

Einsatz einer von Prof. Istvan Urban neuentwickelten PTFE-Membran
bei umfangreicher GBR vor Implantationen

Vertikale Defekte erfolgreich augmentieren

von Dr. Hélène Arnal

Membranen

Autogene Blöcke galten lange Zeit als Standardaugmentationstechnik für vertikale Defekte. Heute zeigt die Literatur vergleichbare Ergebnisse für die GBR (Guided Bone Regeneration / Gesteuerte Knochenregeneration), die heute die am häufigsten angewandte Technik in dieser Indikation ist (Milinkovic 2014, Urban 2019). Bei der GBR werden Membranen verwendet, um einen Raum zwischen dem Knochendefekt und dem Periost zu schaffen und Bindegewebe und Epithelzellen auszuschließen, die schneller in den Defekt wandern. Dadurch erhalten die knochenbildenden Zellen den Raum und die Zeit, die sie benötigen, um den chirurgisch aufgebauten Bereich zu besiedeln und mit Knochen zu füllen (Dahlin 1988).

DR. HÉLÈNE ARNAL

konzentriert sich als Oralchirurgin in ihrer Privatpraxis auf Implantologie und präimplantologische Chirurgie. Weiterhin betreut sie am Klinikum Henri Mondor Studenten, die das Diplom für Implantologie an der Universität Paris V anstreben.

Die vertikale GBR ist keine neue Technik

Die erste menschliche Studie über die Verwendung titanverstärkter PTFE-Membranen für vertikale Augmentationen wurde 1994 von Simion und seinem Team veröffentlicht (Simion 1994); diese Studie bezieht sich auf einen simultanen Ansatz, also die Knochenregeneration, die während desselben chirurgischen Schritts wie die Implantatinserterion durchgeführt wird. Dieser erfolgte nur mit dem Blutkoagel, also ohne Zugabe von Knochenersatzmaterialien oder autogenem Knochen. Dadurch wurde ein vertikaler Knochengewinn von 4 mm erzielt. Nach und nach wurde die Technik verfeinert mit dem Ergebnis, dass mit autogenem Knochen, der das osteogene Potenzial erhöht, ein vertikaler Gewinn von 7 bis 8 mm erreicht werden konnte, was mit Eigenblut allein nicht möglich war (Tinti 1996/1998, Simion 2001, Chiapasco 2004, Merli 2006/2007/2010/2014).

Dass ein Mischungsverhältnis zwischen autogenem Knochen und deproteinisiertem bovinem Knochenmineral (DBBM) von 50:50 Vorteile in Bezug auf die Stabilität des regenerierten Knochens – aufgrund der schwachen Resorption von DBBM – und die gute histologische Integration der DBBM-Partikel mit dem neu formierten Knochen hat, wurde 2007 erwiesen und kürzlich bestätigt. Mehrere Forscher fanden für dieses Vorgehen den gleichen Prozentsatz an neu gebildetem Knochen wie bei einer GBR, die zu 100 Prozent aus autogenem Knochen erfolgte (Simion 2007, Merli 2020). Die Technik entwickelt sich daher in Richtung einer Kombination aus DBBM und autogenem Knochen, die eine geringere Knochenentnahme und die Erhaltung des transplantierten Volumens im Laufe der Zeit ermöglicht (Simion 2016, Windisch 2021, Pistilli 2020, Urban 2014/2015a/2017/2019/2021). Weiterhin wurden allogene Transplantate allein oder in Kombination mit autogenen oder xenogenen Transplantaten untersucht (Fontana 2008, Cucchi 2017 und 2019).

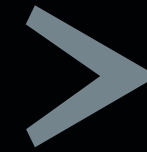
Patientenauswahl

Patienten, die für diese Art von Eingriff in Frage kommen, müssen nach der ASA-Klassifikation Typ 1 oder 2 (bit.ly/2NXrYeg) entsprechen und dürfen keine Immunsuppressiva einnehmen. Vor dem Eingriff ist eine gründliche Vorbereitung erforderlich, um das Risiko einer bakteriellen Kontamination auszuschließen: parodontale Stabilisierung, Entfernung von Infektionsherden und Karies mit besonderer Aufmerksamkeit für die Zähne, die an die Lücke grenzen.

Es wird empfohlen, diese Art von Technik nur bei Nichtrauchern anzuwenden, da das Risiko einer Membranexposition bei Rauchern erhöht sein kann (Pistilli 2020). Die Patienten müssen Compliance und Motivation zeigen, da eine einwandfreie Hygiene unerlässlich ist und während der gesamten Behandlungsdauer eine regelmäßige Nachsorge erforderlich sein wird.

TIPPS FÜR DIE ERFOLGREICHE IMPLANTATBETT-PRÄPARATION MITTELS GBR

1. Die akribische Vorbereitung einer GBR ist notwendig, um möglichst jedes Risiko einer bakteriellen Kontamination auszuschließen.
2. Techniken der gesteuerten Knochenregeneration erfordern das Erlernen eines strengen aseptischen Protokolls, besonders bei Verwendung von PTFE-Membranen.
3. Es ist möglich, auch Patienten mit einem Minimum an verfügbarem Eigenknochen oder mit mehreren zu transplantierenden Stellen zu behandeln. Dafür können eine Knochenmühle oder ein Bone Scraper verwendet werden.
4. Mit der beschriebenen Technik lassen sich bis zu 9 mm Knochendicke regenerieren. Diese Knochenhöhe ist häufig erforderlich, um für langfristig stabilen Knochen eine 2 mm dicke Schicht um das gesamte Implantat zu erreichen.
5. Nicht selten muss ein Verschiebelappen zur Vertiefung der Umschlagfalte und Apikalisierung der Mukogingivallinie präpariert werden.
6. Im Falle einer Infektion muss sofort nach der Diagnose erneut interveniert und der Patient darf nicht mit einem Antibiotikum vertröstet werden.



TECHNIK

Diese Technik wurde ursprünglich von italienischen Teams Anfang der 2000er Jahre beschrieben und sie hat sich seither kaum weiterentwickelt. Allerdings haben sich das Design und das Material der Membranen gewandelt. Die Anwendung von Techniken zur gesteuerten Knochenregeneration und insbesondere die Verwendung von PTFE-Membranen erfordern das Erlernen eines strengen aseptischen Protokolls. Jedes Detail ist wichtig, um das Risiko einer bakteriellen Kontamination aus der Mundhöhle zu minimieren.

Wenn das Weichgewebe sehr dünn ist, ist eine vorbereitende Weichgewebstransplantation vor der vertikalen Augmentation kontraindiziert, da das Vorhandensein von Narbengewebe das Lappenmanagement und die Blutzufuhr für den Eingriff beeinträchtigt. Die **Abbildung 1** zeigt den Ausgangsbefund im DVT. Im Bereich der krestalen keratinisierten Gingiva wird eine Inzision bis zum Knochen vorgenommen, danach eine mesiobukkale Entlastungsinzision bei mindestens zwei Zähnen Abstand von der Lücke und eine mesiolinguale Inzision bei dem Zahn, der die Lücke begrenzt. Zwei bukkale und linguale Mukoperiostlappen werden aufgeklappt (**Abb. 2 und 3**) und an der Empfängerstelle Perforationen vorgenommen (**Abb. 4**).

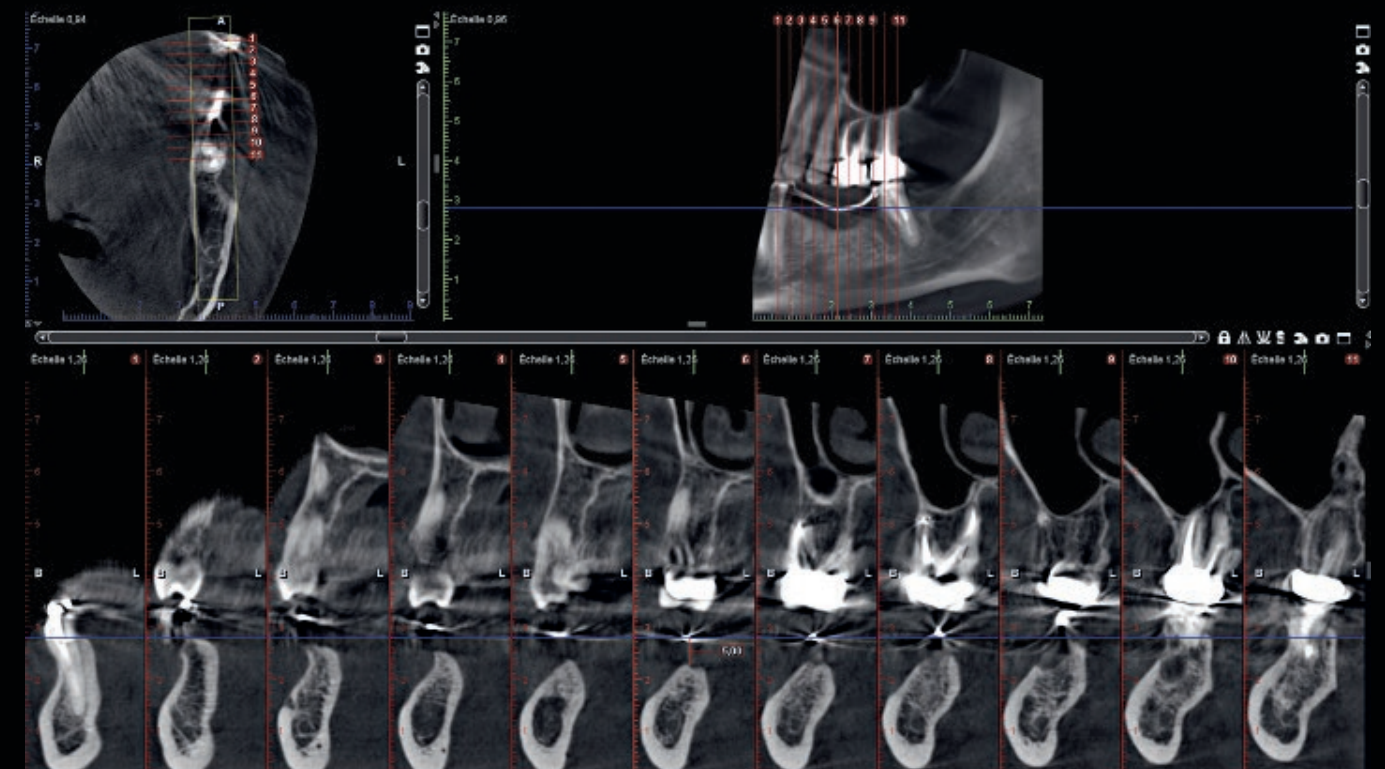


Abb. 1: Initiales DVT: Die blaue Linie verbindet das mesiale und distale Knochenniveau im Bereich der Zahnücke und entspricht zugleich dem zu augmentierenden Bereich. Der Defekt hat eine maximale Höhe von 5 mm.

Abb. 2:
Der linguale Lappen wird
gemäß der von Urban
modifizierten Technik
entlastet (Urban 2018).

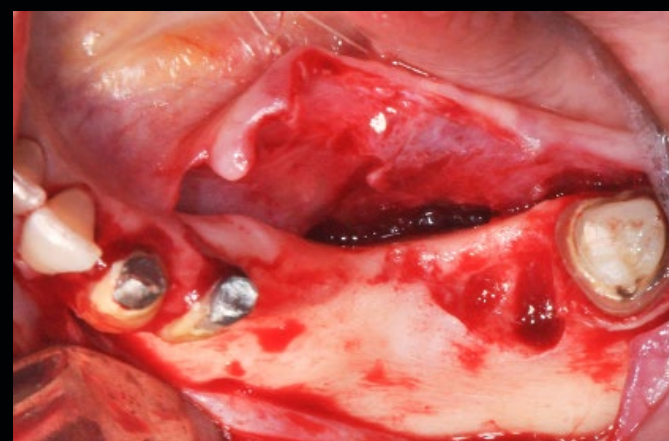
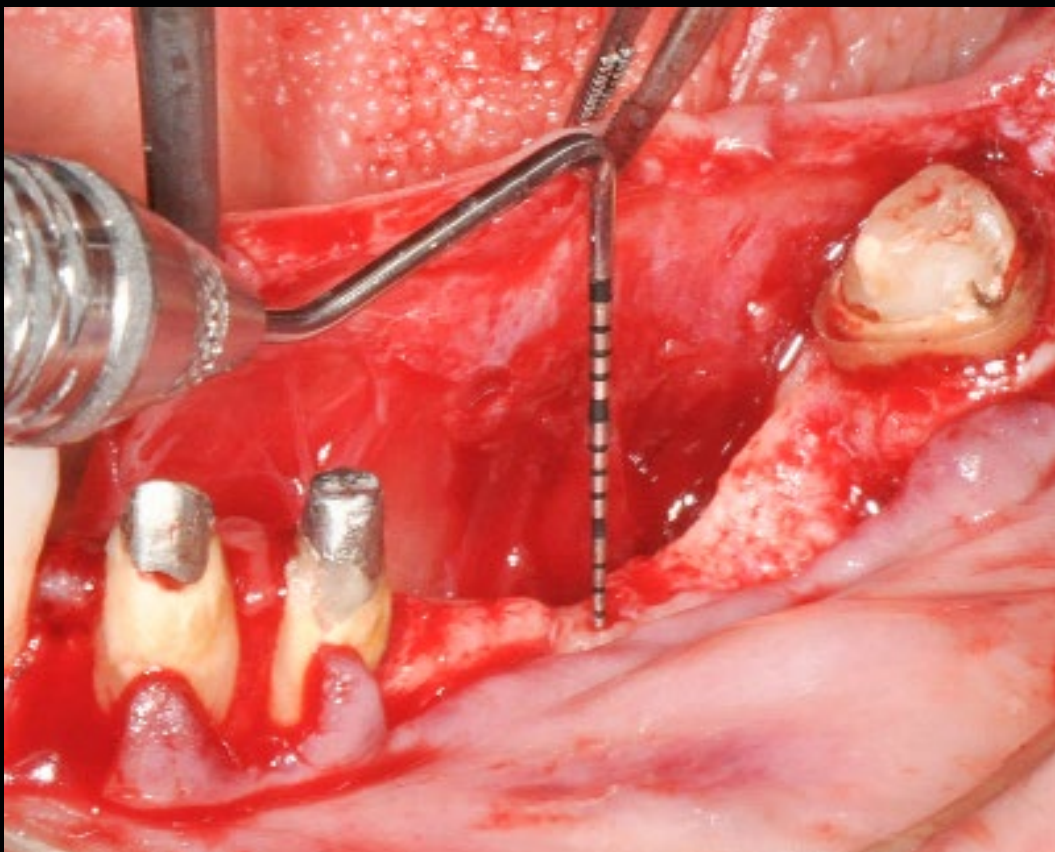


Abb. 3: Okklusale Sicht auf den Kieferkamm.

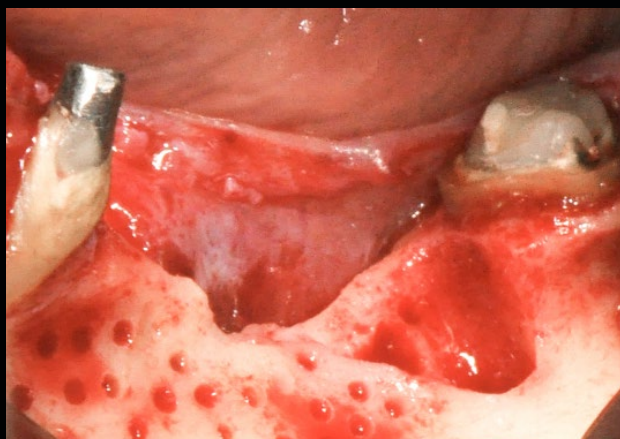


Abb. 4: Die Empfangsstelle wird vor dem Platzieren
der Membran perforiert.

Die Membran wird zugeschnitten und in die gewünschte Form gebracht. Zwischen dem Rand der Membran und den benachbarten Zähnen wird ein Abstand von 1,5 bis 2 mm gelassen. Die Fixierung der Membran ist ein entscheidender Schritt, da die Immobilisierung des Transplantats für die Ossifikation unerlässlich ist. Die Fixierung wird zuerst lingual oder palatinal an mindestens zwei Punkten vorgenommen. Eine Mischung von 60 Anteilen autogenen Materials zu 40 Anteilen DBBM wird appliziert (**Abb. 5**). Dann wird die Membran nach vestibulär geklappt und mit Pins oder Schrauben fixiert (**Abb. 6**).

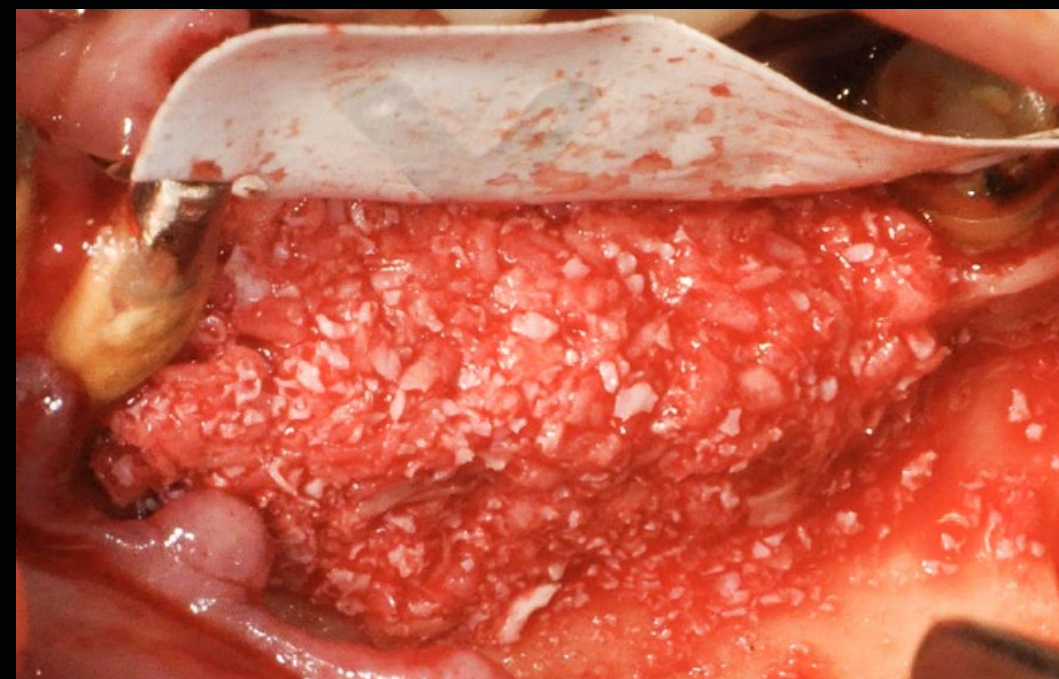
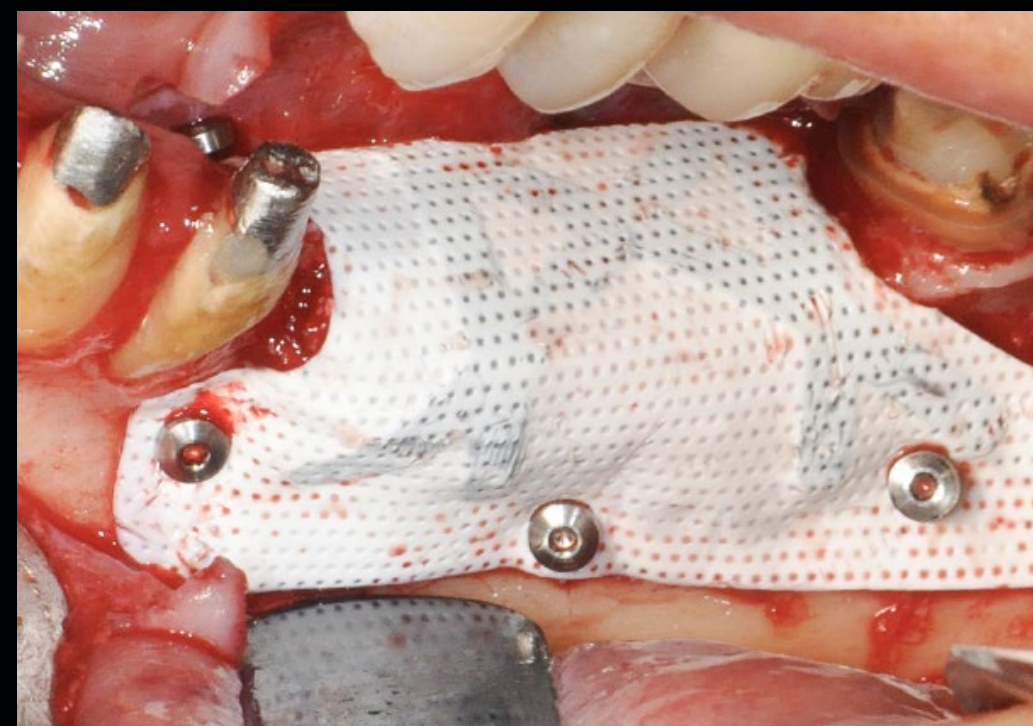


Abb. 5:
Eine PTFE-Membran
(Cytoplast, Meisinger)
wird lingual fixiert und
ein Gemisch aus 60
Anteilen zerkleinertem
autogenem Knochen und
40 Anteilen xenogenem
Ersatzmaterial (*Bio-Oss*,
Geistlich Biomaterials)
eingebracht.

Abb. 6:
Die Membran wird nach
vestibular herunter-
geklappt und mit Pins
befestigt (*Master Pin*
Knochen-Pin, Meisinger).



Die Nähte werden in zwei Ebenen angelegt: Als erste Verschlusslinie horizontale Matratzennähte, um eine mindestens 3 mm dicke Kontaktfläche zu schaffen, als zweite Verschlusslinie abwechselnd unterbrochene Einzelnähte (Tinti 1998 und 2001, Urban 2017) (**Abb. 7**). Die Patienten kommen in den ersten sechs Wochen alle 14 Tage und anschließend alle sechs Wochen zur Kontrolluntersuchung (Pistilli 2020). Die Situation bei der Wundkontrolle nach zwei Monaten, das Heilungsergebnis vor der Implantatfreilegung nach neun Monaten und den Knochengewinn im DVT zeigen die **Abbildungen 8 bis 10**.



Abb. 7:
Verheilte Schleimhaut
nach zwei Wochen.

Abb. 8:
Verheilte Schleimhaut
nach zwei Monaten.



Abb. 9: Wundheilung nach neun Monaten: Nachdem ein angemessenes Knochenniveau erreicht ist, wird die ungünstige okklusale Kurve der Oberkieferbezahnung deutlich.

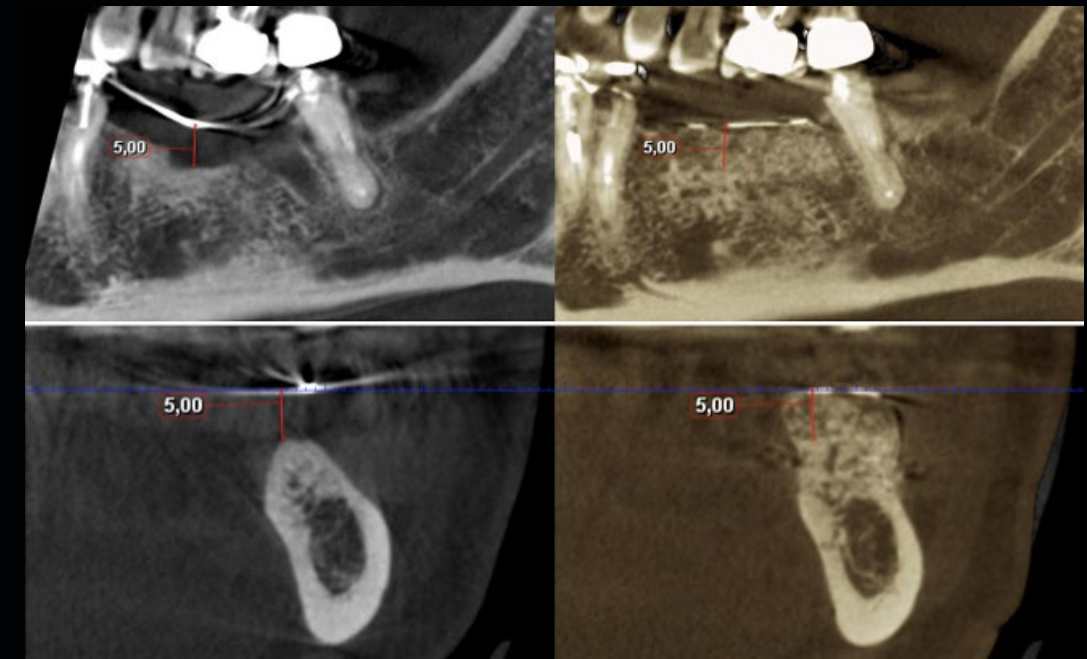


Abb. 10: Gegenüberstellung der präoperativen DVT-Aufnahme mit dem DVT nach Wundheilung: Eine hundertprozentige Regeneration des Defekts entspricht 5 mm neu entstandenem Knochen.

Beim zweizeitigen Vorgehen lässt man die Wunde neun Monate heilen, bevor die gedeckten Implantate eingesetzt werden. Die Implantate werden vier Monate später freigelegt (Simion 2004/2007, Urban 2017/2021b, Pistilli 2020) (**Abb. 11 und 12**). Bei der einzeitigen Methode lässt man die Implantate klassischerweise sieben Monate gedeckt einheilen, dann wird die nicht resorbierbare Membran entfernt, durch eine resorbierbare Membran ersetzt und die Implantate werden zwei Monate später freigelegt (Pistilli 2020). **Abbildung 13** zeigt im hier vorgestellten Patientenbeispiel, wie bei der Freilegung das krestale Weichgewebe um die Implantate mit einer xenogenen Kollagenmatrix verdickt wird.

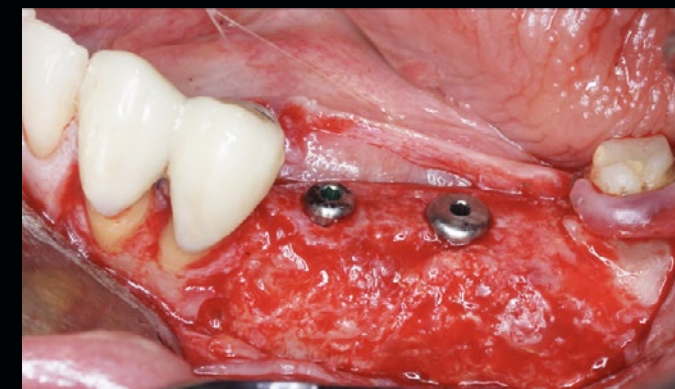


Abb. 11: Vestibuläre Sicht auf den Kieferkamm nach Membranentfernung und Setzen der Implantate (Screw-Vent, Zimmer Biomet): Der gewonnene Knochen zeigt eine gute Revaskularisierung.

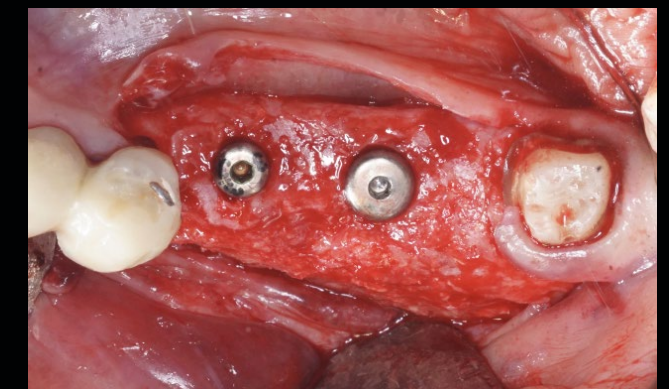


Abb. 12: Okklusale Sicht: Die hier beschriebene Technik ermöglicht auch eine zufriedenstellende horizontale Regeneration.

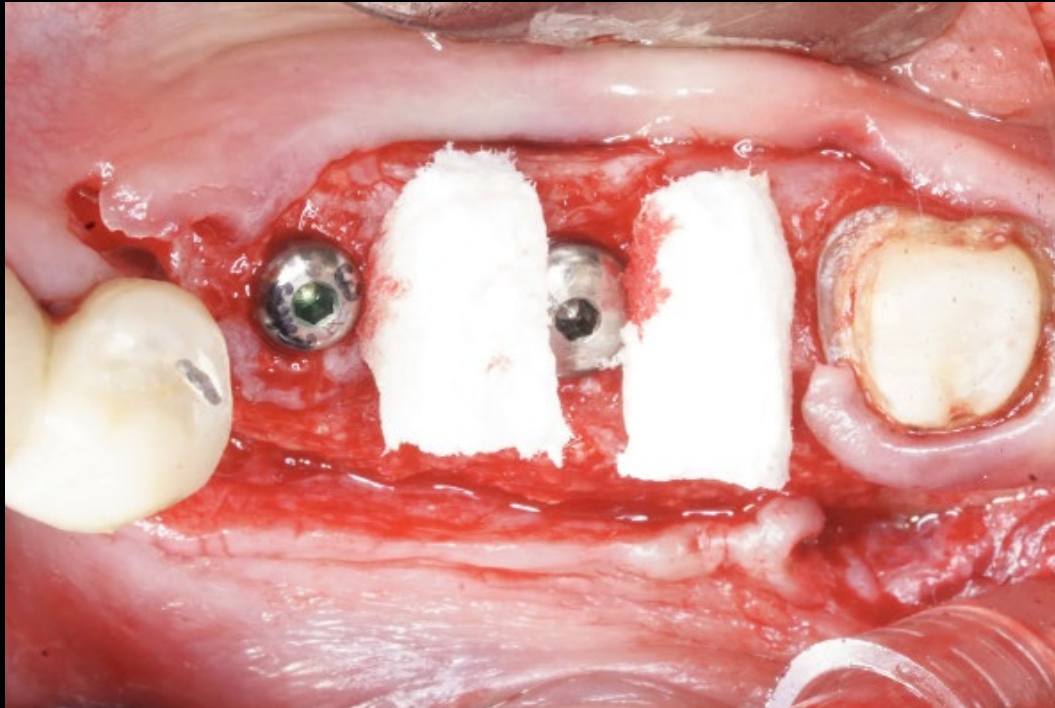


Abb. 13: Verdickung des Weichgewebes mit einer Kollagenmatrix (*Fibro-Gide*, Geistlich Biomaterials).



VORTEILE DER BESCHRIEBENEN TECHNIK

Wird Knochen verwendet, der mit einer Knochenmühle zerkleinert und mit dem Bone Scraper gewonnen wurde, lassen sich mit dieser Technik auch Patienten mit einem Minimum an verfügbarem Knochen oder mit mehreren zu augmentierenden Stellen behandeln. Sie ermöglicht auch die Behandlung von Situationen mit dünner Knochenschicht über dem Nerv, in denen sonst häufig keine Implantate verankert werden können. Schließlich ermöglicht es die Methode, eine Knochenhöhe von 8 bis 9 mm zu erhalten, die erforderlich ist, um eine 2 mm dicke Knochenschicht um das gesamte Implantat zu erzielen, die für die langfristige Stabilität des periimplantären Knochenniveaus erforderlich ist.

Welche Membran sollte verwendet werden?

Bei der Behandlung vertikaler Defekte ist die Verwendung von Titanmembranen sehr viel effizienter als die von Kollagenmembranen. Grund ist, dass ihre Steifigkeit zur Immobilität des Transplantats und zur Aufrechterhaltung des Regenerationsraums beiträgt und so den umgebenden Muskelkräften widersteht. Kollagenmembranen haben die Tendenz, Druck auf die Augmentate auszuüben und damit das Augmentationsergebnis zu beeinträchtigen.

Die zunächst verwendeten e-PTFE-Membranen wurden später durch d-PTFE-Membranen ersetzt, die weniger durchlässig sind und theoretisch mit weniger infektiösen Komplikationen einhergehen. Es ist besser, mit einer bakteriendichten titanverstärkten PTFE-Membran zu beginnen. Diese auch im Fallbericht verwendete Membran (*Cytoplast Titanium-Reinforced*, Meisinger) ist so konzipiert, dass sie einige Wochen exponiert bleiben kann und toleranter gegenüber kleinen Fehlern ist. Bei einer Exposition, die nicht mit einer Infektion einhergeht, sollte man sechs Wochen warten und sie dann entfernen, was in der Regel mit einem minimalen Knochenverlust einhergeht (siehe Klassifikation von Komplikationen). Um insbesondere bei dünnen Biotypen das Risiko einer verzögerten Exposition zu verringern, wird versucht, möglichst dünne Membranen (150 bis 200 Mikrometer) zu verwenden.

Prof. Istvan Urban (Urban 2021b) hat kürzlich eine Membran entwickelt, die das Prinzip des klassischen Titangitters mit einer d-PTFE-Membran kombiniert (*Reinforced PTFE Mesh*, *Cytoplast*, Meisinger). Diese Membran besteht aus kreisförmigen Makroporen, die laut Hersteller eine direkte Verbindung zwischen dem geschaffenen chirurgischen Raum und dem darüber liegenden Periost ermöglichen. Prof. Urban entwickelte diese Membran, um die Geschwindigkeit der Revaskularisierung und Knochenreifung zu erhöhen, indem die Interaktion des Transplantats mit dem darüberliegenden Gewebe ermöglicht wird. Diese Eigenschaft ist bei kleinen Defekten nicht unbedingt erforderlich, wird aber mit zunehmender Größe des Defekts wertvoll.

Bei der von Urban beschriebenen Technik wird die neue Hybridmembran zusammen mit einer schnell resorbierbaren Kollagenmembran eingebracht, die sie bis zu ihrer Resorption bedeckt. Die Methode beruht auf der Tatsache, dass eine gesteuerte Knochenregeneration nur in den ersten drei bis vier Wochen einen Zellausschluss erfordert, was der Zeit entspricht, in der das Augmentat von osteoidem Gewebe besiedelt wird.

Wundheilung

Die Knochenbildung erfolgt von den nativen Wänden ausgehend zur Mitte und nach oben. Nach der Wundheilung ist im apikalen Drittel zum nativen Knochen hin histologisch reifer lamellärer Knochen zu beobachten, der mit den transplantierten Partikeln in Kontakt steht. In den mittleren und koronalen Dritteln hingegen werden häufiger unreifer Knochen, Osteoid und Knochenmark beobachtet (Simion 2007). Vertikale Defekte sind biologisch am anspruchsvollsten, da hier Knochenvolumen außerhalb der anatomischen Knochenkontur rekonstruiert werden muss. Die höchste Komplikationsrate ist bei der Regeneration der größten Defekte zu erwarten: Pistilli beobachtete eine dreifach höhere Komplikationsrate bei Defekten, die größer als 6 mm im posterioren Unterkiefer waren (Pistilli 2020). Neben der Größe bestimmt die Konfiguration des Defekts den biologischen Aufwand, der für seine Regeneration erforderlich ist. Je größer die vertikale und horizontale Ausdehnung eines offenen Defekts ist, desto schwieriger lässt sich dieser mit guter Knochenqualität regenerieren. Je schmaler und kleiner der Defekt ist, desto einfacher ist die Regeneration.

Wie die oben genannte Studie zeigt, konnte Urban mit der von ihm entwickelten Hybridmembran 100 Prozent der Höhe der Defekte regenerieren, die kleiner als 5 mm waren (Urban 2021b). Bei einer Defekthöhe zwischen 5 und 8 mm waren es 95,6 Prozent und bei einer Höhe von über 8 mm 89,4 Prozent. Bei mehr als 5 mm Defekthöhe ist die Wahrscheinlichkeit, dass es gelingt, 100 Prozent des Defekts zu füllen, für jeden zusätzlichen Millimeter Defekthöhe 2,5-mal geringer.

Reifung des regenerierten Knochens

Die Membran sollte so genau wie möglich an die Kontur des nativen Knochens angepasst werden. In Bereichen, in denen die Membran das Augmentat nicht vollständig bedeckt, sollte zusätzlich eine Kollagenmembran verwendet werden. Trotzdem ist zu erwarten, dass sich zwischen der Membran und dem darunter liegenden Augmentat ein Pseudoperiost entwickelt. In Kontakt mit diesem Pseudoperiost ist der darunter liegende neugebildete Knochen von schlechterer Qualität und weniger ausgereift (smear layer). Auch ohne Pseudoperiost kann diese oberflächliche Schicht des neugebildeten Knochens unzureichend gereift sein. Seine Reifung erfolgt nicht voraussagbar: Die oberflächliche Schicht wird weitestgehend resorbiert.

Um das zu verhindern, kann ein zweites Miniatur-Augmentat darübergelegt werden (Urban 2015a). Je nach Höhe des erreichten zervikalen Knochenniveaus kann man diesen Verlust auch akzeptieren und das Implantat etwas tiefer, etwa 1,5 mm unterhalb des Knochenniveaus, positionieren, um die Knochenresorption „vorauszuendenken“. Diese Option vermeidet die Durchführung eines Sekundärtransplantats mit den damit verbundenen Nachbehandlungen und Risiken. Dieses Vorgehen wird häufig im Seitenzahnbereich bevorzugt, wenn das rekonstruierte zervikale Knochenniveau ausreichend ist.

Das Prinzip der Verwendung perforierter PTFE-Hybridmembranen besteht darin, die Reifung des regenerierten Knochens durch die Interaktion des Augmentats mit pluripotenten Zellen des Periosts, die durch die Perforation der Membran ermöglicht wird, zu verbessern (Urban 2021). Diese Interaktion kann zu einer Neu-Vaskularisierung und möglicherweise auch zum Einwachsen von Osteoprogenitorzellen im oberflächlichen Teil des Transplantats führen. Die Ossifikation würde also aus zwei Quellen erfolgen: dem nativen Knochen und dem Periost. Es ist klinisch belegt, dass die Knochenneubildung in der Nähe dieser Membranen besser ist.

Histologie

Histologisch liegt der Prozentsatz an neu gebildetem Knochen, der nach sechs bis neun Monaten in vertikalen Augmentationen mit PTFE-Membranen erzielt wird, bei etwa 35 Prozent. Diese Zahl bezieht sich entweder auf ein Gemisch von xenogenem und autogenem Knochen (Simion 2007, Urban 2014) im Verhältnis 1:1, oder auf ein Augmentat aus entweder 100 Prozent allogenen oder 100 Prozent autogenem Knochen (Fontana 2008).

Weichgewebsmanagement

Der durch die Lappenentlastung erzielte Verschluss des Weichgewebes verdünnt das Gewebe und führt zu einer Verschiebung der Mukogingivalgrenze, wodurch das Vestibulum flacher wird (**Abb. 14 und 15**). Im Unterkiefer führt die Entlastung der lingualen und vestibulären Lappen zu einer weniger ausgeprägten Gewebeerzerrung als im Oberkiefer, wo die Steifheit und geringe Flexibilität des palatinalen Gewebes eine stärkere Mobilisierung des vestibulären Lappens erfordert. In der Folge ist es häufig notwendig, die Mukogingivalgrenze mit einem Verschiebelappen nach apikal zu verschieben und auf diese Weise die Umschlagfalte wieder zu vertiefen.



Abb. 14: Wundheilung nach zwei Wochen.

Abb. 15: Wundheilung nach zwei Monaten: Es ist nur wenig keratinisierte Gingiva vorhanden.



Wir halten uns an das Protokoll von Urban, der empfiehlt, weniger als 3 bis 4 mm dickes Weichgewebe im ersten Schritt zu augmentieren. Weil die biologische Breite auf Kosten des Knochengewebes wiederhergestellt wird, lässt sich auf diese Weise verhindern, dass ein Teil der regenerierten Knochenhöhe verloren geht (**vgl. Abbildung 13**). In einem zweiten Schritt empfiehlt er, falls erforderlich, einen apikalen Verschiebelappen mit freiem Gingivatransplantat vom Strip-Typ in Verbindung mit einer xenogenen Kollagenmatrix anzuwenden (**Abb. 16–20**). Wenn die keratinisierte Gingiva großflächig wiederhergestellt werden muss, hat Ersatzmaterial den Vorteil, dass kein oder nur wenig autogenes Gewebe entnommen werden muss (Urban 2015a und 2015b).

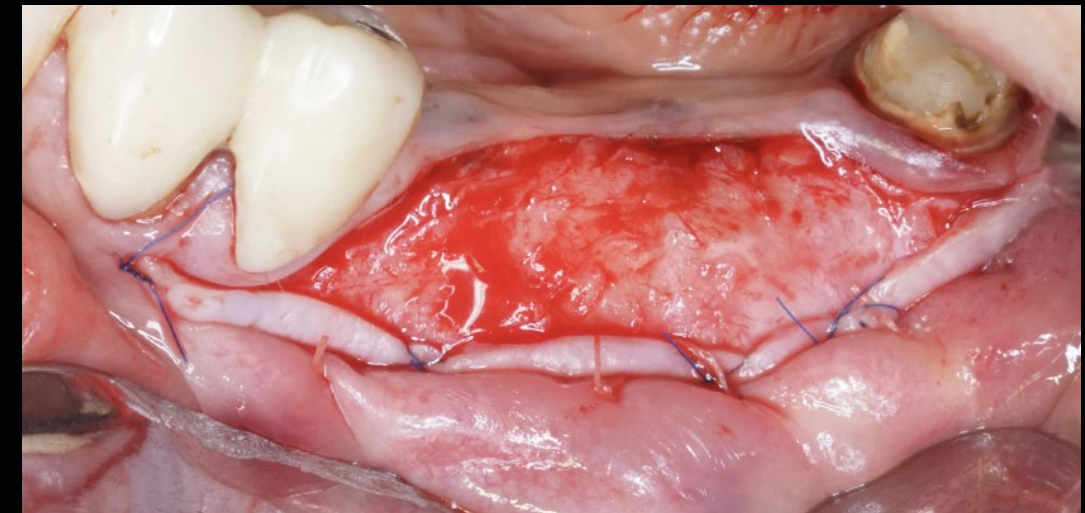


Abb. 16: Apikaler Verschiebelappen in Verbindung mit einem freien Gingivatransplantat und einer Kollagenmatrix (Urban 2015b): Die Vertiefung der Umschlagfalte wird erreicht, indem der oberflächlich präparierte Spaltlappen nach apikal angenäht wird. Die Matrix wird genau darüber genäht.

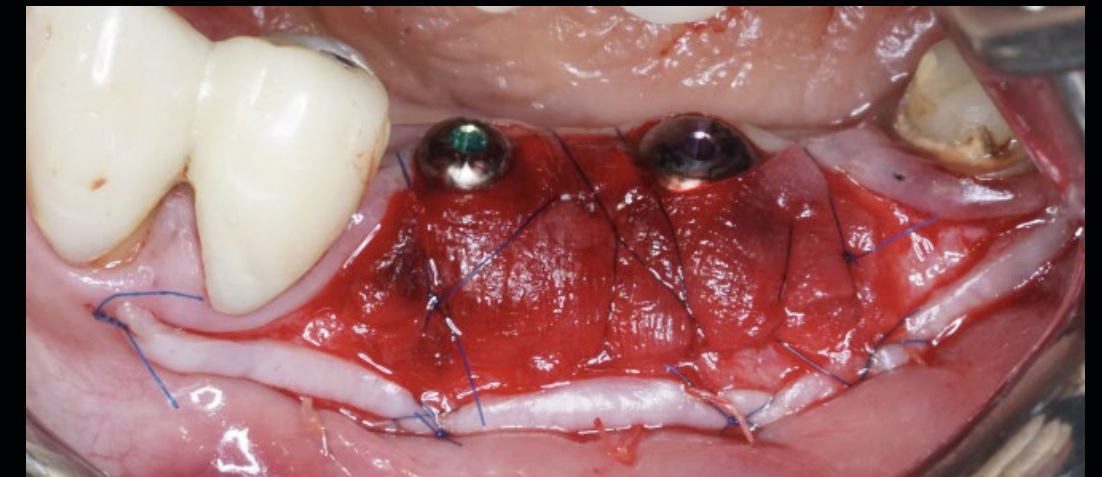


Abb. 17: Die Kollagenmatrix (*Mucograft*, Geistlich Biomaterials) wird am Periost fixiert. Die Gingivaformer sind zu diesem Zeitpunkt bereits verschraubt. In den meisten Fällen ist es aber vorzuziehen, sie während eines anderen chirurgischen Eingriffs zu befestigen, um das Risiko des Schrumpfens von Weichgewebe zu begrenzen.



Abb. 18: Wundheilung nach zwei Wochen.



Abb. 19: Wundheilung nach vier Wochen.



Abb. 20: Wundheilung nach drei Monaten.



Abb. 21: Eingesetzte Keramikronen mit ideal wiederhergestelltem okklusalen Kurvenverlauf.

Keratinisierte Gingiva hilft, das periimplantäre Gewebe im Laufe der Zeit zu stabilisieren. Fontana berichtete eine Erfolgsrate von 82,1 Prozent für von keratinisierter Gingiva umgebene Implantate, verglichen mit 58,4 Prozent bei anderen Implantaten (Fontana 2015). Die Implantate können drei Monate nach dem abschließenden mukogingivalen Eingriff belastet werden, wobei die Patienten die Belastung in den ersten sechs Monaten nach prothetischer Versorgung nur allmählich steigern sollten (Pistilli 2020). Das klinische und radiologische Endergebnis zeigen die **Abbildungen 21 bis 24**.

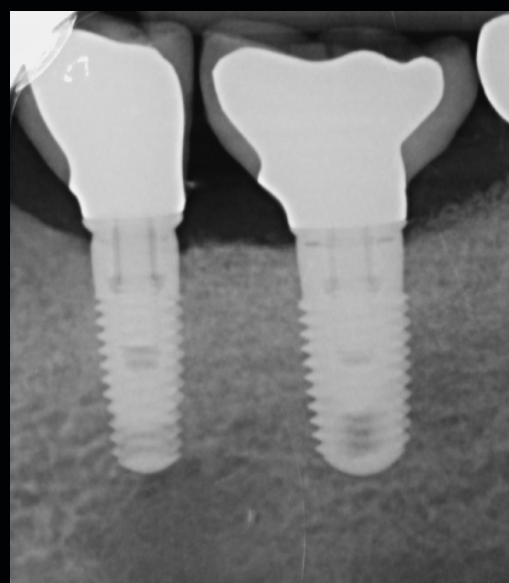


Abb. 22: Zahnfilm zur Sitzkontrolle der Implantatkronen.



Abb. 23: Abschlussbild mit lächelndem Patienten. Die prothetische Umsetzung erfolgte durch Dr. Yona Nguyen Ba, Laboratoire Syllab.



Abb. 24: Postoperative Panoramaschicht-Aufnahme.

Komplikationen

Die häufigsten Komplikationen im Rahmen von Augmentationen sind Infektionen und Expositionen. Die Komplikationsrate variiert je nach Studie zwischen 7 Prozent (Urban 2019) bis hin zu 45 Prozent (Rochietta 2008). Pistilli berichtet zum Beispiel von einer Expositionsrate von 7 Prozent (Pistilli 2020). Sicherlich spielt die Erfahrung des Operateurs mit der Technik bei der Inzidenz von Komplikationen eine wichtige Rolle. In seiner Metaanalyse berichtete Machtei (2001), dass Stellen mit Exposition sechsmal weniger vertikalen Knochengewinn aufwiesen als Stellen, die keine Exposition hatten. Daraus ergibt sich, wie wichtig es ist, dass Chirurgen schnell auf jede Komplikation reagieren. Mit jedem Tag, der ohne angemessene Behandlung vergeht, steigt der Knochenverlust.

Es ist davon auszugehen, dass das Blutkoagel nach sechs Wochen ausreichend gereift ist, um mechanisch und biologisch ohne Membran bestehen und den Prozess der Ossifikation sicherstellen zu können. Tritt vorher eine Exposition auf, sollte die Heilungszeit möglichst um sechs Wochen verlängert werden. Das Team von Fontana und Simion (Fontana 2011) hat eine Klassifikation für das Verhalten bei Komplikationen entwickelt. Diese bezog sich auf e-PTFE-Membranen – d-PTFE-Membranen waren damals noch nicht auf dem Markt – und berücksichtigt eine In-vitro-Studie, die zeigte, dass die bakterielle Besiedlung dieser Art von Membranen innerhalb von drei bis vier Wochen erfolgte (Simion 1994).



Das Literaturverzeichnis
kann unter
leserservice@dzw.de
angefordert werden.

Der Text ist eine
redaktionell überar-
beitete Übersetzung
aus dem Französ-
ischen. Originalpubli-
kation: „Dentoscope
Nr. 243“ vom
Januar 2022

- Klasse I: Expositionen von weniger als 3 mm ohne Infektion: örtliche Anwendung von Chlorhexidin, wöchentliche Pflege mit lokaler Zahnreinigung, Entfernung der Membran nach sechs Wochen, Einbringen einer Kollagenmembran und weichgewebiger Verschluss als erste Wahl (Urban 2009).
- Klasse II: Expositionen von mehr als 3 mm ohne Infektion: Früher wurde die sofortige Entfernung empfohlen. Heute ermöglichen geschlossene d-PTFE-Membranen, die für Bakterien weniger durchlässig sind, das gleiche Vorgehen wie bei Klasse I.
- Klasse III: Exposition in Verbindung mit einer akuten Infektion (Eiter und/oder Ödeme und/oder Schmerzen).
- Klasse IV: Akute Infektion ohne Exposition.

Die Klassen III und IV werden mit sofortigem Entfernen der Membran, Kürettage der Infektion, lokaler Anwendung von Doxycyclin (Urban 2012) und systemischer Antibiotikatherapie behandelt. Wir empfehlen außerdem, am Tag der Entfernung ein Antibiotogramm anzufordern, um die Empfindlichkeit der Bakterien auf die gegebene Antibiose zu bestätigen.

Da partikuläre Transplantate schnell revaskularisieren können, ist es oft möglich, einen Teil des Transplantats zu erhalten. Aber es ist notwendig, sofort nach der Diagnose einer Infektion erneut zu intervenieren und die Situation nicht mit einem Antibiotikum zu „vertagen“, da dies die Ergebnisse des Antibiotogramms verfälschen könnte. Dies bedeutet, dass die Patienten in den ersten sechs Wochen regelmäßig überwacht werden müssen. Tritt jedoch vor Ablauf von drei Wochen eine asymptomatische Infektion niedrigen Grades auf, die sich hauptsächlich durch Fistelung oder den Austritt von Biomaterialkörnern durch die Fistel oder die Inzision äußert, versucht man, wenn möglich, bis zur fünften oder sechsten Woche zu warten. Wird erst zu diesem Zeitpunkt erneut operativ eingegriffen, besteht die maximale Chance, das Augmentat ohne Membran zu erhalten.

Die Verwendung von d-PTFE-Membranen mit Makroporen ist anspruchsvoller, da es im Falle einer Exposition schnell zu einer bakteriellen Kolonisierung kommen kann. Außer bei sehr frühen Expositionen oder frühen niedriggradigen Infektionen, bei denen von Fall zu Fall entschieden werden muss, empfehlen wir die sofortige Entfernung dieser Membranen, unabhängig von der Größe der Exposition und dem Vorliegen einer Infektion.

Vertikaler Knochengewinn

Die derzeit veröffentlichten Literaturübersichten berichten für PTFE-Membranen über einen durchschnittlichen vertikalen Gewinn von etwa 4 mm, wobei der Gewinn bis zu 12 mm betragen kann (Milinkovic 2014, Elnayef 2018, Urban 2019). Die Erfolgsraten der in der Literatur berichteten erfolgreichen großen vertikalen Augmentationen wurden von talentierten und erfahrenen Chirurgen erzielt und können nicht verallgemeinert werden.

Marginaler Knochenumbau

Im Durchschnitt beträgt die Resorption während der Heilungsperiode 0,9 mm (Elnayef 2018). Simion beobachtete bei der gesteuerten Knochenregeneration, die mit einer e-PTFE-Membran und drei Fülltechniken (Eigenblut, 100 Prozent partikulierter autogener Knochen oder 1:1-Komposittransplantate DBBM/autogen) hergestellt wurden, einen Verlust von 2,11 mm ein Jahr nach Belastung der Implantate und von 3,16 mm 13 bis 20 Jahre nach Belastung: Er stellte fest, dass der Großteil des vertikalen Verlusts im ersten Jahr der Belastung des Implantats stattfand, unabhängig vom verwendeten Augmentationsmaterial (Simion 2016).

Urban beobachtete eine allmähliche Zunahme des marginalen Knochenverlusts im Laufe der Zeit: minus 1 mm nach fünf Jahren, minus 1,7 mm zwischen fünf und zehn Jahren und minus 2 mm zwischen zehn und 15 Jahren bei 1:1 Mischung von DBBM und autogenem partikulärem Knochen (Urban 2017). Urban verwendet ein sekundäres Knochentransplantat, um die erste vertikale Regeneration abzudecken, und erzielt damit unübertroffene Ergebnisse: Das marginale Knochenniveau wird regeneriert und dauerhaft über dem Implantat gehalten: plus 1,39 mm nach sieben Jahren (Urban 2015a).