

Das Thema Knochenersatzmaterialien oder Knochenregeneration und die Frage, ob man besser Xenografts, Allografts oder synthetisch generierte Materialien einsetzt, verursacht in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und der dentoalveolären Chirurgie immer noch kontroverse Diskussionen. Der folgende Artikel zeigt die Risiken und Vorzüge etablierter Bone Grafts und warum der Autor synthetische Knochenregenerationsmaterialien bevorzugt.



Vergleich von Knochenersatzmaterialien

Risiken und Vorzüge synthetischer und boviner Materialien

Dr. Robert J. Miller, MA, DDS, FACD, DABOI

Heute gibt es keinerlei Zweifel mehr am Fortschritt und den guten klinischen Erfahrungen, die in den letzten zwei Dekaden mit biomime-

tischen Materialien gemacht wurden. Die hauptsächliche Diskussion besteht darin, Knochenersatz unter Beibehaltung des Volumens und keiner oder

extrem langsamer Resorption gegen ein komplett degradierbares und in körpereigenen Knochen umwandelbares, regeneratives Material mit

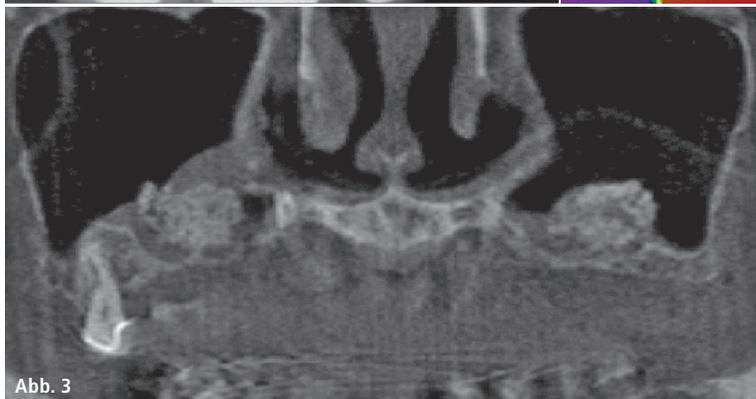
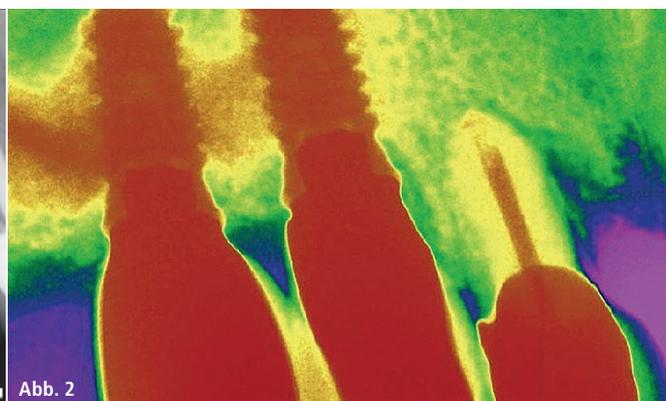
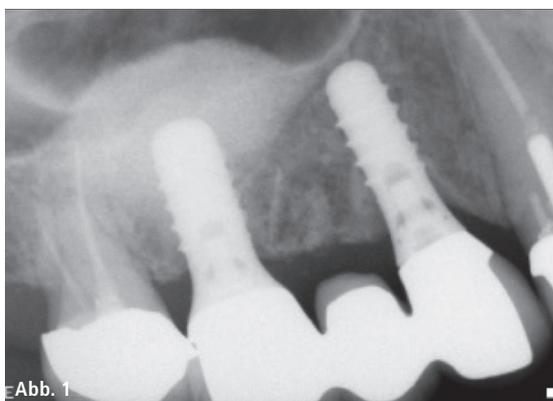


Abb. 1 und 2: Zwei verschiedene Materialien nach sieben Jahren im Vergleich. – **Abb. 3 und 4:** Klinisch zeigt das Knochenersatzmaterial keine Vitalität. Im Röntgenbild ist die deutliche Demarkierung zum Empfängerknochen zu sehen.

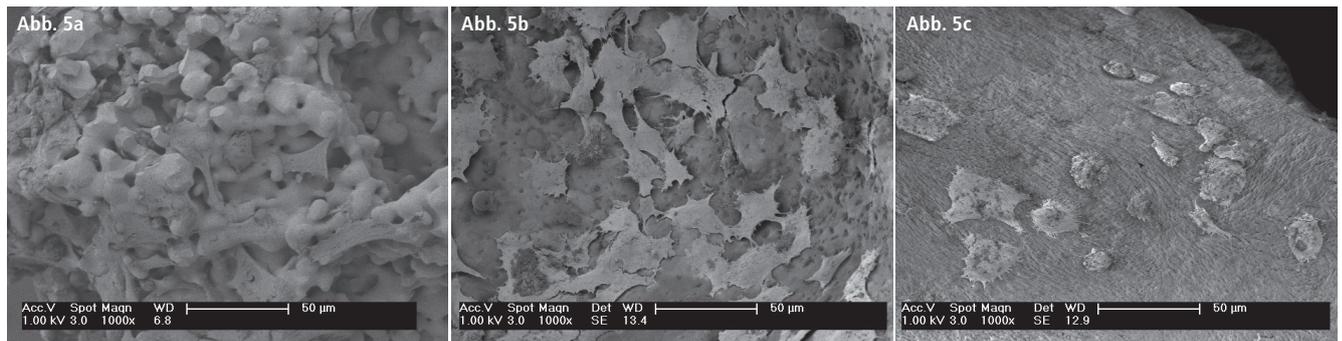


Abb. 5a–c: Vergleichender Test verschiedener keramischer Knochenersatzmaterialien mit humanen Osteoblasten (SAOS-2).

einem unvermeidbaren, aber kontrollierten Volumenverlust abzuwägen. Alloplastische Materialien und Xenografts gleichen sich makroskopisch und radiologisch und haben weitgehend gleiche Handling-Eigenschaften. Aber hier enden die Gemeinsamkeiten bereits. Die messbaren Parameter für einen erfolgreichen Knochenaufbau sind die radiologische Interpretation und die Beibehaltung des augmentierten Volumens. Weitaus anspruchsvoller ist die Interpretation der Resorptionsrate – der Anteil an vitalem neugeschaffenem Knochen und die Knochendichte. Ebenso bedeutsam sind Komplikations- und Misserfolgsrate und ob das Material osteoinduktive Eigenschaften aufweist oder nur osteokonduktiv ist.

Fallbeispiele

In den Röntgenbildern des ersten Falls sehen wir zwei Materialien im Vergleich nach einer Liegedauer von sieben Jahren. Beide Materialien gewährleisten das Volumen für eine dauerhafte Integration der Implantate, aber während das synthetische Material komplett resorbiert und in vitalem Knochen umgewandelt wurde, weist das bovine Material keinerlei Anzeichen einer Resorption oder Transformation auf (Abb. 1 und 2). Obwohl das Xenograft nicht resorbiert wurde, ist in diesem Fall eine stabile Implantatsituation zu sehen.

Der zweite Fall führt uns die Hauptkomplikation, welche mit Knochenaufbaumaterial bovinen Ursprungs einhergeht, vor Augen. Der Knochenersatz wurde eingehüllt und reaktives, entzündliches Bindegewe-

be abgestoßen. Klinisch zeigt das Ersatzmaterial weder Vitalisierung noch Kontakt zum Wirtsknochen (Abb. 3 und 4). Vollständig resorbierbare alloplastische Materialien wie phasenreines Beta-Tricalciumphosphat (β -TCP) zeigen diese Reaktionen nicht. CERASORB[®] M, ein zu mehr als 99 % phasenreines β -TCP mit einer polygonalen, offenen Zellstruktur und interkonnektierenden Poren, erlaubt eine schnelle Migration der Osteoblasten und eine komplette Transformation zu körpereigenem, vitalem Knochen in sechs bis neun Monaten. Da es keinerlei biologische Vorgeschichte hat und der Herstellungsprozess die absolute Abwesenheit von Mikroben und Pyrogenen gewährleistet, kann der Gebrauch des Materials als unkritisch eingestuft werden.

In Zellkulturen weist das β -TCP einen signifikanten Vorteil gegenüber bovinen Materialien auf, da es zu einer frühen Kolonisation mit Osteoblasten kommt, wie die Studien von Bernhard A. et al. in 2010 beweisen (Abb. 5a–c).¹

Ein weiterer wichtiger Grund für den Gebrauch von hoch resorbierbaren Alloplasten ist der biologische Effekt der Resorption der Kalziumphosphate (Abb. 6). Während

der resorptiven Phase kommt es zu einer Unterstützung durch die freigesetzten freien Ca^{2+} -Ionen. Mehrere Studien belegen die Bedeutung des Kalziums für die Proliferation von Osteoklasten und die Osteoinduktion, was wichtig für die Knochenneubildung ist.^{2–6} Weitere Parameter für die Beurteilung eines Knochenregenerations- oder Knochenersatzmaterials sind:

Primäre Partikelgröße

Um zelluläre Degradation und Phagozytose zu vermeiden, ist eine Mindestpartikelgröße von $10\ \mu\text{m}$ erforderlich. Dies garantiert die Stabilität des Gerüsts und auch die interkonnektie-

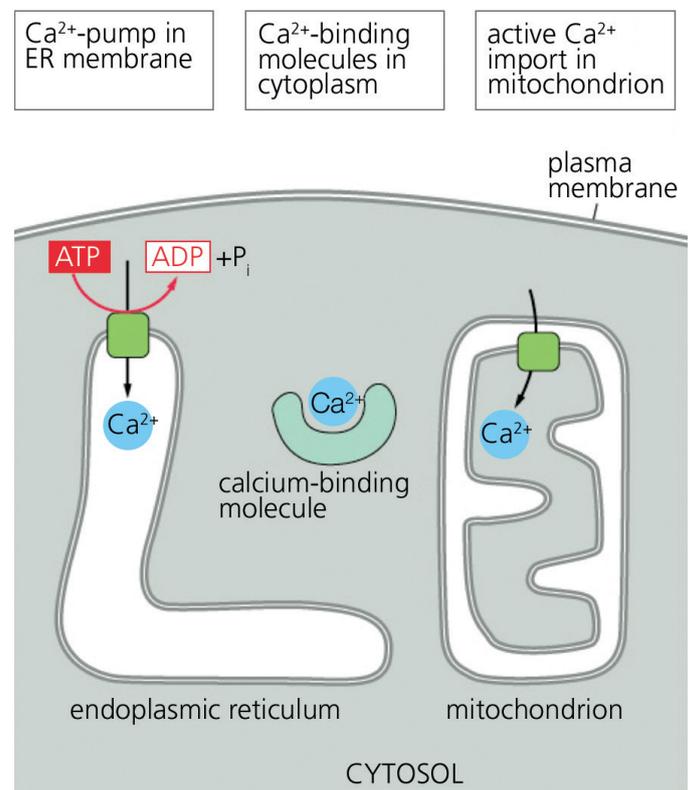


Abb. 6: Ca²⁺-Funktion.

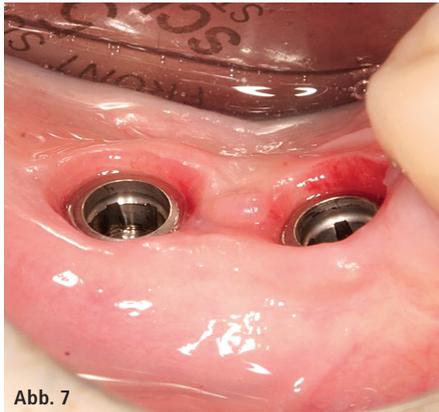


Abb. 7



Abb. 8

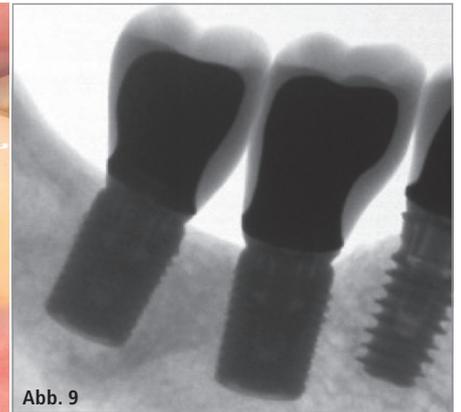


Abb. 9

Abb. 7: Gesunde Schleimhautverhältnisse und solide inkorporierte Implantate. – **Abb. 8 und 9:** Nach einem Jahr sind entzündungsfreie Weichgewebe und eine komplette Knochenregeneration im augmentierten Bereich zu sehen.

rende Mikroporosität. Granulate mit einer Partikelgröße unter $10\ \mu\text{m}$ stimulieren die Phagozytose durch die Anziehung von Makrophagen und führen zu einem unbeabsichtigten und kontraproduktiven Verlust des Knochenersatzmaterials im Defekt. Die Folgen sind eine Entzündung und eine unvollständige bzw. keine Knochenregeneration.⁷

Stabilität des Gerüsts

Ein zu früher Abbau in Mikropartikel provoziert die Aktivität von phagozytierenden Makrophagen und Riesenzellen. Dies verursacht eine unspezifische immunologische Reaktion, die die Regeneration unterbindet und im schlimmsten Fall zu einer ausgedehnten Entzündung führt.

Offenzellige und spongiöse Struktur mit interkonnektierenden Poren

Diese Eigenschaften garantieren eine kontinuierliche und ungehinderte Migration von Blutgefäßen und zügige Osseointegration.

Biokompatibilität

Die Biokompatibilität eines Knochenersatzmaterials wird im Allgemeinen in einem In-vitro-Versuch durch die beschleunigte Besiedelung mit vitalen Zellen demonstriert.⁸ Materialien mit einer knochenähnlichen Struktur haben in diesem Zusammenhang einen klaren Vorteil.

Indikationen und Beispiele

Auffüllen und Rekonstruktion von mehrwandigen knöchernen Defek-

ten, z. B. Zysten, Alveolarkamm- und Alveolenerhalt, sowie Sinusbodenelevationen sind typische Indikationen für den Einsatz von synthetischen Knochenregenerationsmaterialien.

Alveolarkammaufbau mit Implantation

Das Bild zeigt gesunde Schleimhautverhältnisse und solide inkorporierte Implantate (Abb. 7). Nach einem Jahr kann ein entzündungsfreies perimplantäres Gewebe und eine vollständige Knochenregeneration im augmentierten Bereich nachgewiesen werden (Abb. 8 und 9).

Zusammenfassung

Heute steht eine große Auswahl an verschiedensten Knochenersatz- und Regenerationsmaterialien für den Erhalt und den Aufbau des alveolären Knochens zur Verfügung, die unterschiedlichste Therapieansätze ermöglichen. Nach mehr als 20 Jahren Erfahrung mit synthetischen Knochenregenerationsmaterialien können keine Nachteile gegenüber Materialien biologischen Ursprungs festgestellt werden. Die offensichtlichen Nachteile der bovinen Materialien liegen in einem signifikant niedrigeren Anteil an vitalem Knochen und einem resultierenden niedrigeren Belastungsmodus. Sie resorbieren nicht, oder nur extrem langsam, und stellen kein freies Kalzium zur Verfügung, sodass ihre einzige Funktion die eines Defektfüllers ist. Der hauptsächliche Nachteil liegt jedoch in dem nicht ge-

ringen Risiko, Fremdkörperreaktionen hervorzurufen und somit eine weitaus aufwendigere Patientenaufklärung zu erfordern.

Das synthetische Knochenregenerationsmaterial (CERASORB® M) ist hoch resorbierbar und wird schnell durch körpereigenen Knochen ersetzt. Es stellt freie Kalziumionen zur Verfügung (Osteoinduktivität) und führt so zu einem hohen Anteil an vitalem Knochen. Ebenso weist es einen höheren Belastungsmodus durch eine erhöhte Knochendichte auf. Nicht zuletzt provoziert es keine Fremdkörperreaktionen und birgt keinerlei Risiken einer Prionenübertragung – es ist sicher.

Kontakt

**Dr. Robert J. Miller,
MA, DDS, FACD, DABOI**

The Center For Advanced
Aesthetic & Implant Dentistry
16244 South Military Trail, Suite 260
Delray Beach, FL 33484, USA
Tel.: +1 561-499-5665
dentalimplantsdelraybeach.com

Septanest mit Adrenalin 1/100.000 und Septanest mit Adrenalin 1/200.000. Verschreibungspflichtig.

Zusammensetzung: Arzneilich wirksame Bestandteile: Septanest 1/100.000: 1 ml Injektionslösung enthält 40,000 mg Articainhydrochlorid, 0,018 mg Epinephrinhydrogentartrat (entspricht 0,010 mg Epinephrin). Septanest 1/200.000: 1 ml Injektionslösung enthält 40,000 mg Articainhydrochlorid, 0,009 mg Epinephrinhydrogentartrat (entspricht 0,005 mg Epinephrin).

Sonstige Bestandteile: Natriummetabisulfit (Ph. Eur.) 0,5 mg (entsprechend 0,335 mg SO₂), Natriumchlorid, Natriumedetat (Ph. Eur.), Natriumhydroxid, Wasser für Injektionszwecke.

Anwendungsgebiete: Infiltrations- und Leitungsanästhesie bei Eingriffen in der Zahnheilkunde, wie: Einzel- und Mehrfachextraktionen, Trepanationen, Apikalresektionen, Zahnfachresektionen, Pulpektomien, Abtragung von Zysten, Eingriffe am Zahnfleisch.

Hinweis: Dieses Produkt enthält keine Konservierungsstoffe vom Typ PHB-Ester und kann daher Patienten verabreicht werden, von denen bekannt ist, dass sie eine Allergie gegen PHB-Ester oder chemisch ähnliche Substanzen besitzen.

Gegenanzeigen: Septanest mit Adrenalin darf aufgrund des lokalnästhetischen Wirkstoffes Articain nicht angewendet werden bei: bekannter Allergie oder Überempfindlichkeit gegen Articain und andere Lokalanästhetika vom Säureamid-Typ, schweren Störungen des Reizbildungs- oder Reizleitungssystems am Herzen (z. B. AV-Block II. und III. Grades, ausgeprägte Bradykardie), akuter dekompensierter Herzinsuffizienz (akutes Versagen der Herzleitung), schwerer Hypotonie, gleichzeitiger Behandlung mit MAO-Hemmern oder Betablockern, Kindern unter 4 Jahren, zur intravasalen Injektion (Einspritzen in ein Blutgefäß). Aufgrund des Epinephrin (Adrenalin)-Gehaltes darf Septanest mit Adrenalin auch nicht angewendet werden bei Patienten mit: schwerem oder schlecht kompensiertem Diabetes, paroxysmaler Tachykardie oder hochfrequenter absoluter Arrhythmie, schwerer Hypertonie, Kammerwinkelglaukom, Hyperthyreose, Phäochromozytom, sowie bei Anästhesien im Endbereich des Kapillarkreislaufes.

Warnhinweis: Das Arzneimittel darf nicht bei Personen mit einer Allergie oder Überempfindlichkeit gegen Sulfit sowie Personen mit schwerem Asthma bronchiale angewendet werden. Bei diesen Personen kann Septanest mit Adrenalin akute allergische Reaktionen mit anaphylaktischen Symptomen wie Bronchialspasmus auslösen. Das Arzneimittel darf nur mit besonderer Vorsicht angewendet werden bei: Nieren- und Leberinsuffizienz (im Hinblick auf den Metabolisierungs- und Ausscheidungsmechanismus), Angina pectoris, Arteriosklerose, Störungen der Blutgerinnung. Das Produkt soll in der Schwangerschaft und Stillzeit nur nach strenger Nutzen-Risiko-Abwägung eingesetzt werden, da keine ausreichenden Erfahrungen mit der Anwendung bei Schwangeren vorliegen und nicht bekannt ist, ob die Wirkstoffe in die Muttermilch übergehen.

Nebenwirkungen: Toxische Reaktionen (durch anomal hohe Konzentration des Lokalanästhetikums im Blut) können entweder sofort durch unbeabsichtigte intravasculäre Injektion oder verzögert durch echte Überdosierung nach Injektion einer zu hohen Menge der Lösung des Anästhetikums auftreten. Unerwünschte verstärkte Wirkungen und toxische Reaktionen können auch durch Injektion in besonders stark durchblutetes Gewebe eintreten.

Zentralnervöse Symptome: Nervosität, Unruhe, Gähnen, Zittern, Angstzustände, Augenzittern, Sprachstörungen, Kopfschmerzen, Übelkeit, Ohrensausen,



MANAGING PAIN FOR YOUR PRACTICE



SEPTANEST

Mit 4 Injektionen jede Sekunde weltweit das bevorzugte Lokalanästhetikum der Zahnärzte*.

Zugelassen von 70 Gesundheitsbehörden (u. a. FDA und EMEA) auf der ganzen Welt entspricht Septanest den höchsten Qualitätsstandards.

Latex kann Allergien verursachen. Septanest ist 100% latexfrei und kommt während des gesamten Herstellungsprozesses nie mit Latex in Berührung.

Eine gute Entscheidung.

Wir unterstützen Sie in allen Bereichen der schmerzfreien Behandlung.

* Septanest wird in anderen Ländern auch unter dem Namen Septocaine oder Medicaine vertrieben

Schwindel, tonisch-klonische Krämpfe, Bewusstlosigkeit, Koma. Sobald diese Anzeichen auftreten, müssen rasch korrektive Maßnahmen erfolgen, um eine eventuelle Verschlimmerung zu vermeiden. Respiratorische Symptome: erst hohe, dann niedrige Atemfrequenz, die zu einem Atemstillstand führen kann.

Kardiovaskuläre Symptome: Senkung der Kontraktionskraft des Herzmuskels, Senkung der Herzleistung und Abfall des Blutdrucks, ventrikuläre Rhythmusstörungen, pektanginöse Beschwerden, Möglichkeit der Ausbildung eines Schocks, Blässe (Cyanose), Kammerflimmern, Herzstillstand. Seltener kommt es zu allergischen Reaktionen gegenüber Articain, Parästhesie, Dysästhesie und Störung des Geschmacksempfindens.

Besondere Hinweise: Aufgrund des Gehaltes an Sulfit kann es im Einzelfall insbesondere bei Bronchialastmatikern zu Überempfindlichkeitsreaktionen

kommen, die sich als Erbrechen, Durchfall, keuchende Atmung, akuter Asthmaanfall, Bewusstseinsstörung oder Schock äußern können.

Bei operativer, zahnärztlicher oder großflächiger Anwendung dieses Arzneimittels muss vom Zahnarzt entschieden werden, ob der Patient aktiv am Straßenverkehr teilnehmen oder Maschinen bedienen darf.

Handelsformen: Packung mit 50 Zylinderampullen zu 1,7 ml Injektionslösung. (Septanest 1/100.000 oder 1/200.000) im Blistert.

Pharmazeutischer Unternehmer: Septodont GmbH – 53859 Niederkassel Stand: 05/2015

Gekürzte Angaben – vollständige Informationen siehe Fach- bzw. Gebrauchsinformation.