

# Knochenersatzmaterialien im Vergleich

Risiken und Vorzüge synthetischer und boviner Materialien. Von Dr. Robert J. Miller, MA, DDS, FACD, DABOI, Delray Beach, Florida, USA.

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.

Heute gibt es keinerlei Zweifel mehr am Fortschritt und den guten klinischen Erfahrungen, die in den letzten zwei Dekaden mit biomimetischen 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 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. Weitanspruchsvoller ist die Interpretation der Resorptionsrate – der Anteil an vitalem neu geschaffenen 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 vitalen 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 Bindegewebe abgestossen. Klinisch zeigt das Ersatzmaterial weder Vitalisierung noch Kontakt zum Wirtsknochen (Abb. 3 und 4). Vollständig resorbierbare alloplastische Materialien wie phasenreines Beta-Tricalciumphosphat ( $\beta$ -TCP) zeigen diese Reaktionen nicht. CERASORB® M, ein zu mehr als 99 Prozent phasenreines  $\beta$ -TCP mit einer polygonalen, offenen Zellstruktur und interkonnektierenden Poren, erlaubt eine schnelle Migration der Osteoblasten

und eine komplette Transformation zu körpereigenem, vitalen 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  $\beta$ -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).<sup>1</sup>

Ein weiterer wichtiger Grund für den Gebrauch von hoch resorbierbaren Alloblasten ist der biologische Effekt der Resorption der Kalziumphosphate (Abb. 6). Während der resorptiven Phase kommt es zu einer Unterstützung durch die freigesetzten freien  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen. Mehrere Studien belegen die Bedeutung des Kalziums für die Proliferation von Os-

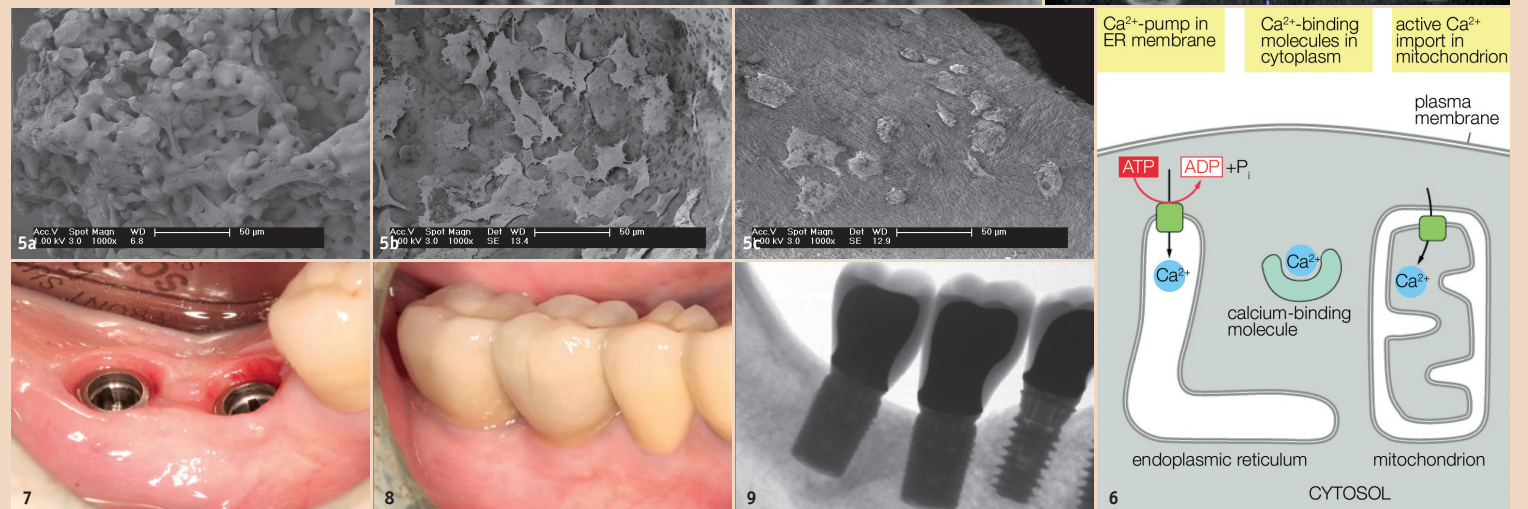


Abb. 1 und 2: Zwei verschiedene Materialien nach sieben Jahren im Vergleich. – Abb. 3 und 4: Klinisch zeigt das Knochenersatzmaterial keine Vitalität. Im Röntgenbild ist die deutliche Demarkierung zum Empfänger Knochen zu sehen. – Abb. 5: Vergleichender Test verschiedener keramischer Knochenersatzmaterialien mit humanen Osteoblasten (SAOS-2). – Abb. 6:  $\text{Ca}^{2+}$ -Funktion. – 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.

teoklasten und die Osteoinduktion, was wichtig für die Knochenneubildung ist.<sup>2–6</sup>

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 interkonnektierende 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.<sup>7</sup>

### 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.<sup>8</sup> Materialien mit einer knochenähnlichen Struktur haben in diesem Zusammenhang einen klaren Vorteil.

### Indikationen und Beispiele

Auffüllen und Rekonstruktion von mehrwandigen knöchernen Defekten, 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 periimplantäres Gewebe und

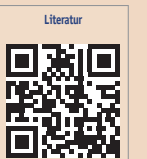
eine vollständige Knochenregeneration im augmentierten Bereich nachgewiesen werden (Abb. 8 und 9).

## 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 geringen 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 Priorenübertragung – es ist sicher. [DOI](#)



## 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

