2 CME-Punkte

Guided Tissue Regeneration und Guided Bone Regeneration (GTR, GBR) stellen in der Zahnmedizin gut etablierte Techniken dar, um verloren gegangenes Gewebe um Zähne und Implantate zu augmentieren.[1–3] Im Laufe der Entwicklung der GTR- und GBR-Techniken wurden verschiedene Arten von Membranen entwickelt. Dieser Fachbeitrag geht anhand von Fallbeispielen auf die Vorteile von resorbierbaren Membranen hinsichtlich der Biokompatibilität sowie Barrierefunktion ein.

Dr. Bálint Mólnar [Infos zum Autor]

Prof. Péter Windisch [Infos zum Autor]

Resorbierbare Barrieremembranen in der GBR und GTR

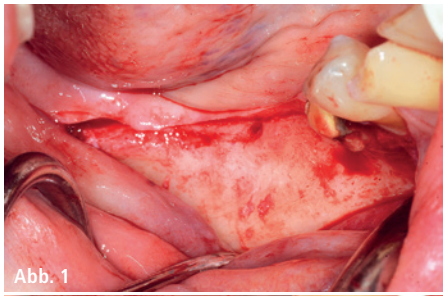
Dr. Bálint Mólnar DMD, PhD, Prof. Péter Windisch

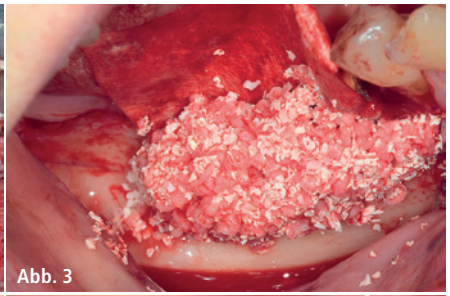
Einleitung

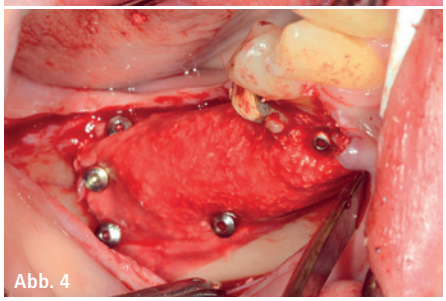
Das Grundprinzip der GBR und GTR besteht in der Platzierung einer Barrieremembran zwischen Weichgewebe und dem alveolaren bzw. parodontalen Defekt. Dadurch wird verhindert, dass die schnell proliferierenden Epithelzellen den knöchernen Defekt besiedeln, und den sich langsam teilenden osteogenen oder parodontalen Ligamentzellen wird Zeit und Raum gegeben, um in den Defekt zu migrieren. Kommerziell erhältliche Barrieremembranen für die GTR- und GBR-Verfahren können in nicht resorbierbare und resorbierbare Membranen unterschieden werden. Nicht resorbierbare Membranen, die zuerst im Dentalmarkt eingeführt wurden, bestehen meist aus Titan und Polytetrafluorethylen (PTFE, expandiertes und dichtes PTFE) und erhalten ihre strukturelle Integrität und Volumenstabilität über die gesamte Heilungsperiode hinweg aufrecht. Trotz ihrer erfolgreichen klinischen Anwendung in unterschiedlichen Indikationen stellt der spannungsfreie Wundverschluss eine Herausforderung dar, und die Notwendigkeit zur Entfernung nicht resorbierbarer Membranen nach der Heilung erfordert einen zweiten chirurgischen Eingriff.[4,5] Des Weiteren stellt eine frühe Membranexposition ein weitverbreitetes Problem dar und kompromittiert den Behandlungserfolg, da über infizierten Titan- oder PTFE-Oberflächen keine sekundäre Wundheilung erfolgt. Im Gegensatz dazu werden bioresorbierbare Membranen, sowohl synthetischen (aliphatische Polyester) als auch natürlichen (Kollagen) Ursprungs, durch Hydrolyse oder enzymatische Aktivität metabolisiert und damit im Verlauf der Zeit vollständig abgebaut. Dadurch wird der Komfort für den Patienten erhöht. Außerdem zeigen bioresorbierbare Membranen bessere Wundheilungseigenschaften. Im Fall einer frühen Membranexposition findet eine sekundäre Epithelialisierung statt, verbunden mit signifikant geringerer Beeinflussung des Behandlungserfolges, im Vergleich zu nicht resorbierbaren Membranen.

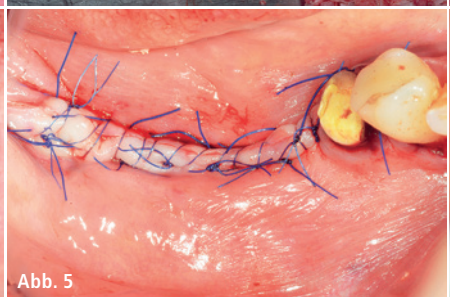
Anforderungen und Charakteristika

Um einen optimalen Behandlungserfolg zu gewährleisten, sollen Barrieremembranen für die dentale Anwendung folgende Kriterien erfüllen: Integration in das umgebende Gewebe, Biokompatibilität, Zellokklusivität, Permeabilität für Nährstoffe und eine einfache Anwendung.[6] Da Kollagen ein sehr wichtiges und hochkonserviertes Protein ist, das sich im Bindegewebe von allen Säugetieren findet und ein hohes Level an Homologie zeigt, wurden verschiedene Kollagenmembranen, basierend auf Kollagen tierischen Ursprungs für GBR- und GTR-Verfahren entwickelt. Unter den 28 in Vertebraten identifizierten verschiedenen Kollagentypen stellt Kollagen-Typ I das weitverbreitetste und am besten beschriebene Mitglied dieser Proteinfamilie dar.[7–9] Beim Menschen sind circa 30 Prozent aller im Körper vorkommenden Proteine Kollagene. Diese wichtigen Proteine sind in allen Geweben und Organen, wie Haut, Knochen, Sehnen usw. zu finden und an zahlreichen biologischen Aktivitäten beteiligt, darunter an der Bildung der extrazellulären Matrix und der Blutgefäße, an der Zelladhäsion und -migration sowie an der Gewebemorphogenese und -reparatur.[9,10] Sie liegen sowohl als längliche Fasern als auch in Form von Kollagennetzwerken und faserassoziiertem Kollagen oder transmembranären Kollagendomänen vor und verleihen den Geweben, aufgrund ihrer









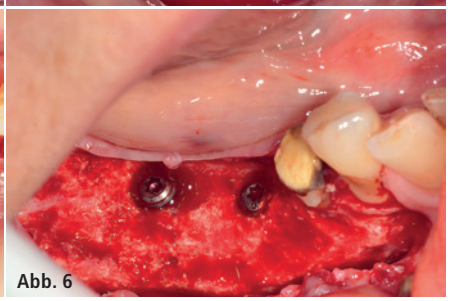


Abb. 1: Intraoperative Darstellung des fortgeschrittenen horizontalen Alveolarkammdefektes. – **Abb. 2:** Mischung von autologen Knochenspänen und cerabone®-Partikeln (1:1). – **Abb. 3 und 4**: Auffüllung des Defektes mit dem Knochengemisch, Titanpin-Fixierung und 3-D-Stabilität des Alveolarkammaufbaus. – **Abb. 5:** Wundverschluss. – **Abb. 6:** Reentry nach sechs Monaten: Erfolgreich gestaltetes Implantatbett.

bemerkenswerten Zugfestigkeit, Stabilität und Elastizität. Kollagenmoleküle werden von verschiedenen Zelltypen synthetisiert, darunter Endothelzellen oder glatte Muskelzellen, aber hauptsächlich von Fibroblasten.[7,8,11–13]

Degradation von Kollagen und seine Funktion

Spezifische Proteasen (Kollagenasen) regulieren die Spaltung von Kollagenmolekülen. Mit ihren charakteristischen katalytischen Domänen sind sie dazu in der Lage, die Moleküle in definierte Fragmente zu zersetzen. Degradation und Biosynthese von Kollagen stellen einen entscheidenden Schritt in vielen Prozessen dar. Anders als andere Substanzen oder Komponenten, die im Rahmen des Tissue Engineering Anwendung finden, stellen Kollagene sehr wirksame Biomaterialien dar. Sie zeigen eine schnelle Adaptation an mechanische Beanspruchung und transformieren diese in biomechanische Signale. Auf diese Weise kontrollieren sie eine Vielzahl an biologischen Ereignissen wie z. B. das Geweberemodeling oder die Wundheilung.[14] Kollagene spielen außerdem eine entscheidende Rolle in der hämostatischen Reaktion. Thrombozyten haben auf der Zelloberfläche exponierte, kollagenspezifische Rezeptoren. Die Bindung eines Liganden an diese Rezeptoren führt zur Degranulation und Blutgerinnung. Somit unterstützt Kollagen die Wundstabilisierung und findet daher in der Medizin und Pharmakologie als Hämostatikum und biologisches Verbandsmaterial breite Anwendung.[15,16] Außerdem zeigt Kollagen eine chemotaktische Anziehung auf verschiedene in den Wundheilungsprozess involvierte Zelltypen, einschließlich Parodontalligament-Fibroblasten.[17] Wenn Kollagen im Verlauf der Wundheilung zur Mundhöhle hin exponiert wird, wird es entzündungsfrei und schnell abgebaut und ermöglicht damit die Anwendung von Kollagenmembranen auch in chirurgischen Eingriffen mit anspruchsvoller Lappenbildung.[18] Dieses Heilungsmuster der Biodegradation ermöglicht eine sekundäre Wundheilung im Fall von Membranexposition und stellt damit eine sichere Behandlungsalternative zu nicht resorbierbaren Barrieren dar.

Kollagenmembranen in der GTR und GBR

In der Zahnmedizin verwendete Membranen stammen meist von Sehnen, Haut (Dermis) oder dem Perikard und sind bovinen oder porcinen Ursprungs (Bunyaratavej und Wang 2001). Sie können auf verschiedene Arten hergestellt werden. Im Allgemeinen wird der Kollagenanteil zunächst isoliert, dann gereinigt und durch Änderung der Ionenstärke oder des pH-Wertes oder durch Erhöhung der Temperatur und anschließender Luftverdampfung ausgefällt. Schließlich wird das gereinigte Kollagen gefriergetrocknet und sterilisiert.[15] Die Jason® membrane und collprotect® membrane (botiss biomaterials, Zossen) bestehen beide aus porcinem Kollagen Typ I und III. Sie werden in einem standardisierten mehrstufigen Reinigungsprozess hergestellt, der alle zellulären und nicht kollagenen Komponenten entfernt, während die natürliche Kollagenstruktur erhalten bleibt. Präklinische und klinische Studien haben ihre Biokompatibilität bestätigt.[19–22]

Mechanische Eigenschaften und Degradation

Obwohl Sie von der gleichen Tierspezies stammen, unterscheiden sich die zuvor genannten Membranen deutlich in ihren mechanischen Eigenschaften und ihrem Resorptionsverhalten, da sie aus unterschiedlichen Geweben des Schweines gewonnen werden. Die im ersten Fall verwendete Jason® membrane wird aus porcinem Perikard gewonnen, einem fibrösen Gewebesack, der das Herz von Säugetieren umgibt. Das Perikard verhindert

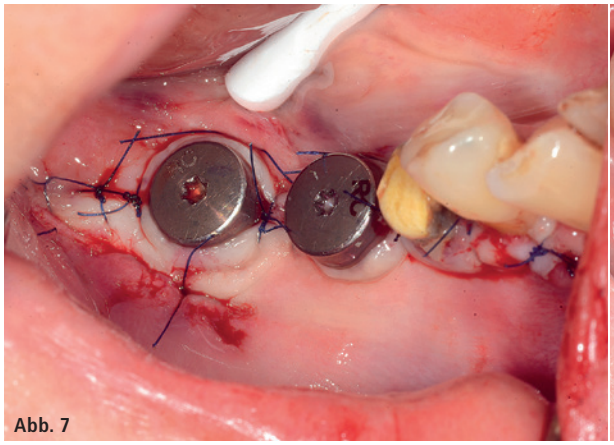


Abb. 7

Abb. 8

Abb. 7: Transgingivale Einheilung. – **Abb. 8:** Prothetische Versorgung.

eine übermäßige Ausdehnung des Herzens und enthält geringe Mengen einer serösen Flüssigkeit, die die freie Mobilität des Herzmuskels während der Änderungen des Blutvolumens ermöglicht. Da das Perikard den Kräften des Herzmuskels standhalten muss, verfügt es über eine außergewöhnlich dichte Kollagenstruktur, die der Membran Steifheit sowie eine multidirektionale Reiß- und Zugfestigkeit verleiht. Dadurch unterliegt diese Membran einer langsamen enzymatischen Degradation und bietet somit in der Anwendung von augmentativen Verfahren eine verlängerte Barrierezeit. Im Gegensatz dazu benötigt die Regeneration kleinerer und mittlerer Defekte, wie z. B. Dehiszenzen, Fenestrationen oder parodontalen Defekten eine Membran mit einer intermediären Standzeit. Hier eignet sich die collprotect® membrane, die schneller abgebaut wird. Diese Membran wird aus porciner Dermis hergestellt und zeigt ein dichtes Kollagennetzwerk mit einzelnen Poren. Die inhärenten Poren der nativen porcinen Haut erleichtern die Migration von Blutgefäßen in das Defektgebiet und ermöglichen somit eine schnelle Revaskularisierung des unterliegenden Wundbettes.[19,23] Dabei bietet die Membran aufgrund ihrer dichten Kollagenstruktur dennoch die notwendige Barriere gegen das Einwachsen von Weichgewebe. Membranen mit einer intermediären Standzeit können im Rahmen der Augmentation mit allogenem Granulat oder autologen Knochenchips bevorzugt werden, da diese Materialien in der Regel innerhalb von drei bis vier Monaten knöchern umgebaut werden und somit keine lange Barrierefunktion benötigen. Gleiches gilt für die Behandlung von parodontalen Defekten. Hier kann eine zusätzliche Stabilisierung des Transplantates durch die angrenzenden Knochenwände erwartet werden.

Klinischer Fall 1: Alveolarkammaufbau

Ausgedehnte Knochendefekte erfordern eine längere Heilungszeit, da die vollständige Regeneration des Defektes von der Zahl der gebildeten Blutgefäße und Rekrutierung von knochenbildenden Zellen abhängt, die von den Rändern des Defektes ausgeht und ins Zentrum des Defektgebietes fortschreiten.[24] Daher bestimmt die Dimension des Defektes die Zeit, in welcher eine Membran ihre Barrierefunktion aufrechterhalten sollte.[25] Für die Behandlung von ausgedehnten Knochendefekten, wie z. B. ausgedehnten Kieferkammaugmentationen und Sinusbodenelevationen mit zusätzlicher lateraler Augmentation, eignet sich die Jason® membrane besonders. Die verlängerte Degradationszeit ermöglicht außerdem eine Kombination mit xenogenen Knochenersatzmaterialien in der Kieferkammaugmentation oder im Sinuslift.

Abb. 9

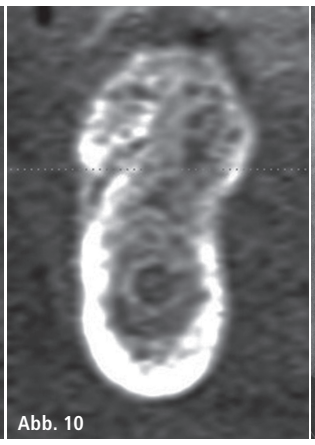


Abb. 10

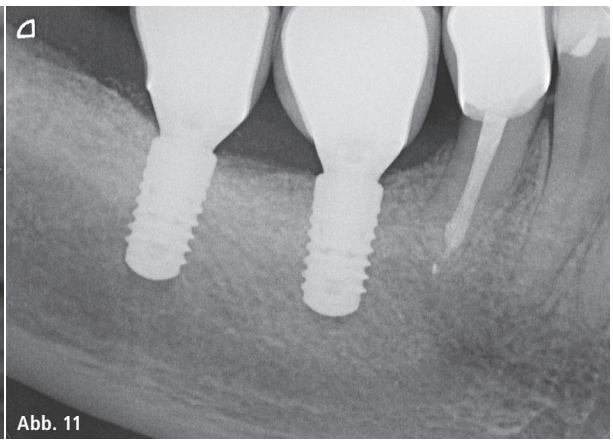
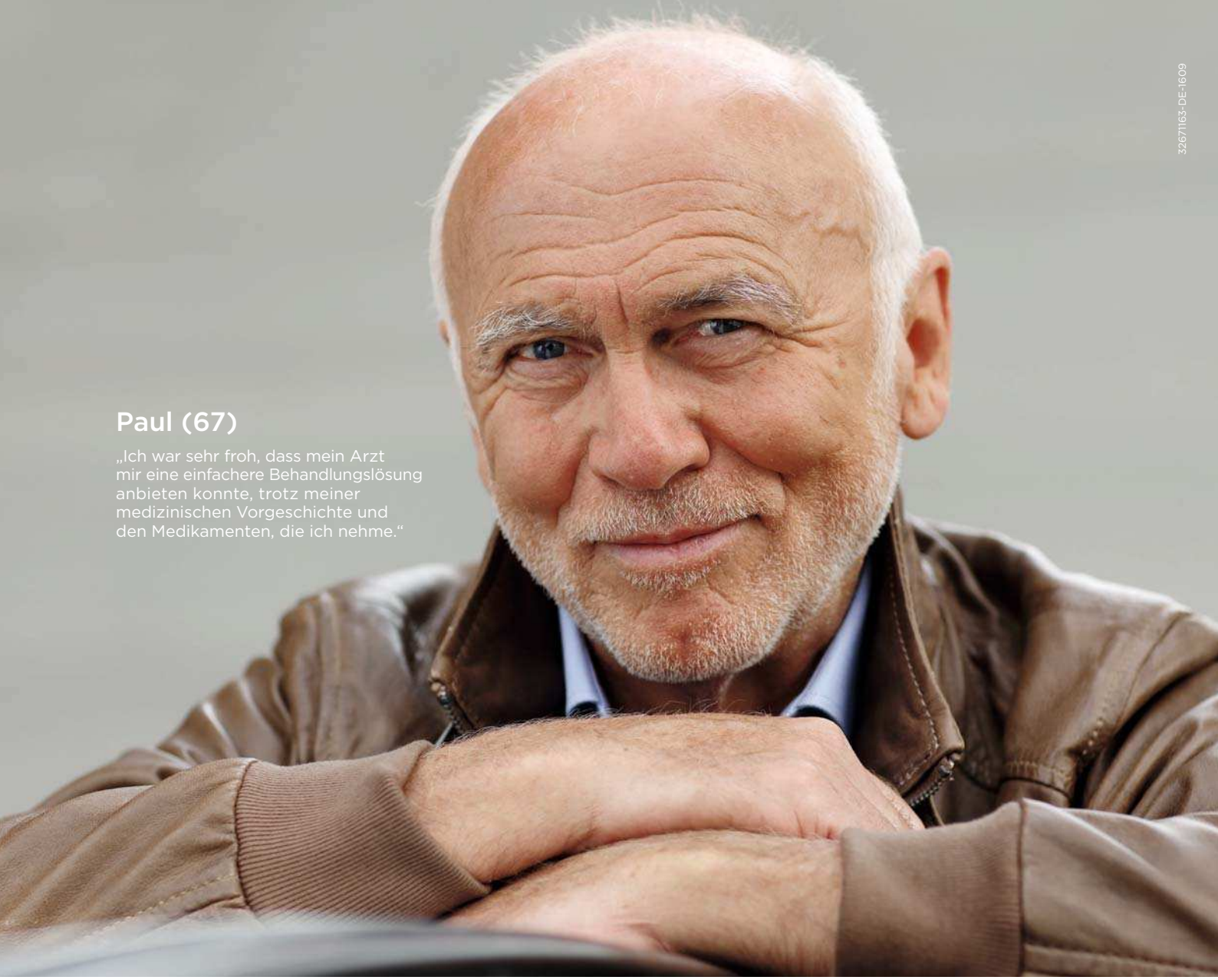


Abb. 11

Abb. 9: Präoperatives CT: DVT-Darstellung des fortgeschrittenen horizontalen Alveolarkammdefektes. – **Abb. 10:** Postoperatives CT: DVT-Darstellung der vollständigen Defektrekonstruktion. – **Abb. 11:** Röntgendiagnostik der prothetisch versorgten Implantate.

32671163-DE-1609



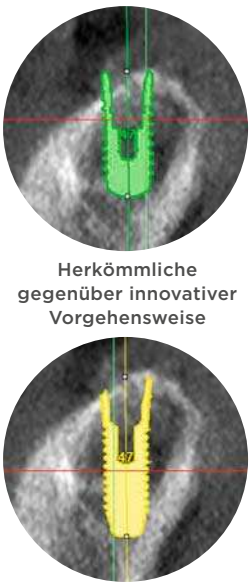
Astra Tech Implant System®

„Ja“ sagen leicht gemacht

Verwenden Sie beim schräg atrophierten Kieferkamm OsseoSpeed® Profile EV. So können Sie Ihre Patienten mit einer einfacheren, weniger traumatischen Behandlung versorgen: Denn die Notwendigkeit für Knochenaufbau wird reduziert, während Sie immer noch vorhersagbare, ästhetische Ergebnisse erzielen. Machen Sie es den Patienten mit ihren individuellen Anforderungen einfacher, „Ja“ zu einer Implantatbehandlung zu sagen.

OsseoSpeed® Profile EV – Es ist Zeit, umzudenken.

www.jointheev.de



Herkömmliche gegenüber innovativer Vorgehensweise

Dentsply Sirona Implants

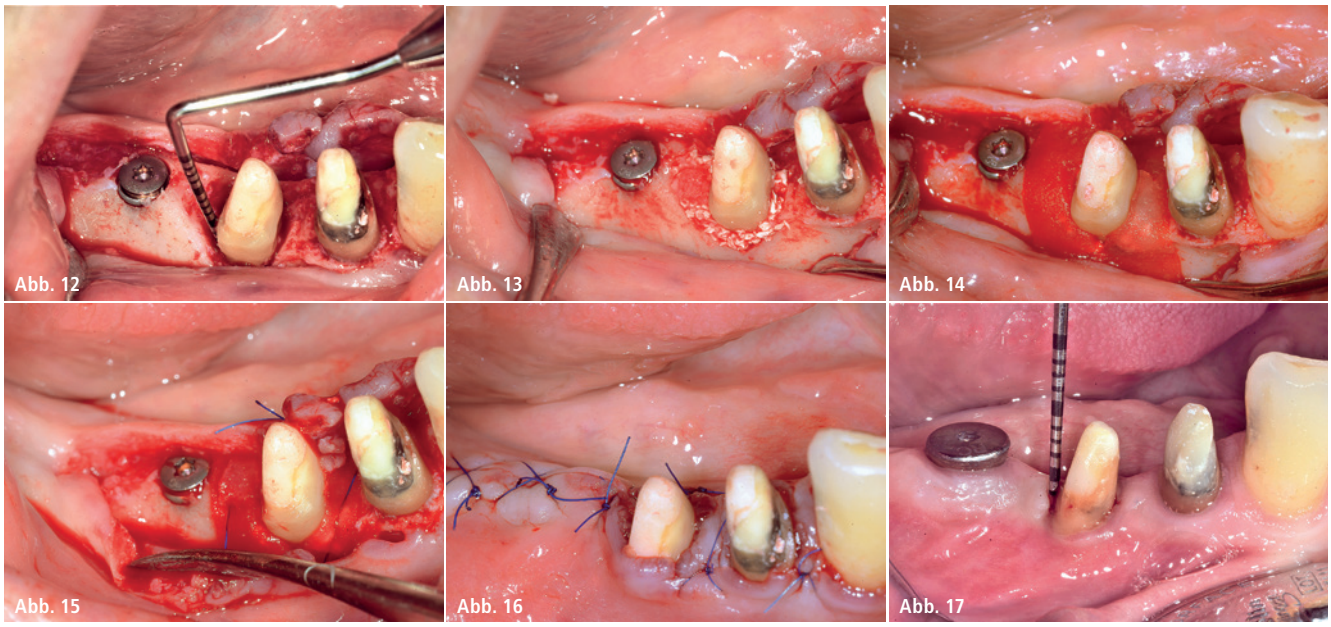


Abb. 12: Intraoperative Darstellung des dreiwandigen parodontalen Defekts (Tiefe: 4 mm). – **Abb. 13:** Auffüllung des Defekts mit 1:1-Mischung von autologen Knochenspänen und cerabone®-Partikeln. – **Abb. 14:** Abdeckung mit collprotect® membrane. – **Abb. 15:** Membranfixierung mit einer horizontalen Matratzennaht. – **Abb. 16:** Wundverschluss. – **Abb. 17:** Freigelegtes Implantat und residuale Taschentiefe von 3 mm.

Aufgrund ihrer hohen Zugfestigkeit und Stabilität sind Perikardmembranen außerdem bestens für die Fixierung mit Titanpins im Rahmen von ausgedehnten GBR-Verfahren geeignet.

Der erste klinische Fall dokumentiert die Behandlung einer 56 Jahre alten Patientin mit Freiendsituation im Unterkiefer. Laut Wunsch der Patientin wurde eine implantatprothetische Versorgung geplant. In der ersten chirurgischen Phase wurde nach DVT-Planung ein horizontaler Alveolarkammaufbau mit der GBR-Technik in Lokalanästhesie durchgeführt, um das abgebaute Knochengewebe wiederherzustellen und damit ein entsprechendes Implantatbett zu gestalten. Nach krestaler Schnittführung und Spaltlappenpräparation wurden lokal gesammelte autologe Knochenspäne (Safescraper Twist, Meta, Reggio Emilia, Italien) mit xenogenen Knochenersatzmaterialpartikeln (cerabone®, botiss biomaterials, Zossen) vermischt und mit der genannten Membran abgedeckt. Zur Fixierung der Membran wurden Titanpins (Meisinger Master Pin, Meisinger, Neuss) verwendet. Die hervorragende Steifheit der Membran erlaubte eine dichte Auffüllung außerhalb des „bony envelope", was bei fortgeschrittenen Alveolarkammdefekten zur vollständigen Defektrekonstruktion unbedingt benötigt wird. Anschließend erfolgte der Wundverschluss durch horizontale Matratzennähte und fortlaufende Nähte (Braun Dafilon 4/0 und 5/0, B. Braun Melsungen, Melsungen). Nach primärer Wundheilung und einer Einheilungsphase von sechs Monaten wurde erneut eine DVT-Diagnostik durchgeführt, diese zeigte eine vollständige Rekonstruktion des Alveolarkammes. Dies wurde in der zweiten chirurgischen Phase bei der Entfernung der Titanpins und der Aufbereitung des Implantatbettes auch klinisch bestätigt. Die bovinen Knochenpartikel waren fest im neugebildeten Knochengewebe integriert, Anzeichen von Bindegewebseinkapselung waren nicht zu sehen. Die Membran war zu diesem Zeitpunkt vollständig resorbiert. Zwei Titanimplantate (Straumann Bone Level, Straumann, Freiburg im Breisgau) wurden an Position 46 und 47 inseriert und einer transgingivalen Einheilung überlassen. Zwei Monate

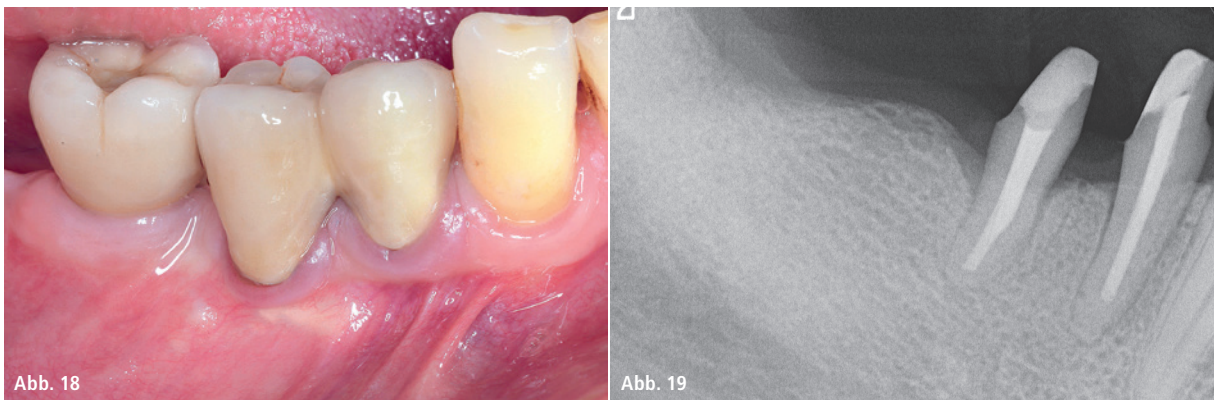


Abb. 18: Prothetische Versorgung. – **Abb. 19:** Radiologischer Anfangsbefund: Vertikaler parodontaler Knochendefekt.

kulzer.de

cara

cara I-Bridge® angled

Entdecken Sie unsere direkt verschraubten Implantatbrücken mit höchster Präzision!

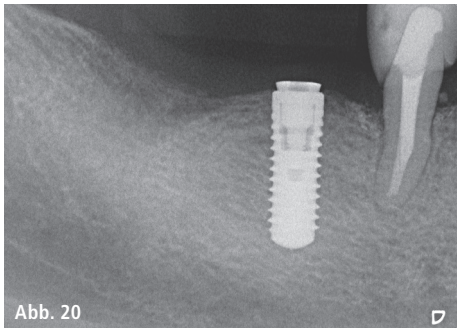
- **Angulation** um bis zu 20°
- **Das Original** – seit 10 Jahren international am Markt erhältlich
- **Für alle** gängigen Implantatsysteme
- **5–20 Jahre** cara Garantie

Mehr Infos unter **www.kulzer.de/cara-i-bridge** oder unter 0800.437 25 22.
www.kulzer.de/fremd-abutments

Mundgesundheit in besten Händen.

KULZER
MITSUI CHEMICALS GROUP

© 2017 Heraeus Kulzer GmbH. All Rights Reserved.



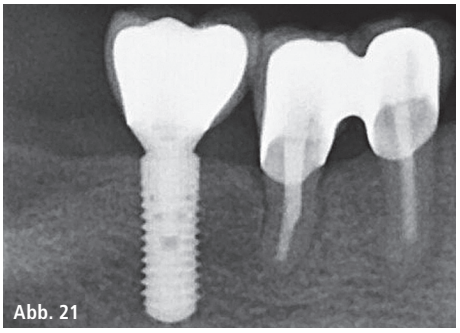


Abb. 20 und 21: Röntgendiagnostik postoperativ: Eingeheiltes Implantat und vollständige Defektauffüllung.

später erfolgte die prothetische Versorgung mithilfe von verschraubten Metallkeramikeinzelkronen auf Titanimplantataufbauten.

Klinischer Fall 2: Parodontale Regeneration

Resorbierbare Kollagenmembranen wurden auch erfolgreich für die Behandlung von parodontalen intraossären Defekten und Furkationsdefekten eingesetzt. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Eingriff mit Lappenbildung wurde eine durchschnittliche Zunahme des klinischen Attachments (CAL) von 1,1 mm bis 1,58 mm erzielt, wenn zwischen dem Gingivaepithel und dem verbleibenden intakten Parodontalligament eine Barrieremembran aus Kollagen platziert wurde.[26–28] Des Weiteren weisen systematische Reviews auf vergleichbare klinische Ergebnisse in der regenerativen parodontalen Therapie hin wie mit nicht resorbierbaren Membranen, allerdings ohne deren Nachteile zu zeigen.[29,30] Aufgrund ihrer Steifigkeit sind nicht resorbierbare Membranen anfällig für Lappenperforationen und erhöhen damit das Risiko einer Weichgewebedehiszenz und Membranexposition. Dadurch wird der regenerative Prozess beeinträchtigt und die Membran muss entfernt werden.[29–33]

Der zweite klinische Fall dokumentiert die Behandlung eines 50 Jahre alten Patienten mit chronischer Parodontitis und einer Freiendsituation im Unterkiefer. Die klinischen und radiologischen parodontalen Anfangsbefunde zeigten eine 6 mm tiefe parodontale Tasche und einen vertikalen Knochenabbau an Zahn 45. Nach Besprechung mit dem Patienten wurde eine implantatprothetische Versorgung und parodontale regenerative chirurgische Versorgung geplant. Zielsetzung der chirurgischen Therapie war die Beseitigung der parodontalen Entzündung und die Neugestaltung eines anatomischen Knochenniveaus. In der ersten chirurgischen Phase wurden Implantation und GTR-Behandlung in Lokalanästhesie durchgeführt, um das abgebaute Parodont in der Nähe des Implantates wiederherzustellen. Nach krestaler/intrasulkulärer Schnittführung in Kombination mit modifizierter Papillenpräservation und Mukoperiostlappenpräparation wurde ein Titanimplantat (Straumann Bone Level, Straumann, Freiburg im Breisgau) an Stelle von Zahn 46 gesetzt. Anschließend wurden lokal gesammelte autologe Knochenspäne (Safescraper Twist, Meta, Reggio Emilia, Italien) mit xenogenen Knochenersatzmaterialpartikeln (cerabone®, botiss biomaterials, Zossen) vermischt und mit einer Membran (collprotect®, botiss biomaterials, Zossen) im gereinigten 4 mm tiefen parodontalen Defekt abgedeckt. Eine Fixierung mit Titanpins war aufgrund der dreiwandigen Defektkonfiguration nicht nötig. Die Membran wurde mit Nähten fixiert und die Wunde mit einfachen Nähten und modifizierten vertikalen Matratzennähten (Braun Dafilon 4/0 und 5/0, B. Braun Melsungen, Melsungen) verschlossen. Nach primärer Wundheilung und einer Einheilungsphase von sechs Monaten wurde klinisch eine Taschentiefe von 3 mm und radiologisch die Auffüllung des vertikalen Knochendefektes registriert. Die Freilegung des Implantates und die endgültige prothetische Versorgung erfolgte mithilfe einer verschraubten Metallkeramikeinzelkrone auf einem Titanimplantataufbau und mit verblockten Metallkeramikkronen an den Zähnen 44 und 45.

2 CME-Punkte

CME-Fortbildung

Resorbierbare Barrieremembranen in der GBR und GTR
Dr. Bálint Mólnar DMD, PhD,
Prof. Péter Windisch

Zum Beantworten dieses Fragebogens registrieren Sie sich bitte unter:
www.zwp-online.info/de/cme-fortbildung/92831

Infos zur CME-Fortbildung auf ZWP online

Literatur

Kontakt

Dr. Bálint Mólnar, DMD, PhD
Parodontologe
Assistenz Professor
Semmelweis Universität Budapest
Szentkirályi u. 47
1088 Budapest, Ungarn
molbal81@gmail.com

Prof. Péter Windisch
Leiter der Abteilung für Parodontologie
Semmelweis Universität Budapest
Szentkiralyi u. 47
1088 Budapest, Ungarn
peter.windisch@gmail.com

Straumann® BLT Ø 2,9 mm – the SmallOne

Eine weitere Legende ist geboren: schmal, stark und beständig.

WENIGER INVASIV*

Eine perfekte Kombination aus Implantatdesign, Festigkeit und Heilungswirkung.

NATÜRLICH WIRKENDE ÄSTHETIK

Neues prothetisches Design, das der Zahnanatomie nahekommt.

VOLLE FESTIGKEIT

Eine feste und zuverlässige Behandlungsoption – dank Roxolid®.

Weitere Informationen zum SmallOne erhalten Sie von Ihrem Straumann® Vertriebsmitarbeiter vor Ort. Oder besuchen Sie www.straumann.de/smallone

*wenn sich eine GBR vermeiden lässt

straumann
simply doing more