Die postoperative Heilung nach gesteuerter Geweberegeneration

Im Rahmen der Implantation stellen sich immer wieder klinische Fragen. Wann soll augmentiert werden, wie viel soll augmentiert werden und wie lange soll nach den einzelnen Behandlungen abgewartet werden? Diese Fragen sollen im Folgenden basierend auf den Heilungsvorgängen beantwortet werden.

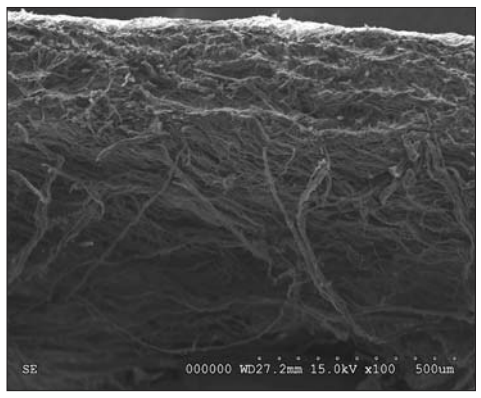

Abb. 1: Struktur einer Kollagenmembran.

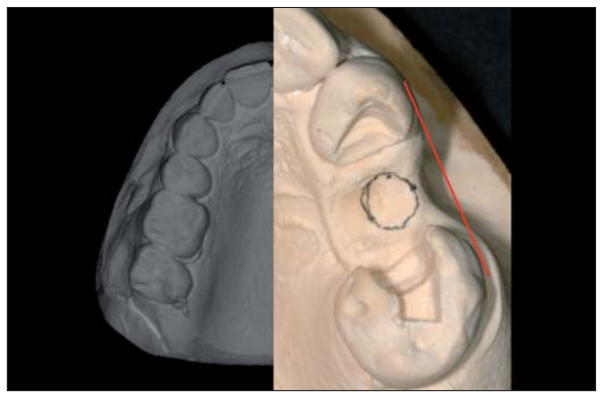

Abb. 2: Ausgangssituation mit bukkalem Gewebedefekt.

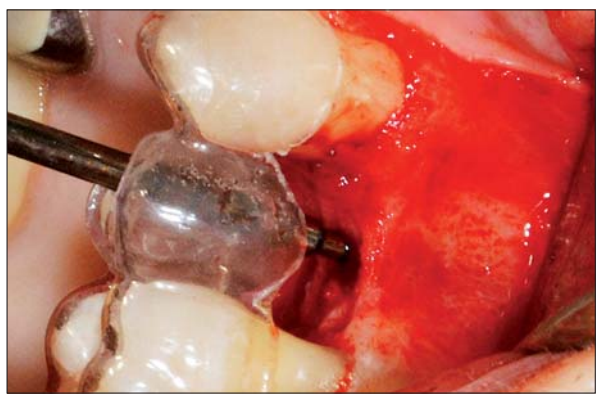

Abb. 3: Bestimmung der Implantatposition anhand der zukünftigen Krone.

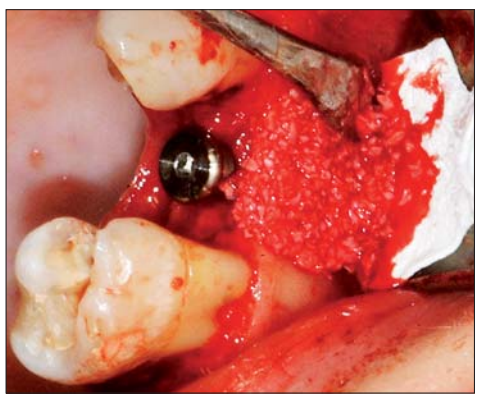

Abb. 4: Augmentation mit partikulärem Knochen, Knochenersatzmaterial und Kollagenmembran.

Die Grundlagen zur Regeneration von Gewebe stammen aus der Parodontologie. Nyman und Mitarbeiter konnten 1982 erstmals zeigen, dass durch die Einlage eines Millipore-Filters über einen parodontalen Defekt eine Wiederherstellung der durch Entzündung verloren gegangenen Gewebe (Zement, Kollagenfasern, Knochen) möglich ist.[1] Im Rahmen der gesteuerten Geweberegeneration betrifft die Heilung das Epithel, Bindegewebe, Knochen, Zement sowie den parodontalen Faserapparat. Da das Epithel eine Barriere gegen eindringende Organismen darstellt, ist es für den Körper von großer Bedeutung, offene Wunden zumindest oberflächlich schnell zu verschließen. Epithel heilt mit einer Geschwindigkeit von circa 0,5 bis 1mm pro Tag[2] sehr schnell, während die Heilung von Bindegewebe deutlich langsamer abläuft.[3] Die Knochenheilung ist mit circa 50 µm pro Tag am langsamsten.[4] Durch ein mechanisches Abschirmen der schneller heilenden Weichgewebe (Epithel und Bindegewebe) wird es den langsamer heilenden Gewebe (Knochen, Faserapparat, Zement) ermöglicht, den Hohlraum zu besiedeln. Diese Erkenntnisse wurden für die Knochenregeneration in die Implantologie übertragen. Eine nichtresorbierbare Membran kann aufgrund ihrer Formstabilität so über den Knochendefekt platziert werden, dass ein Hohlraum entsteht.[5] Lang et al. brachten den Nachweis, dass eine Heilung von sechs Monaten notwendig war, um diesen Hohlraum vollständig mit regeneriertem Knochen zu füllen.[6] Nichtresorbierbare Membranen haben ein hohes Risiko einer Exposition und Infektion.[7] Aus diesem Grund und um dem Patienten eine zweite Operation zur Entnahme zu ersparen, werden nichtresorbierbare Membranen verwendet. Das erzielte Volumen an regeneriertem Knochen nach vier bis sechs Monaten ist mit beiden Membranen gleich.[8] Aufgrund ihrer weichen Struktur (Abb. 1) können resorbierbare Membranen jedoch keinen Hohlraum aufrechterhalten. Um diesen Hohlraum zu stabilisieren, sind Füllermaterialien notwendig. Je nach verwendetem Material kommt es zu einer Resorption bei gleichzeitiger Knochenregeneration oder es entsteht ein bukkaler Resorptionsschutz, der die bukkale Kontur langfristig aufrechterhält.

Klinische Entscheidungsfindung und Anwendung

Die Notwendigkeit einer Augmentation ergibt sich aus der idealen Position der zukünftigen Implantatkrone. In dieser prothetischen Achse sollte das zukünftige Implantat stehen (Abb. 3).[9] Ist in dieser Region nicht ausreichend ortsständiger Knochen für das Implantat vorhanden, ist eine Augmentation notwendig (Abb. 2). Das Ausmaß der Augmentation wird durch die biologische Breite vorgegeben. Nach prothetischer Verbindung kommt es zu einer zirkulären Resorption. Bei konventionellen Implantaten liegt die Resorption bei circa 1–1,5 mm,[10] bei Implantaten mit Platform Switch bei circa 0,7 mm.[11] Um dies zu kompensieren, sollte auf der bukkalen Seite des Implantats 2–4 mm Knochen vorhanden sein oder aufgebaut werden.[12,13] Die Augmentation kann vor oder simultan mit der Implantation erfolgen. Ausgedehnte horizontale Defekte sollten vor Implantation mit einem autologen Knochenblock aufgebaut werden. Schmale Defekte können mit autologem, partikulärem Knochen und Knochenersatzmaterial augmentiert werden (Abb. 3 und 4). Die Definition, ob es sich um einen ausgedehnten oder schmalen Defekt handelt, wird meistens individuell getroffen. Von Arx und Buser verwenden einen Knochenblock bei Restalveolarfortsätzen mit einer durchschnittlichen Breite von 3 mm (Frontzahngebiet <4 mm, Seitenzahngebiet <5 mm).[14] Alternativ kann ortsständiger Knochen durch Bone Splitting/Bone Spreading erweitert werden. Die Notwendigkeit einer Membran ergibt sich

PN Marktübersicht Knochenersatzmaterialien

Firma	Produkt	Herkunft: synthetisch	synthetisch, phasenrein	synthetisch-alloplastisch	fermentiert (Hyaluronsäure)	allogen	equin	porcin	bovin	pflanzlich	humane Knochenmatrix	autologe vitale osteogene Zellen	Resorbierbarkeit: resorbierbar	nicht resorbierbar	Form: Granulat	Pulver	Schwamm	Block	Gel	Zylinder	Chip	Paste	Lyophilisat	flexibles Knochengewebe	Einsatzbereich: Implantologie	Parodontologie	Sinusbodenelevation	Augmentation allgemein	Defektchirurgie	Alveolenversorgung
Acteon	BIOSTITE	●		●								●								●					●	●	●	●	●		
AMC.ORALTEC	maxresorb	●	●	●								●		●											●	●	●	●	●	●	●
	Cerabone®							●				●		●											●	●	●	●	●	●	●
	PerOssal®	●	●	●								●								●					●		●				●
American Dental Systems	Gen-Os/Apatos							●				●		●											●	●	●	●	●	●	●
	mp3/Putty							●				●										●			●	●	●	●	●	●	●
	Gel 40							●				●								●					●	●	●	●	●	●	●
	SP-Block							●				●							●									●	●	●	●
	Tablet						●					●							●				●					●	●	●	●
Argon Dental	OsteoGraft®									●		●		●	●	●	●	●			●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
ARTOSS	NanoBone®	●	●	●								●		●					●						●	●	●	●	●	●	●
Baxter Deutschland	Tricos	●										●		●											●	●	●	●	●	●	●
BEGO Implant Systems	NanoBone®	●										●		●											●	●	●	●	●	●	●
Bicon	SynthoGraft™		●									●		●											●		●	●	●	●	●
Biocomposites	Fortoss Vital	●										●										●			●	●	●	●	●	●	●
BIOMET *3i*	Biogran®	●										●		●											●	●	●	●	●		
	Endobon® Xenograft Granulat							●				●		●											●	●	●	●	●	●	●
BioTissue	BioSeed®-Oral Bone										●	●									●				●	●	●	●	●		
Chiroplant	Kasios TCP Dental	●	●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
Degradable Solutions	calc-i-oss™		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft®		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft® CRYSTAL		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	RootReplica™		●									●						●													●
Dentaurum Implants	NanoBone®	●										●		●				●							●	●	●	●	●	●	●
DENTSPLY Friadent	PepGen P-15™	●						●				●		●											●	●	●	●	●		
	PepGen P-15™ Flow	●										●							●						●	●	●	●			
	Osteograf/N™/-300/-700							●				●		●											●	●	●	●	●	●	
	FRIOS®ALGIPORE®								●			●		●											●	●	●	●	●		
DOT	BONITmatrix®	●										●		●											●	●	●	●	●	●	●
	OSSA NOVA	●										●										●			●	●	●	●	●	●	●
Dr. Ihde	Nanos®	●										●		●											●	●	●	●	●	●	●
DCV INSTRUMENTE	NanoBone®	●										●		●					●						●	●	●	●	●	●	●
Geistlich Biomaterials	Geistl. Bio-Oss® Spongiosa Gran.							●				●		●											●	●	●	●	●	●	●
	Geistl. Bio-Oss® COLLAGEN							●				●							●						●	●	●	●	●	●	●
Hager &Meisinger	calc-i-oss™		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft®		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft® CRYSTAL		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	RootReplica™		●									●							●												●
Henry Schein Dental Depot	BONITmatrix®	●										●		●											●	●	●	●	●	●	●
	NuOss® Granulat							●				●		●											●	●	●	●	●	●	●
Heraeus Kulzer	Ostim	●										●										●			●	●	●	●	●	●	●
IMTEC Europe	OSSEO +B Spongiosa Granulat							●				●		●											●	●	●	●	●		

Die Marktübersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Stand: Oktober 2009

PN Marktübersicht Knochenersatzmaterialien

Firma	Produkt	Herkunft: synthetisch	synthetisch, phasenrein	synthetisch-alloplastisch	fermentiert (Hyaluronsäure)	allogen	equin	porcin	bovin	pflanzlich	humane Knochenmatrix	autologe vitale osteogene Zellen	Resorbierbarkeit: resorbierbar	nicht resorbierbar	Form: Granulat	Pulver	Schwamm	Block	Gel	Zylinder	Chip	Paste	Lyophilisat	flexibles Knochengewebe	Einsatzbereich: Implantologie	Parodontologie	Sinusbodenelevation	Augmentation allgemein	Defektchirurgie	Alveolenversorgung
Keystone Dental	calc-i-oss®		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
Lasak	POROSORB-TCP		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	OssaBase®-HA		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
mectron	BIO-GEN MIX GEL						●					●							●						●	●	●	●	●		
	OSTEOPLANT FLEX®						●					●												●	●	●	●	●	●		
	BIO-GEN®						●					●		●											●	●	●	●	●		
	BIO-GEN® Block						●					●						●							●	●		●	●	●	
	BIO-GEN® Putty						●					●						●							●	●		●	●	●	
Merz Dental	Fortoss Vital	●										●												●	●	●	●	●	●	●	●
MIS Germany	4-Bone™		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
m&k	NanoBone®	●										●		●					●						●	●	●	●	●	●	●
MONDEAL	Fortoss Resorb		●									●			●										●	●	●	●	●	●	●
	Fortoss Vital Pulver	●										●			●										●	●	●	●	●	●	●
	Fortoss Vital Spritze	●										●							●						●	●	●	●	●	●	●
Nemris	calc-i-oss®		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft® Classic 150		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft® Classic 400		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft® CRYSTAL 150		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	easy-graft® CRYSTAL 400		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
Produits Dentaires	PD VitalOs Cement®*	●										●													●		●	●	●		
RESORBA Wundvers.	GENTA-COLL resorb® Dentalkegel						●					●							●			●		●	●				●	●
	PARASORB® Dentalkegel						●					●							●			●		●	●				●	●
RIEMSER Arzneimittel	CERASORB®/CERASORB®M		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	CERASORB® PARO		●									●		●												●					
Schlumbohm	Autologer Knochen (KF T3)											●		●											●	●	●	●	●		
Schütz Dental	ReBone	●										●		●											●	●	●	●	●		
Septodont	R.T.R. Kegel, R.T.R. Spritze	●						●				●		●				●							●	●	●	●	●	●	●
SIC invent	SIC nature graft								●			●		●											●	●	●	●	●	●	●
	SIC b-oss							●				●		●											●	●	●	●	●	●	●
Straumann	Straumann® BoneCeramic	●										●		●											●	●	●	●	●	●	●
Sunstar Deutschland	Butler® PerioGlas®	●		●								●		●											●	●	●	●	●	●	●
Sybron Implants	BioResorb® Macro Pore	●										●		●											●	●	●	●	●		
Synthes	chronOS™	●										●		●				●							●	●	●	●	●		
	chronOS™ Granulat		●									●		●				●	●						●	●	●	●	●	●	●
	DBM Pastös										●	●		●									●		●		●	●	●	●	●
Thommen Medical	CEROS® Granulat		●									●		●											●	●	●	●	●		
	CEROS® Putty		●	●								●			●		●								●	●	●	●	●	●	●
Wolf Dental	easy-graft		●									●											●		●	●	●	●	●	●	●
Zimmer Dental	Biobase®		●									●		●											●	●	●	●	●	●	●
	Puros® Allograft Block				●							●						●							●			●	●	●	●
	Puros® Allogr. Spongiosa Partik./Block				●							●		●				●							●	●	●	●	●	●	●
ziterion	BONITmatrix®	●										●		●											●	●	●	●	●	●	●

Die Marktübersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Stand: Oktober 2009 *Form: Zement

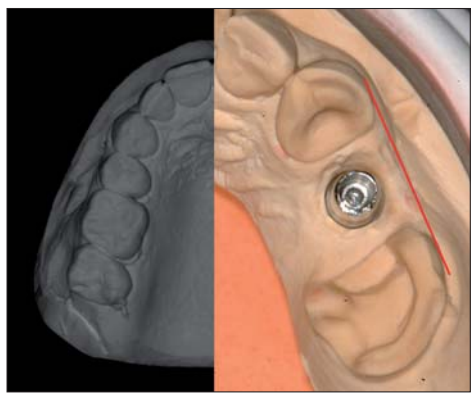

Abb. 5: Zustand nach bukkaler Augmentation und Implantation.

Abb. 6: Prothetische Versorgung.

Abb. 7: Frontale Ansicht vor und nach bukkaler Augmentation.

aus dem der Behandlung zugrunde liegenden biologischen Konzept. Wenn das Periost einmal abgelöst wurde, verliert es seine osteogene Eigenschaft und wird fibrinogen. Es kommt zu einem Einwachsen von Bindegewebe, da die Regeneration von Bindegewebe deutlich schneller abläuft als die von Knochen.[15] Dies wird durch ein mechanisches Abschirmen mittels Membran verhindert.

Postoperative Heilung

Die Heilung von Knochenblöcken wurde tierhistologisch untersucht. Zwei Monate nach Fixation der Blöcke zeigte sich eine fibröse Separation zwischen Augmentat und ortsständigem Knochen. Nach sechs Monaten war die Region der ehemaligen Separation von neuem Knochen durchbaut.[16] Gleichzeitig kommt es jedoch zwischen dem ersten und sechsten Monat zu einer zunehmenden Resorption.[17] Während es bei Augmentationen mit autologem Knochen ohne Membran und Knochenersatzmaterial zu einer Resorptionsrate von bis zu 45 % kam,[18] resultierte autologer Knochen, abgedeckt mit Knochenersatzmaterial und Membran in einer deutlich geringeren Resorptionsrate von 7,2 %.[14] Ziel der Augmentation ist, das Implantat an der optimalen Position inserieren zu können und bukkal von ausreichend Gewebe abzudecken. Die Abdeckung wird durch die Auflagerung von langsam resorbierendem Knochenersatzmaterial sichergestellt (Abb. 5).

Die Heilung von bovinem Knochenersatzmaterial und porciner Kollagenmembran wurde ebenso im Tiermodell untersucht. In der ersten Woche überwiegt das primär gebildete Blutkoagulum, nach zwei Wochen findet sich vermehrt Granulationsgewebe. Vier Wochen nach Operation waren alle Partikel von neu gebildetem Geflechtknochen umgeben. Nach acht Wochen waren die Partikel noch vollständig vorhanden ohne Zeichen einer Resorption, eingebettet in mehr maturierten Knochen.[19] In einer humanhistologischen Studie wurde die langsame Resorption bestätigt. Nach acht Monaten fand sich 70 %, nach zwei Jahren 30 % und nach zehn Jahren noch 10 % Knochenersatzmaterial bei gleichzeitiger Umwandlung in Knochen.[20] Die Unterstützung der Gewebe zeigte sich in einer klinischen Studie, bei der die Ergebnisse über vier Jahre nachuntersucht wurden. Die Implantation mit Augmentation durch bovines Knochenersatzmaterial und porciner Kollagenmembran und Versorgung nach acht Wochen ergab nach vier Jahren eine Implantaterfolgsrate von 100 % ohne mukosale Rezession bei stabilem periimplantären Knochenlevel.[21]

Konklusion

- Große Defekte: Knochenblock, Knochenersatzmaterial, Kollagenmembran, vier bis fünf Monate Heilung, Implantation, zwei Monate Heilung, Versorgung.
- Kleine Defekte: partikulärer Knochen, Knochenersatzmaterial simultan mit Implantation, Kollagenmembran, zwei Monate Heilung, Versorgung (Abb. 6 und 7). PN

PN Marktübersicht Membranen

Firma	Produkt	synthetisch	allogen	Titan	bovin	porcin	equin	ePTFE, PTFE*	Co-Polymere	pflanzlich	humane Knochenmatrix	analoge vitale osteogene Zellen	resorbierbar	nicht resorbierbar	Pins	Naht	Fibrinkleber	Schrauben	Tacs	nicht erforderlich	Implantologie	Parodontologie	Sinusbodenelevation	Defektchirurgie	GBR	GTR	totale Atrophie der Maxilla
		Herkunft											Resorbierbarkeit		Fixierung					Einsatzbereich							
Acteon	PAROGUIDE						●						●			●				●	●	●	●	●			
AMC.ORALTEC	Jason Pericardium Collagen Membr.					●							●		●	●		●		●	●	●	●	●			
	Jason Collagen Fleece					●							●							●	●	●	●	●			
American Dental Systems	Evolution Standard/Fine						●						●		●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	
	Evolution X-Fine					●							●		●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	
	Derma/Special/Lamina					●							●		●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	
	Duo-Teck						●						●		●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	
	Resorb-x®	●											●		●						●	●	●	●	●	●	
Argon	OsteoGraft®										●		●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Baxter Deutschland	TissuFoil E						●						●			●	●				●	●	●	●			
BEGO Implant Systems	BEGO Collagen Membrane					●							●		●	●		●		●	●	●	●	●			
Bicon	Bicon Kollagenmembran				●								●							●	●	●	●	●	●		
BIOMET *3i*	OsseoGuard™				●								●		●	●		●			●	●	●	●	●		
Dentaurum Implants	TIOMESH®			●										●				●			●		●	●			
DENTSPLY Friadent	FRIOS BoneShield			●										●	●						●	●	●	●			
DOT	Hypro-Sorb® F				●								●							●	●	●	●	●	●	●	
Geistlich Biomaterials	Geistlich Bio-Gide®					●							●		●	●				●	●	●	●	●	●	●	
	Geistlich Bio-Gide® PERIO					●							●		●	●				●	●	●	●	●	●	●	
Henry Schein	Ossix Plus					●							●							●	●	●	●	●	●	●	
	barrier membranes	●												●	●		●			●	●			●	●	●	
	conFORM/RCM 6				●								●		●		●				●	●	●	●	●	●	
IMTEC Europe	BioBarrier™	●					●							●	●		●				●	●	●	●			
	Titanium Mesh			●										●	●						●	●	●	●			
	BioSorb®				●								●		●						●	●	●	●			
	BioCellect™	●											●		●						●	●	●	●			
Keystone Dental	TefGen® FD/Plus	●					●							●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	
	CalForma™	●											●							●	●	●	●	●			
	DynaMatrix					●							●							●	●	●	●	●	●	●	
KLS Martin	Resorb X	●											●		●						●	●	●	●	●		
Matricel	Remaix					●							●		●	●				●	●	●	●	●	●	●	
mectron	OSTEOPLANT® Elite						●						●		●					●	●	●	●	●	●	●	
	BIOCOLLAGEN® Membran						●						●		●	●				●	●	●	●	●			
	BIOCOLLAGEN® Gel						●						●							●	●	●	●	●			
M.I.S.	4BONE RCM					●							●							●	●	●	●	●	●	●	
m&k	Cova™ Max					●							●		●	●				●	●	●	●	●	●	●	
MONDEAL	Fortoss CEMA	●											●							●	●	●	●	●	●		
	Ti-Pore			●										●	●			●			●	●	●	●	●			
Nemris	Vicryl®-Membran	●											●		●	●		●			●	●	●	●			
RESORBA Wundversorgung	Resodont®						●						●							●	●	●	●	●	●	●	
RIEMSER Arzneimittel	Ti Titanfolie			●										●	●			●			●	●		●	●			●
	Epi-Guide®	●											●							●	●	●	●	●	●		
	ATRISORB® DIRECT®	●											●							●		●					●
	TefGen® FD/Plus	●					●							●						●	●	●	●	●	●		
	Inion GTR™	●											●					●		●	●	●	●	●			
Sybron Implant Solutions	Cytoplast Non Resorb	●					●							●						●	●	●	●	●	●		
	Cytoplast TXT/Cytoplast T I-250	●					●							●						●	●	●	●	●	●		
	Cytoplast RTM Collagen				●								●							●	●	●	●	●	●		
Synthes	PolyMax							●					●					●						●			
TRINON	Titan Mesh/Folie			●										●	●	●		●			●	●	●	●			
	Q-Mesh			●										●				●									●
Zimmer Dental	CopiOs® Pericardium Membrane				●								●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	Zimmer® Socket Repair Membran				●								●			●					●	●		●			
	BioMend®/BioMend Extend®				●								●		●	●				●	●	●	●	●	●	●	
ziterion	Hypro-Sorb® F				●								●							●	●	●	●	●	●	●	

Die Marktübersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Stand: Oktober 2009

PN Literatur

1 Nyman S, Lindhe J, Karring T, Rylander H. New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. J Clin Periodontol 1982;9:290–296.

2 Engler WO, Ramfjord SP, Hiniker JJ. Healing following simple gingivectomy. A tritiated thymidine radioautographic study. I. Epithelialization. J Periodontol 1966;37:298–308.

3 Ramfjord SP, Engler WO, Hiniker JJ. A radioautographic study of healing following simple gingivectomy. II. The connective tissue. J Periodontol 1966;37:179–189.

4 Misch. Implant Dentistry. St. Louis, 1999.

5 Nyman S, Lang NP, Buser D, Bragger U. Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration: a report of two cases. Int J Oral Maxillofac Implants 1990;5:9–14.

6 Lang NP, Hammerle CH, Bragger U, Lehmann B, Nyman SR. Guided tissue regeneration in jawbone defects prior to implant placement. Clin Oral Implants Res 1994;5:92–97.

7 Simion M, Baldoni M, Rossi P, Zaffe D. A comparative study of the effectiveness of e-PTFE membranes with and without early exposure during the healing period. Int J Periodontics Restorative Dent 1994;14:166–180.

8 Zitzmann NU NR, Schaerer P. Gesteuerte Knochenregeneration und Augmentation in der Implantatchirurgie mit Bio-Oss und Membrantechniken. Dtsch Zahnaerztl Z 1996;51:366–369.

Die vollständige Literaturliste kann in der Redaktion unter k.urban@oemus-media.de angefordert werden.

PN Adresse

Dr. med. dent. Felix Hänssler
Department of Periodontology
and Implant Dentistry
Department of Biomaterials
and Biomimetics
New York University College
of Dentistry
345 East 24th Street
New York, 10010 USA
E-Mail: haenssler@nyu.edu

ANZEIGE