.

Mikroorganismen siedeln sich an und wachsen. Der Brutherd entwickelt einen eigenen Schutz: Keime lösen sich ab und besiedeln weitere Bereiche. Unter Umständen ist die Immunabwehr des Körpers machtlos. Um das Eindringen der Keime zu verhindern, löst der Körper „in Notwehr“ einen Knochenabbauprozess aus. Da der Biofilm die Bakterien gegen Pharmazeutika schützt, war eine Behandlung bisher sehr schwierig. Deshalb

will man bei EMS, unter dem Leitsatz „Air-Flow kills biofilm“, bei Anwendung der subgingivalen Prophylaxe, dem schädlichen Biofilm den Kampf ansagen. Auch könne der Zahnarzt mit dieser Methode die immer häufiger auftretende Periimplantitis bei Implantatpatienten effektiv behandeln.

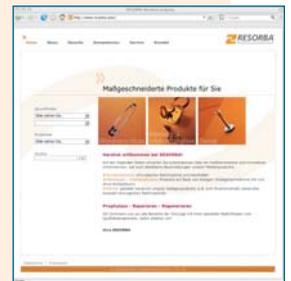


EMS Electro Medical Systems GmbH
Tel.: 0 89/42 71 61-0
www.ems-dent.de

Neuer Internetauftritt

RESORBA Wundversorgung GmbH + Co. KG aus Nürnberg, innovativer Partner für Kollagen- und Nahtmaterialprodukte, hat den Internetauftritt unter www.resorba.com grundlegend überarbeitet und aktualisiert. So spiegeln sich die Kernkompetenzen von RESORBA in den drei Geschäftsbereichen Wundverschluss, Hämostase/Infektophylaxe und Dentalwider.

Unter dem Motto „Prophylaxe, Reparieren und Regenerieren“ greifen die einzelnen Segmente nach dem Baukastensystem ineinander und ermöglichen kundenspezifische Lösungen. Neben der frischen und ansprechenden Grafik überzeugt die verbesserte Suchfunktion, die einen schnellen Zugriff auf alle Produkte und Fachbereiche ermöglicht. Details zum Unternehmen und Informationen zu Veranstaltungen und Serviceangeboten runden die Seite ab. In einem geschützten Fachbereich, der nur Ärzten zugänglich ist, können Videos zu verschiedenen Indikationen abgerufen werden. „Die Überarbeitung unseres Internetauftritts war schon lange fällig. Eine Standardlösung war für uns von Anfang an indiskutabel, weil wir mit unseren Kompetenzen und Möglichkeiten in keine Schublade passen. Die Struktur der neuen Homepage ist auf uns und damit auf unsere Kunden zugeschnitten – maßgeschneidert eben, wie alles von RESORBA“, kommentiert Claus M. Hiltner, Geschäftsführer und Inhaber der RESORBA Wundversorgung, den Relaunch der Seite.



RESORBA Wundversorgung GmbH + Co. KG
Tel.: 0 91 28/91 15-0
www.resorba.com

Sicherer Knochenaufbau

Als Goldstandard gilt bei knochen-aufbauenden Maßnahmen nach wie vor die Implantation autogenen Knochenmaterials. Allerdings besteht hierbei der Nachteil, dass ein zweites Wundgebiet eröffnet wird. Um dies zu vermeiden, können auch allogene oder xenogene Materialien verwendet werden. Doch bergen diese stets die Gefahr immunologischer Reaktionen sowie von Infektionen.

Eine sichere Alternative ist das synthetisch produzierte Knochenaufbaumaterial Nanos® von Dr. Ihde Dental. Nanos® wird in einem Sol-Gel-Verfahren erzeugt und zeichnet sich durch eine nanoporöse Struktur aus. Das Material besteht aus den beiden nanokristallinen Calciumphosphaten Hydroxylapatit (HA), der mineralische Hauptbestandteil des Knochens, und β -Tricalciumphosphat (β -TCP), eingebettet in eine Siliziumdioxidmatrix. Diese bindet die körpereigenen Proteine, wodurch der Körper Nanos® nicht als Fremdkörper empfindet. HA-Werkstoffe sind bioaktiv und biokompatibel. Weisen sie, wie im Fall von Nanos®, ein interkonnektierendes Porensystem auf, fördern sie das Einwachsen des umgebenden Knochens. Der Bestandteil β -TCP fördert die Resorbierbarkeit des Materials.

Nanos® empfiehlt sich für die Augmentation bei mehrwandigen Alveolardefekten, Defekten nach Extraktionen, Wurzelspitzenresektionen, Zystenentfernung, Osteotomien sowie für die Sinusbodenaugmentation in Kombination mit Implantaten. Dank der hohen Standfestigkeit und Plastizität des in feiner und grober Form erhältlichen Granulats ist die Anwendung einfach und komfortabel.

Dr. Ihde Dental GmbH
Tel.: 0 89/31 97 61-0
www.ihde-dental.de



Zähneputzen mit Ionen

Die neuartigen Alpha-Ion Zahnbürsten nutzen die natürliche Funktionsweise von Ionen. Die Borsten enthalten unter anderem negativ geladene Siliziumionen, welche aus dem japanischen Shi Zen Stein gewonnen werden. Die Negativ-Ionen werden beim Putzvorgang abgegeben und ziehen so den positiv geladenen Zahnbelag an. Zusätzlich ist ein medizinisches Hydroxylapatit (mHAP) auf den Borsten enthalten. Das Mineral mHAP entspricht im Wesentlichen dem natürlichen Zahnschmelz und wird während des Putzens abgegeben. Es gibt dem Zahnschmelz seinen natürlichen Glanz zurück, indem es Mikrorisse der Zahnoberfläche schließt und Mineraldefizite durch Kaliumzufuhr ausgleicht. Die Alpha-Ion Zahnbürste ermöglicht eine sanfte Reinigung mit geringer Abrasion, erhöht den Speichelfluss und stabilisiert den pH-Wert.

Die besondere Wirkung der Alpha-Ion Technologie hält im täglichen Gebrauch einige Wochen, bis die Funktionskette durch den Abrieb und das Auslösen aus den Borsten unterbrochen wird. Die Zahnbürste kann jedoch ganz normal weiterverwendet werden. Sie ist in drei Varianten erhältlich. Carebrush (türkisgrün) für eine bessere tägliche Zahnreinigung, Interbrush (pink) mit herausragendem Bürstenkranz für die Reinigung des Zahnzwischenraums und Perio-brush (hellblau) für die Reinigung hypersensibler Zähne und bei gereiztem Zahnfleisch (Parodontitis) sowie nach einer Parodontosebehandlung. Jede Bürste ist mit einer Schutzkappe ausgestattet.

Hager & Werken GmbH & Co. KG
Tel.: 02 03/9 92 69-0
www.hagerwerken.de, www.miradent.info



Kostengünstige Augmentationen

Wissenschaftlich ist derzeit unstrittig, dass autologer Knochen, soweit er verfügbar ist, das ideale Material zur Knochenaugmentation darstellt. Um bereits beim Bohren für die Insertion von Implantaten möglichst vollständig das Knochenmaterial zu gewinnen, hat die Firma Schlumbohm den Titan-Knochenfilter KF-T3 entwickelt (s. Abb.). Dieser sammelt die anfallenden Späne, um sie neben dem eigentlichen Transplantat bei der Augmentation verwerten zu können. Der Filter zeichnet sich durch eine leichte Bedienung und eine

besonders große Filterfläche aus, was ein unterbrechungsfreies Arbeiten garantiert. Bei den für die Augmentation vorliegenden Knochendefekten handelt es sich zumeist um unregelmäßig begrenzte Areale unterschiedlicher Größe. Die präparierten monokortikalen Knochenblöcke haben hingegen eine eher konfektionierte Form und somit häufig den Nachteil, dass sie nur schlecht im vorgesehenen Areal adaptiert und fixiert werden können. Darüber hinaus unterliegen die in toto transplantierten Knochenblöcke einer unverhältnismäßig großen Resorption. Um das Behandlungsergebnis deutlich zu verbessern, ist es somit sinnvoll, das angebotene Knochenmaterial zu zerkleinern. Das Zerspanen des Kno-

chens bietet neben der besseren Adaptionsfähigkeit den Vorteil, dass die Vaskularisation aus der Umgebung des Transplantates verbessert wird. Technisch lässt sich das Verfahren mittels speziell dafür entwickelter Knochenmühlen realisieren. Die Antwort auf den Wunsch vieler Implantologen nach einer handlichen, nahezu verlustfrei arbeitenden Mühle ist die KM-3. Sie ist ein innovatives, praxiserprobtes Produkt der Firma Schlumbohm für diesen Anwendungsbereich. Die kompakte KM-3 erlaubt ein gezieltes Zerkleinern autologer Knochenstücke.

Schlumbohm GmbH & Co. KG
Tel.: 0 43 24/89 29-0
www.schlumbohm.de





Bald auch in Ihrer Stadt!

Informieren Sie sich über die DHC-Aufnahmebedingungen und Zertifizierungsworkshops 2008 unter www.dentalhighcare.com oder DHC-Hotline **02323-99 49 614**
mo-fr, 8.30 Uhr - 16.30 Uhr

„Im DHC-Netzwerk zählt Nachhaltigkeit und Seriosität. Wir halten nichts von Slogans wie ‚Neue Zähne in einer Stunde‘. Unser Team setzt auf Qualität. Dental High Care verbindet uns mit Gleichgesinnten. So gelingt ein wissenschaftlicher und patientenorientierter Austausch auf hohem Niveau.“ **Dr. med. dent. Klaus Musebrink, Zahnarzt, Fachzahnarzt für Parodontologie, Zahnärztliche Praxisklinik Musebrink-Gruppe Dortmund. DHC-zertifiziert für Implantologie und Parodontologie.**

100% Zahnarzt aus Leidenschaft!

Patienten- und qualitätsbewusste Zahnärzte sind ab sofort so einfach und zuverlässig erkennbar wie Top-Hotels und Feinschmeckerrestaurants – an den fünf Sternen des Dental High Care-Praxisnetzwerks. Vor der Aufnahme prüfen unabhängige Wissenschaftler die Bewerber anhand strenger Kriterien in den Bereichen Behandlungsqualität in den Praxisschwerpunkten, Praxismanagement und Patientenorientierung. **DHC-Zahnärzte geben ihren Patienten auf ausgewählte zahnmedizinische Leistungen die doppelte gesetzliche Garantie.**

Nutzen Sie die Stärke von Dental High Care für Ihren bundesweiten Auftritt:

- ★ Positionierung der Praxis im High-Quality-Segment
- ★ Patientengewinnung durch professionelle Kommunikation
- ★ Bundesweite Medienkampagnen
- ★ Gebietsschutz für zertifizierte Schwerpunkte
- ★ Internationaler Expertenaustausch



MHH
Medizinische Hochschule
Hannover

Dokumentierte Behandlungsqualität nach Richtlinien der Universität Marburg
Qualitätsmanagement und Patientenorientierung zertifiziert durch die Medizinische Hochschule Hannover



Dental High Care
Stark im Netzwerk