

Untersuchung des Einheilungsverhaltens bewusst exponierter Membranen nach der Zahnextraktion

Effekthascherei oder doch ein Weg mit prognostizierbarem Vorteil?

Ein Beitrag von Prof. Dr. Anton Friedmann

Die Membrantechnik wird seit vielen Jahren erfolgreich bei Verfahren zur Knochenregeneration verwendet und dient dazu, den Augmentationsbereich vom Weichgewebe der Mundschleimhaut zu trennen. Dieser Artikel bietet einen kurzen Überblick über die Bedeutung einer Membranexposition für das Augmentationsergebnis. Anhand von Daten aus tierexperimentellen und klinischen Studien werden Faktoren und Membran-Materialeigenschaften diskutiert, die zu einem verbesserten postoperativen Verlauf der exponierten Heilung beitragen können. Daraus folgend wird ein OP-Protokoll zur wenig-invasiven Sofortversorgung von Extraktionsalveolen mithilfe geeigneter Augmentationsmaterialien vorgestellt.

Einleitung

Vor etwa 30 Jahren führten *Dahlin* et al. die Membrantechnik als Novum in die Knochendefektheilung ein [1,2]. Vor allem bei der Verwendung partikulierten Knochenersatzmaterials zur Augmentation lokaler Kieferkammdefekte ist die Kombination mit einer Membranabdeckung inzwischen internationaler Standard. Eine Reihe tierexperimenteller Studien belegt die grundsätzliche Wirksamkeit einer Barriere auf das Regenerationsergebnis in standardisierten Defekten [3,4]. In diesen Studien wurde regelmäßig signifikant weniger neugebildeter Knochen am partikulären Knochenersatzmaterial in den Kontrollgruppen ohne eine Defektabdeckung mit Membran gefunden als in den Testgruppen, deren Defekte mit Membranen abgedeckt einheilten. Zwei Faktoren sichern den Effekt dieser Augmentationstechnik: die Schaffung zusätzlichen Raums (= Volumen) unterhalb der Membran sowie ein dichter primärer Wundverschluss des Weichgewebes oberhalb [5,6]. Der dichte spannungsfreie Wundverschluss soll die Primärheilung begünstigen, um das Augmentationsgebiet und die implantierten Materialien für die Dauer der Integration vor einem Kontakt mit den Reizen aus der Mundhöhle zu schützen.

Einfluss der Membranmaterialien auf Degradationszeit und primäre Wundheilung

Die Frage der Wundheilung über einer Membran, die das Gewebe des Lappens von der knöchernen Unterlage trennt, wird bis heute kontrovers diskutiert. Spielen die Materialeigenschaften der Membranen neben den Spannkraften eine Rolle in den Abläufen der Wundheilung?

Würden die Pionierarbeiten der GBR noch mit nicht-resorbierbaren Membranen durchgeführt, stellt mittlerweile die breite Palette an Kollagenmembranen die bedeutsamste Membranklasse dar. Bei diesen handelt es sich um xenogene Kollagene des Typs I und III – entweder in nativer oder in kreuznetzter Form. Kollagenmembranen sind biodegradierbar, wobei der Grad der Vernetzung die Degradationskinetik bestimmt. Durch eine höhere Kreuzvernetzungsrate kann das Degradationsmuster im Vergleich zu nativen Kollagenmembranen verlängert werden. Dies konnte in mehreren tierexperimentellen Untersuchungen bestätigt werden, bei denen die Abbauraten von kreuznetzten und von nicht-netzten Kollagenmembranen einlagig und zweilagig untersucht wurden [7-9]. Während natives Kollagen rasch in das Bindegewebe integriert und recht

schnell einer vollständigen Degradation unterliegt, zeigt vor allem Ribose-kreuzvernetztes Kollagen ein signifikant verlängertes Degradationsprofil [8]. In einigen tierexperimentellen Studien wird jedoch die Biokompatibilität kreuznetzter Kollagenmembranen infrage gestellt [3]. Allerdings muss in diesem Zusammenhang die Art der Vernetzung berücksichtigt werden – ob sie auf chemischen Zusätzen wie Aldehyd oder auf der enzymatischen Wirkung von Zuckern (Ribose) basiert. Während chemische Kreuzvernetzung eine Fremdkörper- und Entzündungsreaktion im Gewebe auslösten [14], zeigen die Humanbiopsien der Membranpartikelreste von Ribose-kreuznetzten Membranen eine hohe Bioverträglichkeit auf. Im Gegensatz zur kompletten Degradation nativer Kollagenmembranen neigen diese häufig dazu, im Laufe des Mineralisationsvorgangs zu kalzifizieren [10-12].

Bedeutung der Membranexposition

Die frühe Wunddehiszenz stellt eine der Hauptkomplikationen der gesteuerten Knochenregeneration dar und führt häufig zu einem stark kompromittierten Behandlungsergebnis bis hin zum kompletten Verlust des Augmentats. Durch die Kontamination des exponierten Areal

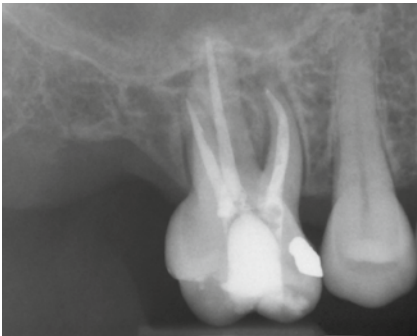


Abb. 1 Situation prä-OP: Nicht erhaltenswerter Zahn 16 mit periapikalem Granulom an der palatinalen Wurzel

mit Mikroorganismen der Mundhöhle konnte in vitro gezeigt werden, dass die parodontalpathogenen Keime (*Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola*) unterschiedlich stark ausgeprägte Abbauerscheinungen an den Kollagenmembranen hinterlassen. Durch die bakterieneigenen proteolytischen Enzyme wurde das native Kollagen stärker abgebaut als das kreuzvernetzte [13]. Dies hat auch einen starken Einfluss auf das klinisch zu erwartende Ergebnis. In einer klinischen Studie wurde die Effektivität einer nicht-resorbierbaren ePTFE-Membran mit einer nicht vernetzten nativen Kollagenmembran und einer Ribose-vernetzten Kollagenmembran an Dehiszenzdefekten um Implantate verglichen [14]. Sowohl diese Studie als auch eine prospektive klinische Vergleichsstudie meiner ehemaligen Arbeitsgruppe zeigten Folgendes: Vor allem bei der Heilung von Bereichen, in denen in der postoperativen Phase eine Weichgewebedehiszenz und Membranexposition auftraten, sind hinsichtlich der Defektauffüllung beziehungsweise des Höhen- und Breitengewinns in mm die mit Ribose-kreuzvernetzten Kollagenmembranen im Vorteil gegenüber einer nativen Kollagenmembran [14,15]. Eine histologische Analyse von Biopsien aus ehemals dehiszenten Augmentationsarealen unterstützte diese klinischen Befunde. Entzündliche Infiltrate und ein erhöhtes Aufkommen von vielkernigen Riesenzellen als mögliches Indiz einer Entzündungsreaktion wurden vor allem

in Augmentaten gefunden, die mit einer nativen Kollagenmembran abgedeckt worden waren. Im Gegensatz dazu zeigten ehemals dehiszente Defekte, die mit einer stabileren Ribose-kreuzvernetzten Membran abgedeckt waren, eine ausgeprägtere Osteoneogenese [16].

Einsatz von Ribose-kreuzvernetzten Membranen zum Alveolarkammerhalt mit einem wenig-invasiven Behandlungsprotokoll

Aufgrund der hohen Bioverträglichkeit Ribose-kreuzvernetzter Kollagenmembranen gepaart mit einer überlegenen Standfestigkeit bei Wunddehiszenz, bietet sich die Möglichkeit, in gewissen klinischen Situationen auf einen vollständigen primären Wundverschluss zu verzichten. Dies ist unter anderem bei der Sofortbehandlung von Extraktionsalveolen von Bedeutung, da die Mukogingivalgrenze durch die Präparation eines Verschiebelappens zum kompletten Wundverschluss verschoben wird. Diese Verlagerung führt zu einem Verlust an keratinisiertem Gewebe auf der vestibulären Seite des Alveolarkammes. Sollen die Implantate von einer Manschette keratinisierter Mukosa



Abb. 2 Situation post-extraktionem: Massives periapikales Granulom an der palatinalen Wurzel

umgeben sein, muss das keratinisierte Gewebe zu einem späteren Zeitpunkt wieder generiert werden.

In einer klinischen Studie meiner Arbeitsgruppe werden Extraktionsalveolen ohne Berücksichtigung des Erhaltungsgrades der Restknochenwände mit einer Ribose-kreuzvernetzten Membran (Ossix Plus, Regedent GmbH, Dettelbach) abgedeckt. Dabei wird keine Mobilisierung des Lappens zur vollständigen primären Deckung angestrebt. Vielmehr werden die Lappenränder vestibulär und oral um 2 bis 3 mm eleviert, um die Membranränder unter das Periost zu verlegen und danach die Wundränder mit in situ-Nähten darüber zu fixieren. Ist die Defektwandigkeit stark reduziert, sodass der Defekt nicht als selbst-erhaltend einzustufen ist, wird die Restalveole vor der Abdeckung mit Knochenersatz aufgefüllt.

Die post-operative Heilung verläuft hierbei üblicherweise komplikationslos und es dauert regelmäßig 20 bis 21 Tage, bis die sekundäre Epithelialisierung der zunächst exponierten Membranoberflächen vollständig erfolgt. Die gegebenenfalls erfolgte Auffüllung der Alveolen mit Knochenersatzmaterial (KEM) hatte keinen bemerkbaren Einfluss auf das Heilungsergebnis. Nach der Heilungszeit, die durch das jeweils verwendete KEM determiniert wird, können Implantate mit einem Standard-Durchmesser in die auf diese Weise vorbehandelten Alveolarkammabschnitte eingebracht werden. Zusätzliche Augmentationsleistungen im Sinne eines weiteren Knochengewinns sind dabei nicht notwendig.

Fallbeispiel 1: Alveolarkammerhalt im posterioren Oberkiefer

Die Patientin (53 Jahre) erhält in unserer Klinik seit Jahren eine Parodontaltherapie. Aufgrund einer nicht erfolgreichen Therapie der Paro-Endo-Läsion an Zahn 16 (Abb. 1) wurde der Entschluss gefasst, den Zahn 16 zu extrahieren und mit einer Implantat-getragenen Versorgung zu ersetzen. Die Abbildung 2 zeigt die extrahierten Zahnfragmente. An der palatinalen Wurzel fanden wir ein



Abb. 3 Situation nach Verschluss der Alveole mit einer Membran und der Reposition des Lappens mittels Kreuznahttechnik



Abb. 4 Situation drei Tage post-OP: Entzündungsfreier intakter Membrankörper, beginnender Wundverschluss



Abb. 5 Situation sieben Tage post-OP: bereits fortschreitender Wundverschluss erkennbar, Nahtentfernung erfolgt



Abb. 6 Situation 21 Tage post-OP: Vollständiger Wundverschluss



Abb. 7 Situation vor re-entry sechs Monate später: komplett ausgeheilte, keratinisierte Gingiva-Verhältnisse



Abb. 8 Situation nach Lappenpräparation: vollständig konsolidierter Alveolarkamm mit bukkalen Resten der Membran

massives periapikales Granulom. Aufgrund des ausgeprägten apikalen und palatinalen Knochendefektes ohne MAV wurde der Entschluss gefasst, dass die Implantation erst nach der Ausheilung des Defekts erfolgen sollte. Aufgrund der guten knöchernen Begrenzung des Extraktionsdefekts nach bukkal und der Einstufung der Defektmorphologie als selbsterhaltend, wurde auf eine Auffüllung der Alveole mit Knochenersatzmaterial verzichtet. Die Alveole wurde mit einer Membran abgedeckt, die sowohl palatinal als auch bukkal unter den leicht elevierten Mukoperiostlappen verlegt wurde (Abb. 3). Das langanhaltende

Barriereprofil der Membran ermöglicht dieses wenig invasive Behandlungsprotokoll, ohne die Präparation eines koronalen Verschiebelappens.

Die Lappenfixation und die Stabilisierung der Membran erfolgten mit einer Kreuznaht (Abb. 3).

Für die post-operative Nachsorge wurde die Patientin angewiesen, bis zum vollständigen Wundverschluss über der Membran 3x täglich den Mund mit 0,2 % Chlorhexidinlösung zu spülen sowie ein mechanisches Trauma im Wundgebiet zu vermeiden (zehn bis 14 Tage). Bei jeder

Kontrolle in der Klinik erfolgte zusätzlich eine topische Wunddesinfektion mit 3 % H₂O₂ und Wattepellets. Durch diese Prophylaxemaßnahmen wird eine dauerhafte Kontamination der Membranoberfläche vermieden. Die Abbildung 4 zeigt die komplett entzündungsfreie Situation mit bereits einsetzender sekundärer Granulation drei Tage postoperationem. Die Nahtentfernung erfolgte nach sieben Tagen (Abb. 5). Zu diesem Zeitpunkt war der Membrankörper noch völlig intakt, die Weichgewebesituation zeigte sich weiterhin entzündungsfrei mit fortschrittlicher Granulation. Beim 21-Tage-Recall war die Alveole über der Membran

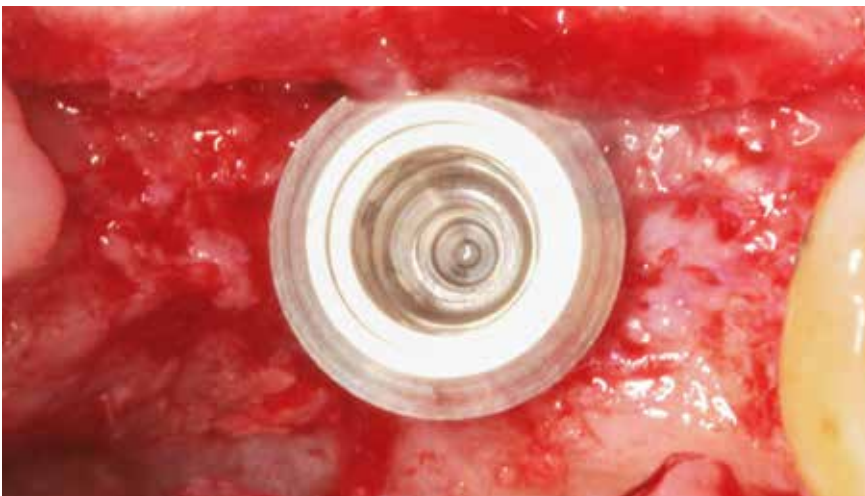


Abb. 9 Situation nach der Insertion des Implantats: ausreichendes Knochenangebot in bukkaler und apikaler Dimension für ein WN-Implantat mit 4,8 mm Durchmesser und 8 mm Länge

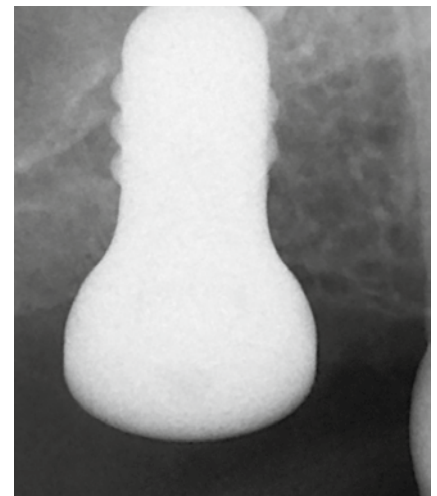


Abb. 10 Die Einzelbildkontrolle nach der Implantatinsertion zeigt korrekte Knochendimensionen um das Implantat; eine Sinusbodenperforation wurde klinisch vor dem Einbringen des Implantats ausgeschlossen



Abb. 11 Gingivaformer mit 4mm Höhe, Nahtfixation der Lappenränder



Abb. 12 Optimal erhaltene keratinisierte Gingiva bukkal



Abb. 13 Situation nach der Insertion der finalen Krone: Der Schraubkanal wurde mit Komposit verschlossen.

bereits komplett mit Weichgewebe verschlossen (Abb. 6), im weiteren Verlauf blieb die Einheilung unauffällig. Die Implantation erfolgte nach sechs Monaten. Zu diesem Zeitpunkt zeigte sich nach wie vor ein gesundes Weichgewebe mit neu gebildeter keratinisierter Gingiva an der ehemaligen Durchtrittsstelle des Zahns 16 (Abb. 7). Darüber hinaus war der ehemalige Extraktionsdefekt vollständig knöchern konsolidiert und ohne Anzeichen für vertikale Einbußen, während die Kammbreite um den Knochenanteil reduziert erschien, der ehemals die palatinale Wurzel abdeckte (Abb. 8). Im bukkalen Aspekt der augmentierten

regio 16 wurden Reste der Membran gefunden, die – da sie bereits partiell in den Kieferkamm integriert waren – zum Teil für histologische Zwecke oberflächlich abgetragen wurden (Abb. 8). Die Implantatinsertion konnte vollständig im neuen, vitalen Knochen erfolgen, die Knochenqualität entsprach der D2-Kategorie nach Lekholm und Zarb. Ein großes zirkuläres und in apikaler Dimension zur Sinusregion ausreichendes Knochenlager war vorhanden, um in optimaler prothetischer Position ein 8 mm langes WN-Implantat (Straumann, Freiburg, Deutschland) mit einer guten Primärstabilität einzubringen (Abb. 9 und 10).

Die Einheilung des Implantats verlief entsprechend des transgingivalen Protokolls mit einem Gingivaformer versehen ereignislos (Abb. 10 und 11). Durch das minimalinvasive OP-Protokoll konnte die keratinisierte Gingiva in regio 16 optimal erhalten werden (Abb. 12). Die Umsetzung des Behandlungsplans zur finalen Versorgung sah eine verschraubte Vollkeramikkrone auf einem Vario-Base-Abutment vor. Die Abbildung 13 zeigt die Situation nach der Insertion der definitiven Krone. Es konnte ein ästhetisch und funktionell optimales Ergebnis erzielt werden.



Abb. 14 Situation nach Eröffnung: massive knöcherner Resorption um den Zahn 14

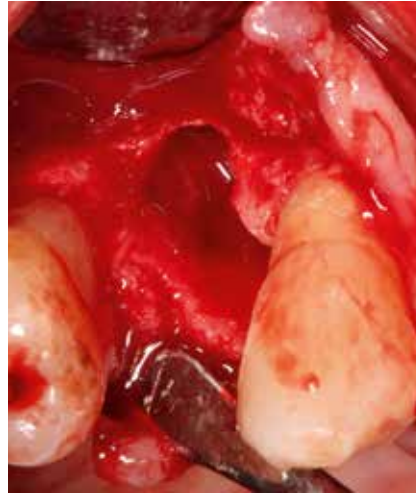


Abb. 15 Nach der Extraktion zeigt sich ein ausgedehnter Knochendefekt mit komplett defizitärer bukkaler Lamelle.



Abb. 16 Platzierung der Membran bukkal unterhalb des vollen Mukoperiostlappens zur Abdeckung des knöchernen Defektes



Abb. 17 Applikation des pastösen synthetischen KEMs (3D Bond)

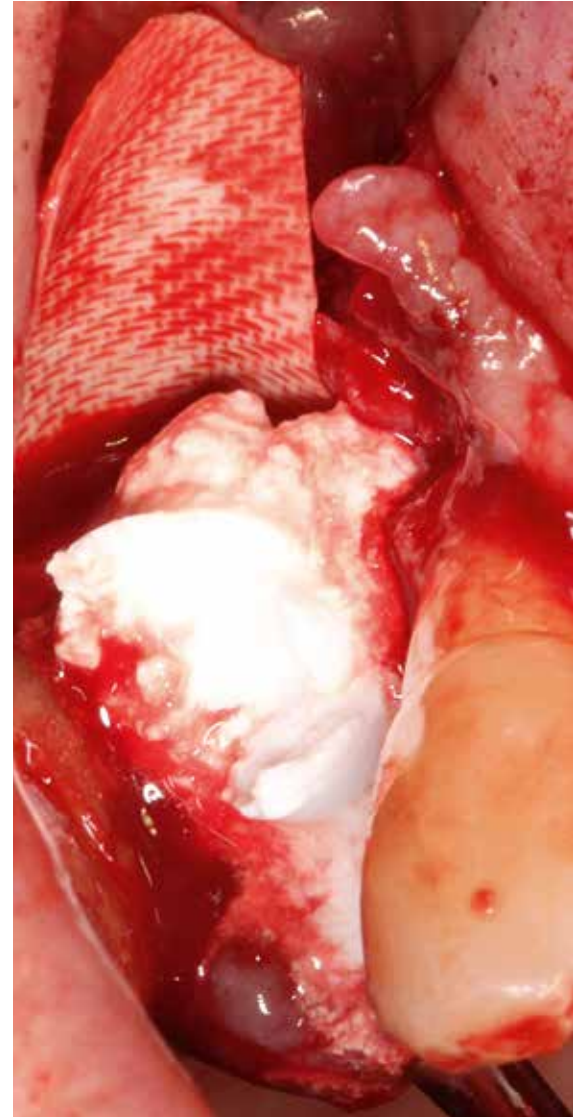


Abb. 18 Die Situation vor dem Aushärten des Knochenzements.

Fallbeispiel 2: Wiederaufbau des Alveolarkamms im oberen Prämolarenbereich

Der Patient (m, 56 Jahre) erhält in unserer Klinik seit 1997 eine Parodontalbehandlung. Trotz des Versuchs einer regenerativen Therapie mit Schmelz-Matrix-Proteinen und einer Endo-Behandlung konnten die resorptiven Vorgänge am Zahn 14 nicht verhindert werden. Aus diesem Grund sollte eine Implantat-getragene Versorgung erfolgen.

Nach Lappenpräparation zeigt sich eine massive knöcherner Resorption um den

Zahn 14 (Abb. 14). Nach der Extraktion wurde das Ausmaß des Knochendefekts sichtbar. Aufgrund der klinischen Vorgeschichte war die bukkale Lamelle bereits nahezu vollständig resorbiert (Abb. 15). Dieser Verlust machte den Wiederaufbau der Alveolarkammkontur notwendig. Diese erfolgte mit einer Kombination aus einem schnell resorbierendem Knochenaufbaumaterial und einer Membran. Hierzu wurde zunächst der Defekt auf der bukkalen Seite mit der Membran abgedeckt (Abb. 16). Als Knochenaufbaumaterial wurde ein synthetischer Knochenzement

auf Basis eines biphasischen Calciumsulfats gewählt (3D Bond, Regedent). Diese Materialien sind für ihr schnelles Resorptionsprofil bekannt, insbesondere in der Versorgung von Extraktionsalveolen [17-19]. Die pastöse Darreichungsform erleichtert die Einbringung des Materials in den Defekt erheblich. Die Abbildung 17 zeigt die Applikation des pastösen synthetischen KEM. Ein weiterer Vorteil von Calciumsulfat liegt darin, dass das Material in situ aushärtet und so eine optimale primäre Defektstabilisierung aufweist (Abb. 18).

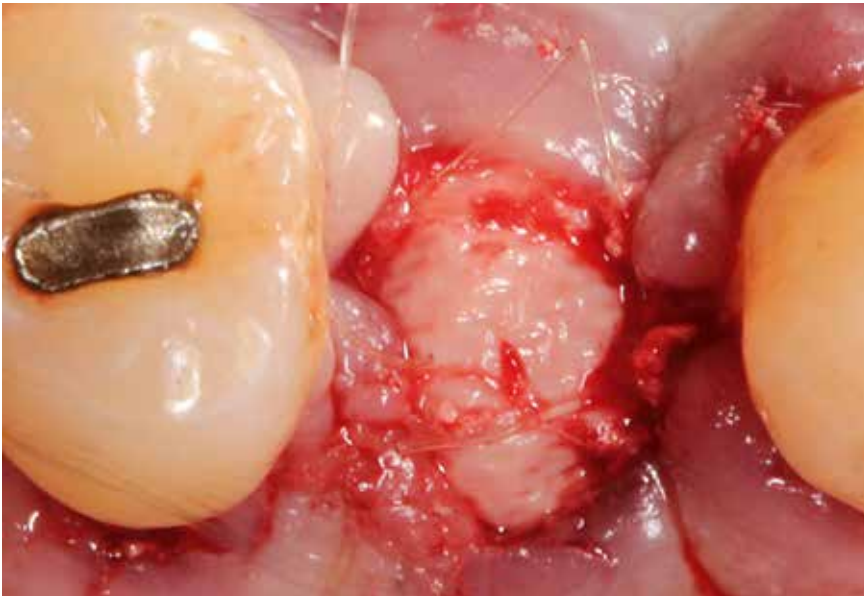


Abb. 19 Situation nach dem Verschluss der augmentierten Alveole mit einer Membran und der Reposition des Lappens mit Kreuznahttechnik

Das weitere Behandlungsprotokoll sah die gleichen Behandlungsschritte wie beim ersten Fall vor: Verschluss der augmentierten Alveole durch das Verlegen der Membran über der Alveole und unterhalb des vollen Lappens auf der palatinalen Seite mit der Fixation der Lappenränder mit modifizierten Matratzennähten nach Laurell (Abb. 19) sowie die post-operative Nachsorge mit mehrfacher täglicher Mundspülung zur dauerhaften Dekontamination der Membranoberfläche. Der vollständige sekundäre Wundverschluss erfolgte wie zuvor nach rund drei Wochen; der weitere Verlauf blieb unauffällig. Aufgrund des schnellen Resorptionsprofils von Calciumsulfat konnte der re-entry zur Implantatinsertion nach bereits vier

Mehr Informationen unter:
zeramex.com

G E I L

- ✓ Zweiteilig, reversibel verschraubbar
- ✓ 100% metallfrei
- ✓ Starke Verbindung mit VICARBO® Schraube



Eine Innovation aus der Schweiz,
basierend auf 10 Jahren Erfahrung
in der Entwicklung von Keramikimplantaten.

ZERAMEX®
strong. bright. right.

 swiss made

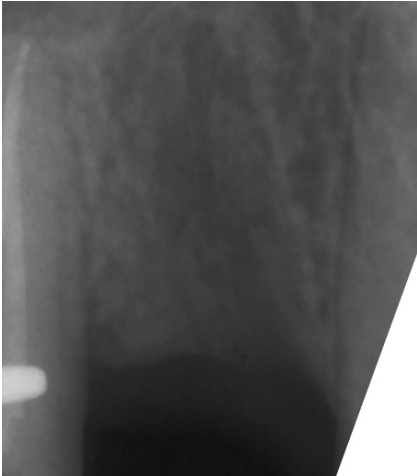


Abb. 20 Die Röntgenkontrolle nach vier Monaten zeigt gute knöchernen Konsolidierung; es sind keine Reste des KEMs erkennbar



Abb. 21 Vier Monate post-OP: Optimal wieder gewonnene keratinisierte Gingiva



Abb. 22 Die Situation nach der Lappenpräparation zeigt ausreichend konsolidierten Alveolarkamm, ohne sichtbare Rückstände des Augmentats.



Abb. 23 Die Situation nach der Insertion des Implantats zeigt ein ausreichendes Knochenangebot in bukkaler Dimension für ein 8mm langes SP RN-Implantat, das zur transmukosalen Heilung mit einem Gingivaformer versehen ist.



Abb. 24 Die Einzelbildkontrolle nach der Insertion zeigt eine korrekte Knochendimensionen um das Implantat.

Monaten erfolgen. Die Abbildung 20 zeigt die Röntgenkontrolle nach vier Monaten mit bereits fortgeschrittener knöcherner Defektkonsolidierung, ohne sichtbaren Rest des KEMs. Die Weichgewebesituation war ebenso positiv zu bewerten: An der ehemaligen Durchtrittsstelle des Zahns 14 hatte sich neue keratinisierte Gingiva gebildet (Abb. 21).

Nach der Lappenpräparation zeigte sich ein ausreichend konsolidierter Alveolar-

kamm (Abb. 22). Der ehemalige bukkale Defekt konnte durch die verwendete Augmentationstechnik ausreichend regeneriert werden, sodass ein großes zirkuläres und apikales Knochenlager zur Implantatinsertion vorhanden war. Die Abbildungen 23 und 24 zeigen die Situation nach der Implantatinsertion eines 8 mm langen RN SP-Implantats. Auf zusätzliche augmentative Verfahren im Bereich des periimplantären Weichgewebes konnte verzichtet werden.

Zusammenfassung

Ribose-kreuzvernetzte Kollagenmembranen weisen ein verlängertes Degradationsprofil auf, das vor allem bei Wunddehiszenz Vorteile gegenüber nativen Kollagenmembranen bietet. Aufgrund der zugleich hohen Bioverträglichkeit kann in der Sofortversorgung von Extraktionsalveolen mit Ribose-kreuzvernetzten Membranen auf einen vollständigen primären Wundverschluss verzichtet werden. Je nach Defektsituation kann die Membran entweder alleine oder in Kombination mit einem geeigneten Knochenaufbaumaterial verwendet werden. Der Erhalt der Kieferkammbreite scheint auf diesem Wege prognostisch sicher zu funktionieren. Ein zusätzlicher positiver Effekt dieser Behandlungsstrategie ist der Erhalt der mukogingivalen Grenze, da keine koronale Lappenverlagerung stattfindet und auf dem Wege der sekundären Epithelisierung ein Zugewinn an keratinisierter Gingiva entsteht. ■

Literatur beim Verfasser

Kontakt

Prof. Dr. Anton Friedmann
Universität Witten/Herdecke
Lehrstuhl für Parodontologie
Alfred-Herrhausen-Straße 44
58455 Witten
anton.friedmann@uni-wh.de