

J. H. Koch

# Neue Strategien für die periimplantäre Regeneration

## 5. Internationales Osteology Symposium mit Schwerpunkt Weichgewebsmanagement

Wer Gewebe erfolgreich regenerieren will, benötigt ein klares Konzept. Das notwendige Wissen holten sich rund 2.500 Teilnehmer beim Internationalen Osteology Symposium vom 10. bis 12. Mai 2007 in Monaco. Anerkannte Experten aus aller Welt verrieten dort ihre Rezepte für ein zuverlässiges ästhetisches Gewebemanagement. Neben neuen Ergebnissen zum Thema Alveolenerhaltung wurden experimentelle Materialien zum Ersatz von Bindegewebstransplantaten vorgestellt.

„Wer ein großes Ziel erreichen möchte, muss sich mental vorbereiten.“ Zur Eröffnung des Symposiums berichtete der österreichische Bergsteiger Reinhold Messner, wie er während seiner Alleinbesteigung des Mount Everest ohne Sauerstoff in eine Gletscherspalte gefallen war. Er beschloss, wegen der schwierigen Wetterlage die Expedition im Falle seines Überlebens abzubrechen. Messner konnte sich retten, vergaß seinen Vorsatz - und setzte den Aufstieg fort. Seinen unbedingten Willen führte er darauf zurück, dass er sich über einen Zeitraum von zwei Jahren Tag für Tag auf sein Ziel konzentriert hatte.

Die Rekonstruktion von Knochen und Weichgewebe ist ein weniger spektakuläres Unterfangen. Doch nannte Messner mit der mentalen Vorbereitung ein Prinzip, das auch für die Regeneration gilt: Der Erfolg einer chirurgischen Maßnahme hängt zu 75% von der richtigen Therapie-Entscheidung und anderen nicht-technischen Faktoren ab - und nur zu 25% vom Geschick des Behandlers [6]. Eine fundierte Indikationsstellung, Methodik und Materialauswahl ist daher von größter Bedeutung.

### Volumenerhalt nach Extraktionen

Nach Extraktionen wird Knochen und in der Folge bedeckendes Weichgewebe

abgebaut [1]. Dieser Gewebeverlust ist offenbar genetisch festgelegt und beeinträchtigt in vielen Fällen das ästhetische Ergebnis einer nachfolgenden Implantat- oder Brückenversorgung. Das Einbringen von Knochen oder Ersatzmaterialien unmittelbar nach der Zahnentfernung soll den Volumenverlust und nach Möglichkeit den Knochenabbau aufhalten. Hierfür wurde eine ganze Reihe von Materialien mehr oder weniger erfolgreich getestet [3].

Mit einem kollagenhaltigen natürlichen Knochenmineral (Bio-Oss Collagen, Geistlich Biomaterials) gelingt es nach ersten tierexperimentellen Studienergebnissen, das Weichgewebe effektiv zu stützen und einer Verkürzung der Epitheldecke über dem Defekt entgegenzuwirken [4]. Auch der alveoläre Knochen wird durch diese Maßnahme offenbar stabilisiert [7].

In Monaco wurden diese Beobachtungen durch eine neue, noch nicht publizierte Untersuchung aus der Arbeitsgruppe des emeritierten Professors Jan Lindhe (Göteborg, Schweden) untermauert. Prof. Dr. Lindhe ist einer der führenden Forscher auf dem Gebiet der periimplantären Gewebe. Im Tierversuch (Hund) konnte er nachweisen, dass das Volumen im koronalen Drittel der Alveole durch Einbringen von Bio-Oss Collagen in die Alveole und über die bukkale Knochenlamelle vollstän-

dig erhalten bleibt. Die Weichgewebsdecke über der Alveole blieb bis drei Monate nach der Extraktion stabil, im Gegensatz zur Kontrollgruppe ohne Socket Preservation.

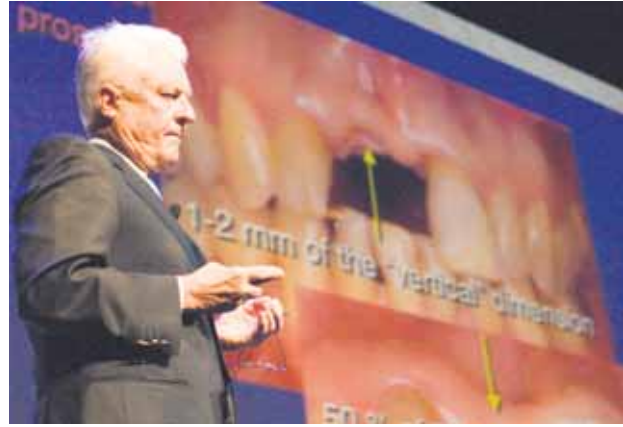
Der als Bundle Bone bezeichnete Anteil der bukkalen Knochenlamelle, in den desmodontale Fasern einstrahlen, resorbiert nach Extraktionen und wird nur teilweise durch Geflechtknochen ersetzt. Da der krestale Anteil der bukkalen Lamelle vollständig aus Bündelknochen bestehen kann, tritt häufig ein vertikaler Verlust auf (im Hundemodell durchschnittlich 1,3 mm Abbau). Dieser Verlust konnte im Tierversuch durch die Füllung der Alveole mit Bio-Oss Collagen zum Teil kompensiert werden.

Prof. Lindhes Ergebnisse werden von einer Arbeitsgruppe aus München (Deutschland) bestätigt, die in Monaco für ihr wissenschaftliches Poster den Preis der Osteology-Foundation erhielt (Fickl und Mitarbeiter, Arbeitsgruppe Hürzeler). Die klinische Bedeutung dieser Beobachtungen ist darin zu sehen, dass die Knochenresorption teilweise aufgehalten wird und bei einer späteren Implantation oder Augmentation mehr Gewebe für die plastische Deckung zur Verfügung steht.

Der Volumenerhalt gelang laut Prof. Lindhe unter der Voraussetzung, dass das Koagulum auf Höhe der alveolären Knochenkante stabilisiert werden konnte, die Weichteile dicht vernäht und eine Infektionskontrolle durchgeführt wurde. In einem weiteren Referat zum Thema Alveolenerhaltung zeigte Dr. Karl-Ludwig Ackermann, niedergelassen in Filderstadt (Deutschland), dass die Anwendung von Bio-Oss Collagen auch ohne Deckung mit Weichgewebe



**Abbildung 1** „Bei großen Zielen ist die mentale Vorbereitung entscheidend.“ Reinhold Messner berichtete über Grenzerfahrungen im Berg.



**Abbildung 2** Untersuchte den Einfluss eines kollagenhaltigen Knochenersatzmaterials auf die Heilung von Extraktionsalveolen: Prof. Jan Lindhe.

oder Membranen und ohne antibiotische Prophylaxe zuverlässig gelingen kann. Bei mehr als 100 Alveolen kam es nur in vier Fällen zu entzündlichen Beschwerden, die sich gut therapieren ließen. Volumetrische Veränderungen wurden für diese Methode noch nicht untersucht.

### Weichgewebe ist das Ziel ...

The tissue is the issue - das Weichgewebe ist das Ziel. Stabiler Knochen bildet die Grundlage für eine gesunde, natürlich wirkende Gingiva. Damit der Knochen kontrolliert und geschützt regenerieren kann, gibt es Membranen. Idealerweise werden diese laut Prof. Dr. Jürgen Becker (Universität Düsseldorf, Deutschland) frühzeitig in das umliegende Bindegewebe integriert und schirmen das gingivale Gewebe über der Membran nur solange vom Knochen ab wie notwendig. Als Beispiel nannte Prof. Becker die Kollagenmembran Bio-Gide (Geistlich Biomaterials).

Die natürliche Struktur unverbundener Kollagenmembranen führt aber auch zu einem schnelleren Abbau, der nach bisheriger Meinung nicht in allen Indikationen erwünscht war. Um die Barrierefunktion zu verlängern, wurden daher im Tiermodell verschiedene experimentelle und kommerziell erhältliche Kollagenmembranen mit vernetzter Struktur getestet [8]. Mit zunehmendem Vernetzungsgrad nahm die Gewebeintegration der Membranen ab.

Klinisch fand Prof. Becker für eine experimentelle vernetzte Kollagen-

membran, dass bei Dehiszenzen auch das Entzündungsrisiko anstieg. Dehiszenzen traten auch außerhalb des Nahtbereichs auf und die Membran musste in einigen Fällen entfernt werden. Prof. Beckers Schlussfolgerung: „Mit einer natürlichen Kollagenmembran wie der Bio-Gide erreichen wir eine gute Knochenregeneration und -kontur. Diese Membran ist offenbar nur schwer zu verbessern.“

Die eher ungünstigen Ergebnisse für die kreuzvernetzten Membranen, wurden von zwei Arbeitsgruppen der schweizerischen Universitäten Bern (Bornstein, Arbeitsgruppe *Buser*) und Zürich bestätigt (Annen, Arbeitsgruppe *Jung* und *Hämmerle*). Auch in diesen noch nicht publizierten Studien wurden Dehiszenzen festgestellt, die die Knochenregeneration beeinträchtigten. Zudem zeigte sich trotz der verlängerten Barrierefunktion keine deutliche Verbesserung in der Knochenregeneration im Vergleich zu einer natürlichen, unverbundenen Kollagenmembran. Die Autoren folgerten, dass die biologischen Probleme mit dem Vernetzungsgrad zunehmen.

### Offene Membran für mehr keratinisierte Gingiva

Eine ausreichend breite und dicke keratinisierte Gingiva um Zähne oder Implantate hat, laut Prof. Dr. Massimo Simion, Universität Milano (Italien), eine Reihe von Vorteilen: bessere ästhetische Ergebnisse, leichtere Lappenbildung, weniger Weichgewebsschrumpfung, weniger Pla-

que auf den Restaurationen und dadurch auch weniger Parodontitis oder Periimplantitis. Prof. Simion, einer der wissenschaftlichen Leiter des Symposiums, nannte unterschiedliche Zeitpunkte, zu denen eine Verbesserung der Weichgewebssituation möglich sei. Nach der Extraktion könne Material im Sinne einer Alveolenerhaltung eingebracht werden. Zum Zeitpunkt der Implantatfreilegung ließen sich Roll-Lappen-Techniken, Bindegewebestransplantate und apikale Verschiebelappen einsetzen.

Hier stelle sich die Frage, ob Bindegewebestransplantate nicht durch kommerziell erhältliche Materialien ersetzt werden könnten. Zu beachten seien die Breite des erzielbaren keratinisierten Gewebes, die Gewebsspezifität, die Integration und die Kosten. Prof. Simions Arbeitsgruppe testete eine neue, offen einheilende Membran. Diese ist dicker als die Bio-Gide, weist aber strukturelle Unterschiede auf. Für eine verbesserte Weichgewebsheilung wurde in der klinischen Testung unterhalb der Membran der Wachstumsfaktor Platelet Derived Growth Factor (PDGF) eingesetzt, der nachweislich die Regeneration von Binde- und Knochengewebe fördert.

Prof. Simion untersuchte die Membran u. a. für die Korrektur ästhetisch störender Weichgewebe nach Distraction oder Augmentation bei weitspannigen Defekten. Ziel war es, die mukogingivale Grenze zu verlagern. Prof. Simion: „Die Ästhetik ist nicht perfekt, aber sehr gut.“ Prof. Dr. Carlo Maiorana, ein Mailänder Kollege Prof. Simions, verwendete die Membran im stark atrophischen Oberkiefer und stellte eine gute Augmentation der



**Abbildung 3** Ungünstige Heilungsverläufe nach Dehiszenzen: Prof. Dr. Jürgen Becker untersuchte künstlich vernetzte Kollagenmembranen.



**Abbildung 4** Erste Ergebnisse zu einer offen einheilenden Kollagenmembran: Prof. Dr. Massimo Simion



**Abbildung 5** „Bei Sofortimplantationen besteht ein unkalkulierbares Risiko für Rezessionen“, betonte Prof. Dr. Christoph Hämmerle.



**Abbildung 6** Alloplastischer Ersatz für Bindegewebstransplantate? Dr. Ronald Jung sieht noch Forschungsbedarf.

keratinisierten Gingiva in Höhe und Dicke fest, die mit der Kontrollseite (Vestibulumplastik) vergleichbar war. Eine vorläufige Bewertung der Membran mit Indikationsempfehlungen ist laut Prof. *Simion* frühestens in einem Jahr zu erwarten.

### **Bindegewebstransplantate vermeiden?**

Nicht immer sind Implantationen in Verbindung mit Knochenaugmentationen die optimale Therapie für Zahnlücken. So lässt sich die vertikale Dimension zahnloser Kieferabschnitte je nach klinischer Situation mithilfe von Bindegewebstransplantaten korrigieren. Der Bereich wird anschließend mit konventionellen oder implantatgetragenen Brücken versorgt. Für Weichgewebsaugmentationen sind jedoch laut Dr. *Ronald Jung*, Universität Zürich, dicke Bindegewebs-

transplantate notwendig, die zu Komplikationen wie Blutungen, Infektionen oder postoperativen Schmerzen führen können.

Um dies zu vermeiden, wird zurzeit eine Kollagenmatrix untersucht, die den Einsatz körpereigener Transplantate erübrigen soll. Für Weichgewebsintegration, Menge und Farbe sowie Textur des keratinisierten Gewebes und die Handhabung des Materials ermittelten Dr. *Jung* (Tiermodell, in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. *Markus Hürzeler*, Publikation in Vorbereitung) und *Lorenzo* (klinisch, Arbeitsgruppe Prof. Dr. *Mariano Sanz*, Studie Arbeit) sehr gute Ergebnisse. Da jedoch die Dicke des regenerierten Gewebes im Gegensatz zu autologen Transplantaten nicht verbessert werden konnte, befindet sich zurzeit eine mechanisch stärker belastbare Kollagenmatrix in der Erprobung.

Die Arbeitsgruppe von Dr. *Jung* untersuchte außerdem, ob Bindegewebs-

transplantate einen Einfluss auf die rote Ästhetik implantatgetragener Restaurationen haben (*Jung*, Studie in Druck). Als wichtigstes Ergebnis wurde gefunden, dass bei einer Gewebsdicke von mehr als 2 mm keine signifikanten gingivalen Farbunterschiede bei Verwendung von Vollkeramik- oder Titan-Abutments vorhanden sind. Da bei Vollkeramik-Abutments kein wahrnehmbarer Unterschied zwischen transplantierten und nicht transplantierten Regionen festzustellen war, scheinen ästhetisch motivierte Transplantate zur Verdickung des bukkalen Bindegewebes vor allem bei Verwendung von Titan-Abutments sinnvoll zu sein.

### **Voraussagbare Ästhetik nur mit Augmentation**

Laut Prof. Dr. *Daniel Buser*, Leiter der Klinik für Oralchirurgie an der Universität



**Abbildung 7** Implantiert bei 90 % aller Augmentationen simultan: Prof. Dr. Daniel Buser.



**Abbildung 8** Augmentiert vor ästhetisch relevanten Implantationen immer den bukkalen Knochen: Dr. Ueli Grunder.



**Abbildung 9** „Tissue Engineering ahmt natürliche Vorgänge im Körper nach“, erläuterte Prof. Dr. Dr. Hendrik Terheyden.



**Abbildung 10** Nannte Forschungsschwerpunkte bei der biologischen Funktionalisierung von Membranen, Knochenersatzmaterialien und Implantaten: Prof. Dr. Dr. Henning Schliephake.

Bern, ist für sichere Implantatversorgungen im ästhetischen Bereich fast immer eine Augmentation notwendig. Grund sei, dass die bukkale Knochenlamelle im Frontzahnbereich meist nur zirka 1 mm dünn ist und nach der Extraktion sehr häufig durch Resorption zumindest im koronalen Abschnitt verloren geht [2]. Ohne Augmentation erfolgten Rezessionen, die das ästhetische Ergebnis gefährdeten. Studien, die dies belegen, seien leider noch nicht vorhanden.

Mehr als 90 % seiner Augmentationen führt Prof. *Buser* zeitgleich mit der Implantation durch. Bei den restlichen 10 % der Augmentationen, die in der Regel größere Lücken betreffen, erfolgt die Implantation nach Einheilung des Augmentats in einem zweiten Schritt (staged approach). Als Materialien verwendet er ein Gemisch von autologem und xenogenem Knochen (Bio-Oss, Geistlich Biomaterials) und eine Kollagenmembran (Bio-Gide).

Er erreicht damit mit hoher Sicherheit gute, wenn auch nicht immer perfekte ästhetische Ergebnisse. Infektionen seien ebenso wenig zu beobachten wie Rezessionen, der Knochen bleibe über Jahre stabil. Eine Studie mit 45 Patienten dokumentiert den Langzeiterfolg der Methode (*Buser*, Publikation in Vorbereitung), eine weitere, prospektive Studie läuft derzeit.

Noch weiter geht Dr. *Ueli Grunder*, niedergelassen in Zollikon, Schweiz. Er betonte in Monaco, dass die in der Literatur empfohlenen 5 mm Abstand zwischen zwei Implantaten im Frontzahnbereich nur selten erreichbar seien. Um den interimplantären Knochen zu halten, müsse der Praktiker deshalb dreidimensional denken und in 100 % der ästhetisch relevanten Fälle den bukkalen Knochen augmentieren.

Als Richtwert nennt Dr. *Grunder* eine Knochendicke von 3 mm bis 4 mm. Nach seiner umfangreichen Erfahrung

sei nur so die Ernährung des interimplantären Knochens gewährleistet. Anderenfalls sei immer ein Knochenabbau von rund 2 mm zu erwarten, der häufig erst nach Jahren auftrete [5]. Folge sei ein Verlust der natürlichen Knochenkontur und ein Schatten, der das ästhetische Ergebnis beeinträchtige.

### **Kombination von zwei Membranen**

Für eine sichere Weichgewebsästhetik eröffnet Dr. *Grunder* den Situs ohne vertikale Inzisionen und mobilisiert den bukkalen Spaltlappen bis in die Tiefe und unter Berücksichtigung des Muskelansatzes. Um die dreidimensionale Ausdehnung des Augmentats vor auszuplanen, verwendet er eine steife, nicht resorbierbare Membran (ePTFE) in Verbindung mit Bio-Oss Collagen.



**Abbildung 11** „Was ist der nächste Schritt?“ Praktische Workshops ergänzten in Monaco das Vortragsprogramm.

(Fotos: Osteology Foundation)

Da dieser Membrantyp nach einer noch nicht publizierten Untersuchung Dr. *Grunders* in knapp 9 % der Fälle exponiert und aufgrund ungünstiger Heilung zu ästhetischen Problemen führen kann, platziert der Ästhetikspezialist darüber eine Kollagenmembran (Bio-Gide). Diese verbessere durch ihre natürlichen, gewebefreundlichen Eigenschaften die Einheilung und diene quasi als Sicherheitsgurt. Die Voraussagbarkeit seiner Technik dokumentierte Dr. *Grunder* mit zahlreichen gelungenen Vorher-Nachher-Beispielen.

Um die Erfolgsrate zu optimieren, wird von führenden Implantologen

eine Risikoanalyse empfohlen. Damit ließen sich problematische Fälle bereits im Vorfeld erkennen und entsprechende Maßnahmen einleiten [6]. In einem separaten Workshop empfahl Prof. Dr. *Christoph Hämmerle*, Universität Zürich, eine Einteilung in einfache, fortgeschrittene und komplexe Fälle (SAC-Klassifizierung der Schweizerischen Gesellschaft für Implantologie). Eine offene Einheilung von Implantaten ist laut Prof. *Hämmerle* nur bei dickem Weibgewebstyp zu empfehlen. Prof. *Buser* gibt zu bedenken, dass Sofortimplantationen ein nicht kalkulierbares Risiko für Rezessionen darstellen.

## Osteology Grant Session Von Angiogenese und Resorptionsschutz

In einem separaten Sitzungsabschnitt präsentierten Wissenschaftler erste Ergebnisse von Studien, die durch die Osteology Foundation unterstützt wurden. Die Rolle der Angiogenese für die Knochenbildung bei Augmentation periimplantärer Dehiszenzdefekte mithilfe unterschiedlicher Membranen untersuchte Dr. *Frank Schwarz* (Universität Düsseldorf). Er stellte fest, dass eine frühzeitige Durchspülung der Membran mit Blutgefäßen die Knochenregeneration im peripheren Wundbereich förderte.

Eine weitere interessante Entdeckung machte Dr. *Paolo Amerio* (Universität Chieti, Italien). So könnten Cytokine, die während der Knochenregeneration an Bio-Oss-Partikel binden, für die verzögerte Resorption des Materials verantwortlich sein. Dies würde das günstige Verhalten des Materials beim Remodeling erklären. Außerdem könnte es für den gezielten Einsatz von Bio-Oss bei bestimmten Patientengruppen genutzt werden, die von einer langsamen Resorption profitieren. Hierzu zählen Erkrankungen mit beschleunigtem Turnover, z. B. rheumatoide Arthritis.

Dr. *Björn Möller* (Universität Kiel) zeigte, dass die Beschichtung einer Kollagenmembran (Bio-Gide) mit Biphosphonaten das darunterliegende Gewebe vor Resorption schützt. Gleichzeitig wurde allerdings die Remodelingrate an der Grenze zwischen autologem Knochenblock und ortständigem Knochen reduziert. Dr. Möller führte dies auf die verwendete hohe Konzentration der Biphosphonate zurück. Weitere Studien sind notwendig, um eine geeignete Wirkstoffkonzentration und einen möglichen klinischen Nutzen einschätzen zu können.

## Zukunft eingebaut

Alloplastischer Ersatz für Knochen- und Weibgewebe, resorbierbare Membranen mit Platzhalterfunktion, bioaktive Ersatzmaterialien oder extraoral erzeugtes Gewebe: Die Referenten sagten in Monaco klar und deutlich, was sie sich für die Zukunft wünschen. Entsprechend diesen Vorgaben wird intensiv geforscht, wobei die Zusammenarbeit zwischen weltweiten Zentren und der Industrie mit Vermittlung der Osteology Foundation offenbar sehr fruchtbar ist. So zeigte in Monaco eine Reihe von Forschergruppen, wie die Modifikation von Knochenersatzmaterial oder Membranen mit Wachstums- und Differenzierungsfaktoren die Regeneration beschleunigen und sicherer machen kann.

Prof. Dr. Dr. *Hendrik Terheyden*, Universität Kiel (Deutschland), betonte in seinem Vortrag, dass Tissue Engineering kein naturfremdes Prinzip sei, sondern die körpereigenen Potenziale nutze und natürliche Vorgänge nachahme. Während die Erfolgsaussichten von in vitro kultivierten Geweben nach seiner Einschätzung wegen fehlender Gefäßversorgung der Implantate eher gering seien, sieht er ein großes Zukunftspotenzial für verschiedene Wachstums- und Differenzierungsfaktoren, vor allem für Bone Morphogenetic Proteins (BMPs). Auch das Potenzial von mesenchymalen Stammzellen in der Knochenregeneration wird zurzeit klinisch getestet. Entscheidend ist laut Prof. *Terheyden* immer eine gute Perfusion des implantierten Materials oder Gewebes

Als Trägermaterial für regenerationsfördernde Faktoren oder Zellen werden verschiedene Knochenersatzmaterialien getestet, z. B. Kollagenschwamm, Beta-TCP, Polylactid-Glykolid-Polymere, Bio-Oss und Bio-Oss Collagen. Die biofunktionale Struktur, die langsame Resorption und die Volumenstabilität von xenogenem Knochenmineral (Bio-Oss), scheinen sich als Vorteil zu erweisen. So fanden *Roland Jung* und Mitarbeiter bereits im Jahr 2003 in einer klinischen Studie, dass rhBMP-2 die Reifung des Knochens und die Kontaktrate zwischen Knochen und Bio-Oss bei Augmentationen verbessert.

Als Wachstumsfaktoren für implantologische Indikationen haben sich laut Dr. *Brad McAllister*, Portland (USA), vor allem BMPs, für parodontologische Anwendungen Platelet Derived Growth Factor (PDGF) bewährt. Weitere Studien sind jedoch nach Meinung verschiedener Referenten notwendig, um sinnvolle Indikationen für Wachstumsfaktoren zu definieren.

### Membranen und Wachstumsfaktoren

Wachstumsfaktoren könnten auch in Verbindung mit Membranen und osseointegrierten Implantaten die Knochen- und Weichgewebsregeneration fördern. Prof. Dr. Dr. *Henning Schliephake*, Universität Göttingen (Deutschland), stellte unterschiedliche Forschungsansätze vor, darunter die Beschichtung von Implantaten mit Kollagen und BMPs und die Dotierung einer resorbierbaren Membran mit Fibroblast Growth Factor (FGF). Letztere bewirkte bei Diabetespatienten eine ähnliche Knochenheilungsrate wie bei gesunden Patienten [9].

Andere, neue Ergebnisse sprechen dafür, dass Membranen in Kombination mit Wachstumsfaktoren osteogene Zellen aus dem Periost abschirmen und die Regeneration eher behindern als fördern könnten. So erläuterte Dr. *Isabella Rocchietta* von der Universität Milano, dass Blockaugmentationen in Verbindung mit dem Wachstumsfaktor PDGF besser ohne als mit einer nicht resorbierbaren Membran funktionierten [10]. Dabei wurde der Wachstumsfaktor mit einem natürlichen Knochenersatzmaterial in Blockform verwendet.

Prof. Dr. *William Giannobile*, Universität Michigan (USA), präsentierte neue Methoden des parodontalen Tissue Engineering. Dabei werden niedrige Dosen PDGF in Verbindung mit einer nanofibrösen Matrix getestet. Mithilfe von Mikro-Computertomografien und CAD-Herstellungsverfahren werden patientenspezifisch passgenaue Gerüste erzeugt. Diese können mit Wachstumsfaktoren, Stammzellen oder mit Vektoren beladen werden. Vektoren sind Träger für DNA in der Getherapie.

### Vielseitige Einsatzmöglichkeiten

Als Indikationen für bovines Knochenmineral, gegebenenfalls in Kombination mit natürlichen Kollagenmembranen, wurden in Monaco neben kleineren periimplantären Maßnahmen, vertikalen Augmentationen und Alveolenerhaltung viele weitere Indikationen genannt. Verschiedene Referenten hoben die gut dokumentierte Eignung von Bio-Oss als Knochenersatzmaterial beim Sinuslift hervor.

Dennoch reicht nach Meinung von Dr. *Franck Renouard*, niedergelassen in Paris und neben Prof. *Simion* wissenschaftlicher Leiter des Symposiums, die Evidenz für verschiedene Aspekte der Sinusboden-Augmentation aus Sicht des Praktikers noch nicht aus. Wichtige Aspekte wie Sinusform, Dicke der Knochenwand, Beschaffenheit der Schleimhaut und auch Materialfragen müssten besser untersucht werden.

In der gesteuerten Geweberegeneration hat sich offenbar ebenfalls die Kombination von Bio-Oss oder Bio-Oss Collagen mit der Bio-Gide Membran bewährt. Dr. *Giulio Rasperini*, niedergelassen in Piacenza (Italien), zeigte ästhetisch überzeugende Fälle, auch in Kombination mit orthodontischer Behandlung. Die Praxis des Referenten war eines der Zentren, welches die Daten für die GTR-Multizenterstudie von Prof. Dr. *Maurizio Tonetti* lieferte [11]. Dr. *Rasperini* hob hervor, dass die Chance, mithilfe der gesteuerten Geweberegeneration einen signifikanten Attachmentgewinn zu erreichen, doppelt so hoch sei wie mit Lappenoperationen.

### Schlussfolgerungen

Neue Forschungsergebnisse wurden beim 5. Osteology Symposiums vor allem auf den Gebieten Weichgewebsmanagement, Alveolenerhaltung und Wachstums- und Differenzierungsfaktoren präsentiert. Neben der Wissenschaft kamen auch praxisrelevante Informationen nicht zu kurz. „Linking science with practice in regeneration“, das Motto der im Jahr 2003 gegründeten Osteology Foundation, wurde mit Leben erfüllt und in die Realität umge-

setzt. Die mentale Vorbereitung auf das nächste große therapeutische Ziel wird den Symposiumsteilnehmern sicher leicht fallen.

### Literatur

1. Araujo MG, Wennstrom JL, Lindhe J: Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:606-614
2. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J: Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004;31:820-828
3. Buch R, Wagner W, Reichert T: Alveolar Ridge Preservation. Eine Literaturübersicht. *Z Zahnärztl Impl* 2005;21(1):30-37
4. Cardaropoli G, Lekholm U, Wennstrom JL: Tissue alterations at implant-supported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:165-171
5. Grunder U, Gracis S, Capelli M: Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:113-119
6. Martin W, Morton D, Buser D: Pre-operative Analysis and Prosthetic Treatment Planning. In Buser D, Belser U, Wismeijer D: *ITI Treatment Guide, Vol. I: Implant therapy in the esthetic zone for single-tooth replacements*, Chapter 3. [www.quintpub.com](http://www.quintpub.com)
7. Nevins M, Camelo M, De Paoli S, et al.: A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:19-29
8. Rothamel D, Schwarz F, Sager M, Herten M, Sculean A, Becker J: Biodegradation of differently cross-linked collagen membranes: an experimental study in the rat. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:369-378
9. Santana RB, Trackman PC: Controlled release of fibroblast growth factor 2 stimulates bone healing in an animal model of diabetes mellitus. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:711-718
10. Simion M, Rocchietta I, Kim D, Nevins M, Fiorellini J: Vertical ridge augmentation by means of deproteinized bovine bone block and recombinant human platelet-derived growth factor-BB: a histologic study in a dog model. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:415-423
11. Tonetti MS, Cortellini P, Lang NP, et al.: Clinical outcomes following treatment of human intrabony defects with GTR/bone replacement material or access flap alone. A multicenter randomized controlled clinical trial. *J Periodontol* 2004;31:770-776
12. Traynor O: Se11 development of a personal skills programme for surgical trainees. *ANZ J Surg* 2007 May;77 Suppl 1:A79.