copyright by Quintessenz not for publication

Komplikationsmanagement bei Augmentationen mit individuellen Titangittern

Stephan Große, Alexander Volkmann, Hans-Ulrich Reuter, Eik Schiegnitz, Mario Scheurer

Indizes

CAD/CAM, Augmentation, Titangitter, Dehiszenzen, Exposition, Implantat

Zusammenfassung

Zur Kompensation komplexer Alveolarfortsatzdefekte haben sich Augmentationen mittels individuell CAD/CAM-gefertigter Titangitter etabliert. Trotz sorgfältiger präoperativer Planung sowie peri- und postoperativer Therapiegestaltung sehen sich Behandler und Behandlerinnen regelmäßig mit Komplikationen konfrontiert. Auftretende Dehiszenzen und Infektionen können nicht nur zum Verlust des Augmentats führen, sondern auch das ursprüngliche Knochenlager zusätzlich schwächen. Ein adäquates, ursachenbezogenes Management auftretender Komplikationen kann diese Gefahren reduzieren und sollte daher bei Anwendern und Anwenderinnen Beachtung finden. Entsprechend der Kausalität werden in diesem Beitrag Empfehlungen zur Vermeidung von Komplikationen sowie deren Management diskutiert. Der Artikel knüpft hierbei an die Veröffentlichung von Volkmann et al. an[59].

Manuskripteingang: 28.04.2021, Annahme: 12.09.2021

Einleitung

In der Zahnmedizin haben sich Implantate zur Versorgung nach Zahnverlusten, Tumoren oder Traumata oder auch zur Kompensation von Nichtanlagen etabliert und weisen hohe Langzeitüberlebensraten auf[4,39,50]. Der Langzeiterfolg und die Stabilität der Implantate korrelieren dabei direkt mit der Weichgewebesituation[1,33,34,52,56–58], der Knochenqualität[12,25,32,54] sowie der Breite und der Höhe des Restknochens an der Implantatinsertionsstelle[2,5,28,40]. Die nach Zahnverlusten konsekutiv einsetzende Resorption des alveolären Knochenlagers macht oftmals eine knöcherne Augmentation des Implantatlagers notwendig. In der Literatur werden diesbezüglich eine Vielzahl von Augmentationstechniken beschrieben. Obwohl die Entwicklung diverser Augmentationstechniken und -materialien voranschreitet, stellt die Wiederherstellung eines ausreichenden Knochenlagers – insbesondere bei großen vertikalen und kombinierten Defekten – eine komplexe Herausforderung dar[48].

Das Angebot an Augmentationsmaßnahmen umfasst dabei minimalinvasive Techniken wie beispielsweise das Einbringen von alloplastischem Knochenersatzmaterial, autologen Knochenpartikeln und deren Stabilisierung mittels Membranen oder intraoperativ angepassten Titangittern, Knochenblockaugmentationen oder ausgiebige Techniken wie die Verwendung von Beckenkamminterponaten. Die Ansprüche an das operative Behandlungsgeschick des Behandlers oder der Behandlerin sowie die einhergehende postoperative Morbidität der Patienten und Patientinnen nehmen dabei mit den oben genannten Maßnahmen zu.

Zur Beurteilung der klinischen Erfolgswahrscheinlichkeit wurden in diesem Zusammenhang die Ergebnisse diverser Augmentationsverfahren histologisch und radiologisch in präklinischen In-vivo-Untersuchungen sowie in umfangreichen klinischen Studien abhängig vom Ort und

copyright by quintessenz

der Größe des Defekts untersucht[26]. Vergleichende Studien zu den verschiedenen Augmentationstechniken liegen kaum vor, sodass diese lediglich die einzelnen für die Augmentationsmethode typischen Vor- und Nachteile in den jeweiligen Indikationen aufzeigen.

Die am besten untersuchten Verfahren zum Aufbau des Kieferknochens sind dabei die Auflagerungsplastiken. Diese erfolgen entweder durch einen Knochenblock oder durch partikuläres Augmentationsmaterial in Kombination mit einem stabilen Platzhalter[48,55]. Ein seit Langem bewährter und gut untersuchter Platzhalter für den Knochenaufbau mit partikulärem Augmentationsmaterial ist das Titangitter. Initial wurden die konfektionierten Titangitter für die Rekonstruktion von ossären maxillofazialen Defekten verwendet. Danach wurde das Einsatzgebiet erweitert und diese auch für die Wiederherstellung von Knochendefekten im Bereich der zahnlosen Kieferkämme eingesetzt[8,9,20]. Darüber hinaus fanden die herkömmlichen Titangitter zur Augmentation von lokalisierten Alveolarkammdefekten bei gleichzeitiger bzw. anschließender Implantatinsertion Anwendung[46,60–62].

In klinischen Studien konnten übereinstimmend sehr gute Ergebnisse sowohl für die horizontale als auch für die vertikale Knochenrekonstruktion mit dieser Titangittertechnik festgestellt werden[46]. Weiterhin zeigte ein systematisches Review, dass der Einsatz von Titangittern vielen anderen Techniken überlegen ist, wenn mehr als 3,7 mm an vertikaler Augmentation beim Alveolarkamm benötigt wird[55].

Bei der Verwendung eines formstabilen Gitters zur Vergrößerung des Knochenvolumens besteht die Möglichkeit, das osteogene Potenzial des Transplantates zu erhöhen, indem autologe Knochenspäne mit partikulären Knochenersatzmaterial gemischt werden. Die Notwendigkeit für eine Knochenblockentnahme und die damit einhergehende und zum Teil zeitaufwendige Anpassung der Blöcke an die Defektmorphologie entfallen hierbei. Jedoch sind konventionelle Titangitter mit einem erhöhten Komplikationsrisiko hinsichtlich Weichgewebedehiszenz im Bereich der Augmentationsregion verbunden[7,21,51,55]. Diese Gitter werden in Form von planaren Platten geliefert und erfordern eine intraoperative, manuell anspruchsvolle und zeitaufwendige Anpassung entsprechend des patientenspezifischen Defekts[13,53]. Des Weiteren besteht die Gefahr, dass scharfkantige Enden der manuell angepassten Gitter das umliegende Weichgewebe traumatisieren und eine nachfolgende Gitterexposition provozieren.

Die in der Zahnmedizin umfangreich etablierte CAD/CAM-Technologie bietet hierfür Lösungen an, um einige zentrale Nachteile der herkömmlichen Titangitter zu umgehen[48]. Hierbei werden zunächst die Daten des patientenspezifischen Knochendefekts mittels Computertomografie (CT) oder digitaler Volumentomografie (DVT) virtuell visualisiert. In einem anschließenden digitalen Workflow kann ein individualisiertes Titangitter mit einer präzisen Passform für ein vorher berechnetes Augmentationsvolumen angefertigt werden[51].

Bei Yxoss CBR (Fa. ReOss, Filderstadt) handelt es sich um ein entsprechendes 3-D-gedrucktes, patientenspezifisches Titangerüst. Es wurde als maßgefertigte Lösung zur Behandlung von Patienten mit einfachen bis komplexen Alveolarkammdefekten entwickelt und vereint die Vorteile der 3-D-Bildgebung, einer modernen Planungssoftware und des 3-D-Drucks. Die Behandlungszeit und postoperative Morbidität der Patientinnen können dabei deutlich reduziert werden[11]. Trotz größter Sorgfalt bei der präoperativen Planung und operativen Durchführung können auch bei dieser Augmentationsmethode Komplikationen auftreten. So können Dehiszenzen und Infektionen die erfolgreiche Augmentation gefährden[11].

Im Folgenden sollen mögliche Komplikationen dieses Augmentationsverfahrens und deren Kausalität vorgestellt werden, um aus ihnen adäquate Therapieempfehlungen zur Prävention und zum Management solcher Komplikationen abzuleiten.

Dehiszenzen

Dehiszenzen im Rahmen von Titangitteraugmentationen bezeichnen das Auseinanderdriften der Wundränder mit Exposition der darunter befindlichen Gitterstruktur. Gemäß einer Vielzahl von systematischen Reviews[14,37,45,46], klinischen Studien[11,23,43,47,62] und Fallvorstellungen[3] zählen Dehiszenzen zu den häufigsten Komplikationen im Rahmen von Titangitteraugmentationen[6,10,17,18,36,38]. Die Prävalenz wird je nach Studie zwischen 5[62] bis 57 %[44] angegeben. Die Mehrzahl der Studien beschreibt Dehiszenzen bei schätzungsweise jedem 3. Gitter[21,23,48]. Gemäß neuesten Studien von Chiapasco et al. können diese bei jedem 5. Gitter beobachtet werden[11]. Dehiszenzen können zu einem Schwund des eingebrachten Augmentationsvolumens führen[11], und – obwohl gemäß der Literatur die erfolgreiche postaugmentative Implantation trotz Gitterexposition nicht bedroht erscheint[22,23,31,44,46,59,60] – die erfolgreiche Aug-

copyright by
not for publication

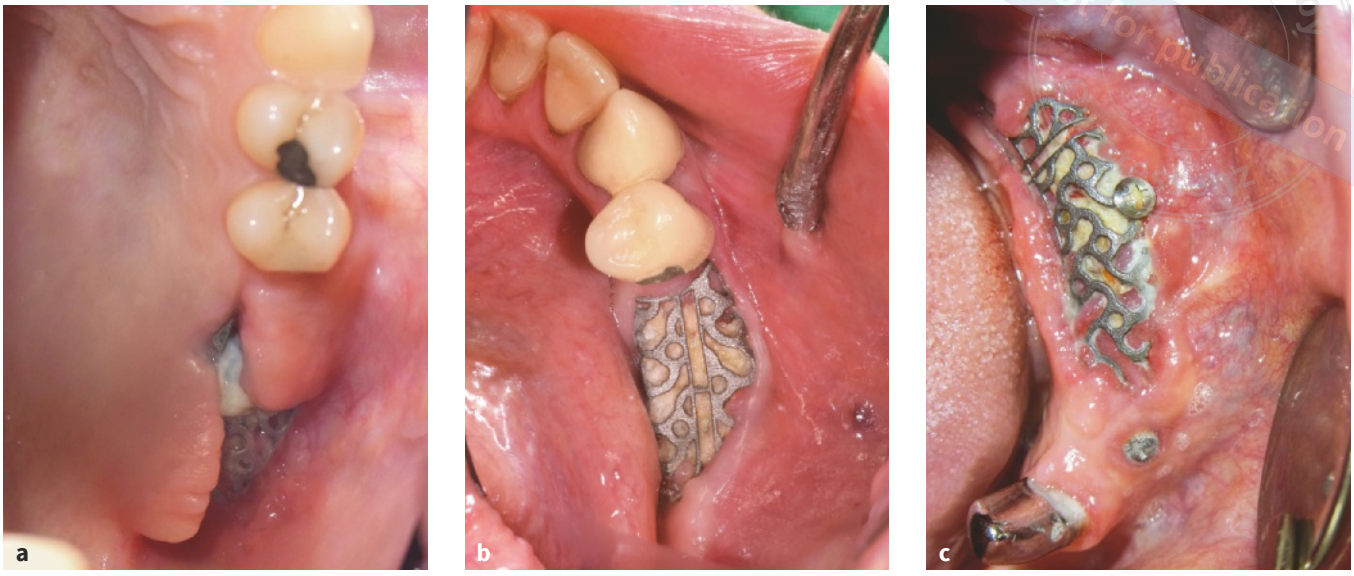

Abb. 1a bis c Reizfreie Frühdehiszenz nach Gitterinsertion in Regio 16/17 (9 Tage post operationem). Im mesial exponierten Gitterareal ist noch Fibrinbelag erkennbar (a). Mittelfristige Dehiszenz in Regio 35 bis 36 bei Fehlen einer entzündlichen Komponente und unter Schmerzfreiheit. Im mesialen Gitterbereich ist bereits eine beginnende „submeshtale" Einsprossung von Weichgewebe zu erkennen (b). Spätdehiszenz im Bereich der Unterkieferfrontzahnregion. Erkennbar sind die initialen Dehiszenzauslöser in Form der Osteosynntheseschrauben. Deutlich zeigt sich hierbei die „submeshtale" Einsprossung von Bindegewebe, welche bei Fehlen einer inflammatorischen oder infektiösen Aktivität das Augmentatvolumen schützt (c).

mentation gefährden. So kann bei einer Dehiszenz in Kombination mit einer Infektion die vorzeitige Explantation des Gitters indiziert sein[60] und zum (Teil-)Verlust des Augmentats führen[21]. Die Abbildungen 1a bis c zeigen beispielhaft die unterschiedlichen Dehiszenzen (Früh-, mittlere und Spätdehiszenz).

Ursachen

Um Handlungsempfehlungen abzuleiten, gilt es, zunächst vermeintliche Ursachen der Dehiszenzen zu evaluieren. Entsprechend der Klassifikation von Volkmann et al. können Dehiszenzen in 3 chronologische Abschnitte entsprechend ihrer Kausalität eingeteilt werden[59]. Einen Überblick über die beobachteten Dehiszenzklassen gibt Abbildung 2.

So etablieren sich frühzeitige Dehiszenzen innerhalb der ersten beiden postoperativen Wochen iatrogen als Folge eines insuffizienten Wundverschlusses oder biologisch durch eine schwellungsbedingte Volumenzunahme wie beispielsweise durch ein Hämatom oder durch Extravasat (vgl. Abb. 1a). Zwischen der 3. und 9. postoperativen Woche treten mittelfristige Dehiszenzen in Erscheinung, welche als Folge mechanischer Reizung zu interpretieren sind. Prothesendruckstellen oder die einsetzende Weichgewebeschrumpfung erscheinen hierbei hauptverantwortlich (vgl. Abb. 1b). Ab der 10. postoperativen Woche treten Spätdehiszenzen ebenfalls infolge mechanischer Fehlbelastung wie beispielsweise durch Zungen- oder Bolusdruck auf (vgl. Abb. 1c). Generell gilt: Das Risiko für den Teil- oder Komplettverlust des Augmentats steigt, je früher die Dehiszenzen auftreten und wenn diese mit einer Infektion einhergehen. Eine an den Dehiszenzzeitpunkt adaptierte bzw. kausale Therapieoption sollte daher aufseiten der Behandlerinnen Beachtung finden.

Da das Komplikationsmanagement von Dehiszenzen langwierig und mit einem möglichen Vertrauensverlust bei Patienten einhergeht, sollte die Vermeidung von Dehiszenzen das oberstes Ziel sein. So kann schon intraoperativ das Dehiszenzrisiko durch eine angepasste OP-Führung reduziert werden.

Prävention

Unterschiedliche Therapieansätze verfolgen das Ziel eines möglichst spannungsfreien Wundverschlusses durch Entlastung der Wundränder und die schnelle Revaskularisie-

copyright by
not for publication
Quintessenz

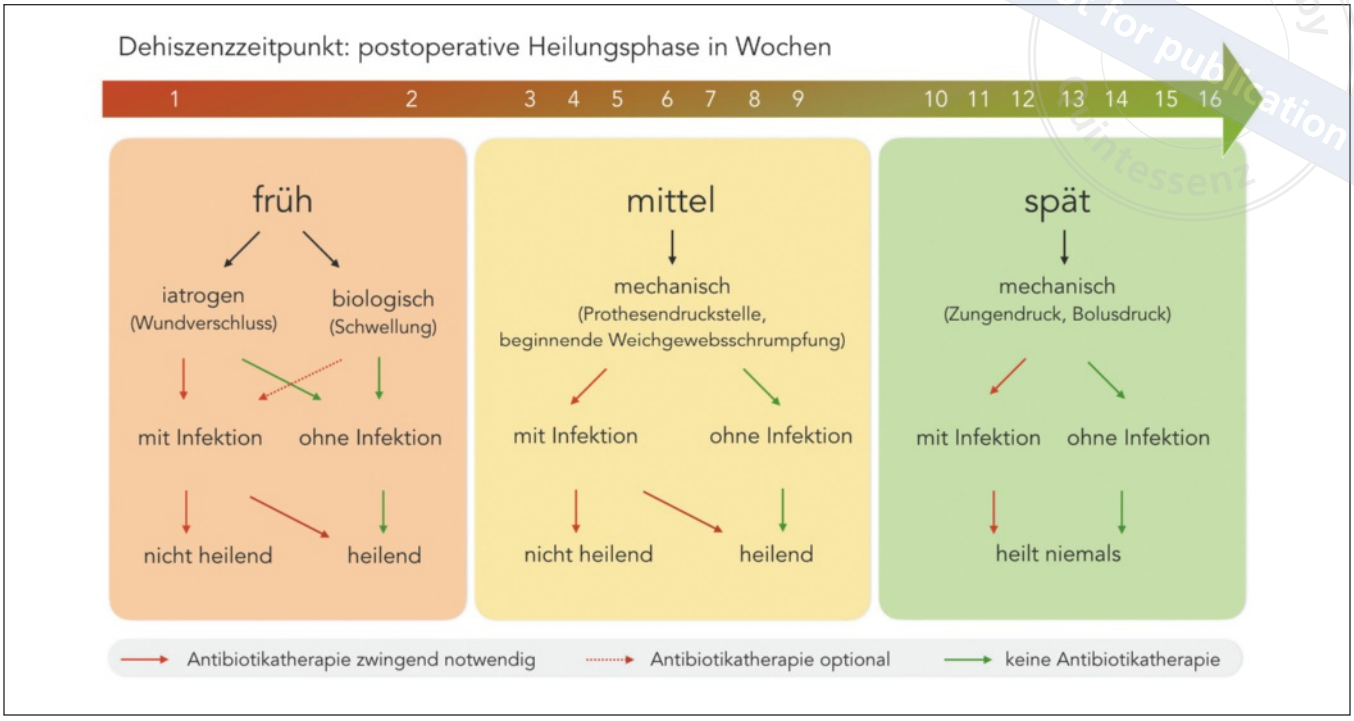

Abb. 2 Darstellung der Dehiszenzen entsprechend der Klassifikation nach Volkmann et al.[59]

rung im Operationsgebiet durch die Wahl einer geeigneten Schnittführung und einer indikationsgerechten Lappentechnik.

Die Anforderungen an die Schnittführung orientieren sich hierbei an den Empfehlungen von Kleinheinz et al.[30], wonach die midkrestale Inzision beim unbezahnten Alveolarkamm und der marginale Zahnfleischrandschnitt im bezahnten Kiefergebiet als sichere und zuverlässige Techniken gelten[16,24,30,49]. Allerdings beobachteten Sagheb et al. ein gehäuftes Auftreten von Dehiszenzen bei midkrestalen Inzisionen gegenüber anderweitiger Schnittführung[48]. Wenngleich dies nicht signifikant erschien, gilt es anzumerken, dass eine allgemeingültige Empfehlung einer Schnittführung nicht gegeben werden kann, weil diese an die Defektmorphologie und an das einzubringenden Augmentationsvolumen adaptiert werden muss.

Obwohl die Wahl des Lappendesigns keinen signifikanten Einfluss auf die Vermeidung von Dehiszenzen zu haben scheint[22], sollte eine situationsgerechte Lappengestaltung als Schlüsselfaktor betrachtet werden[22,46,48,63].

Zur Unterstützung der Weichgewebeheilung etablierten sich In den letzten Jahren „Advanced platelet-rich fibrin“ (A-PRF, erweiterte thrombozytenreiche Fibrinmatrix)-Membranen[19,21,22,35,48]. Eine Verkürzung der Weichgewebeheilung kann – unterstützt durch die PRF-Membranen – das Risiko einer frühzeitigen und mittelfristigen Dehiszenz reduzieren.

Postoperativ kann die Verwendung einer Verbandsplatte erwogen werden. Obwohl deren präventiver Nutzen bei Wunddehiszenzen studientechnisch noch nicht hinreichend geklärt ist und die Studienergebnisse von Hartmann et al. keine signifikanten Dehiszenzreduktionen unter Verwendung von Tiefziehschienen zeigen[22], können Verbandsplatten jedoch die Wundheilung unterstützen[29]. Die klinischen Erfahrungen der Autoren decken sich mit diesen Beobachtungen, sodass eine Verbandsplatte nur in seltenen Fällen, beispielsweise bei einer ausgeprägten Freiendsituation mit einhergehendem Risiko für das Auseinanderdriften der Wundränder während der Nahrungsaufnahme, Verwendung findet (Abb. 3a bis c).

Management von Dehiszenzen

Auch unter sorgfältiger Beachtung der oben genannten Maßnahmen treten Gitterexpositionen durch Dehiszenzen in Erscheinung. Das Management von Dehiszenzen sollte

copyright by Quintessenz not for publication

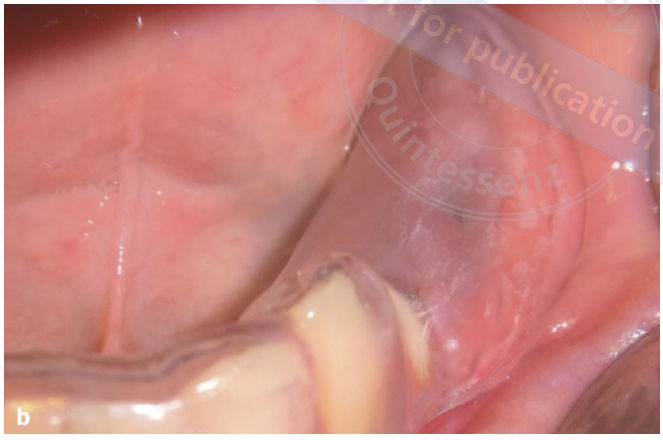

Abb. 3a bis c Frühdehiszenz in Regio 36 nach 8 Tagen post operationem (a). Tiefziehschiene zur Entlastung und zum Schutz des Wundbereichs (b). Übersicht der inserierten Tiefziehschiene. Ergänzend kann die Schiene im Wundbereich mit Chlorhexidin-Gel oder Solcoseryl versehen werden (c).

sich am Dehiszenzzeitpunkt und an der Dehiszenzgröße orientieren.

Frühzeitige Dehiszenzen (innerhalb der 1. und 2. postoperativen Wochen) gefährden das Augmentat am stärksten[6,15,43,48,62,63], da diese die initiale, empfindliche Wundheilungsphase stören können[63]. In der klinischen Routine der Autoren finden hierbei verschiedene kausale Therapieoptionen Verwendung.

Eine biologisch induzierte Schwellung durch eine forcierte Extravasation (Blut, Wundexsudat) kann im frühen Stadium mittels Feinnadelpunktion der betroffenen Stelle reduziert und die spannungsbedingte Zugbelastung auf die Wundränder vermindert werden. Zur weiteren Reduktion der Zugbelastung (z. B. während der Mastikation) kann nachfolgend eine Tiefziehschiene inseriert werden (vgl. Abb. 3a bis c).

Die Applikation von 1%igem Chlorhexidin-Gel (z. B. Chlorhexamed 1 % Gel, Fa. GlaxoSmithKline, München) unter die Schienenbasis im Defektbereich reduziert die Infektionsgefahr des Augmentats. Die Einleitung einer Antibiotikatherapie kann adjuvant ebenfalls erwogen werden. Dabei hat sich die Verwendung von Aminopenicillinen mit Betalactamase-Inhibitoren (z. B. Amoxicillin/Clavulansäure 875/125 mg) per os für 5 bis 7 Tage alle 8 bis 12 Stdn. oder Clindamycin 600 mg per os für 6 Tage alle 12 Stdn. etabliert. Die Empfehlung orientiert sich dabei am postoperativen Regime nach Khoury et al.[27].

Eine Sekundärnaht ist nach Ansicht der Autoren in keinem Stadium der Wundheilungsstörung indiziert oder zu empfehlen, um eine weitere Irritation des Wundgebietes zu vermeiden. Regelmäßige Kontrolluntersuchungen sind obligat.

Mittels der genannten Maßnahmen lassen sich erfahrungsgemäß > 80 % der Dehiszenzen ohne weitere Komplikationen (Infektion, Progredienz der Dehiszenzgröße) zielführend therapieren. Die Abbildungen 4a bis e zeigen eine geringe Dehiszenzregredienz unter Anwendung der oben genannten Maßnahmen über die gesamte Liegedauer des Gitters hinweg. Der Fall demonstriert ebenfalls die regelrechte Konsolidierung des eingebrachten Augmentats trotz Dehiszenz.

Im Zuge der weiteren Wundheilung und mit zunehmender Stabilisierung des eingebrachten Augmentationsmate-

copyright
not for publication
Quintessenz

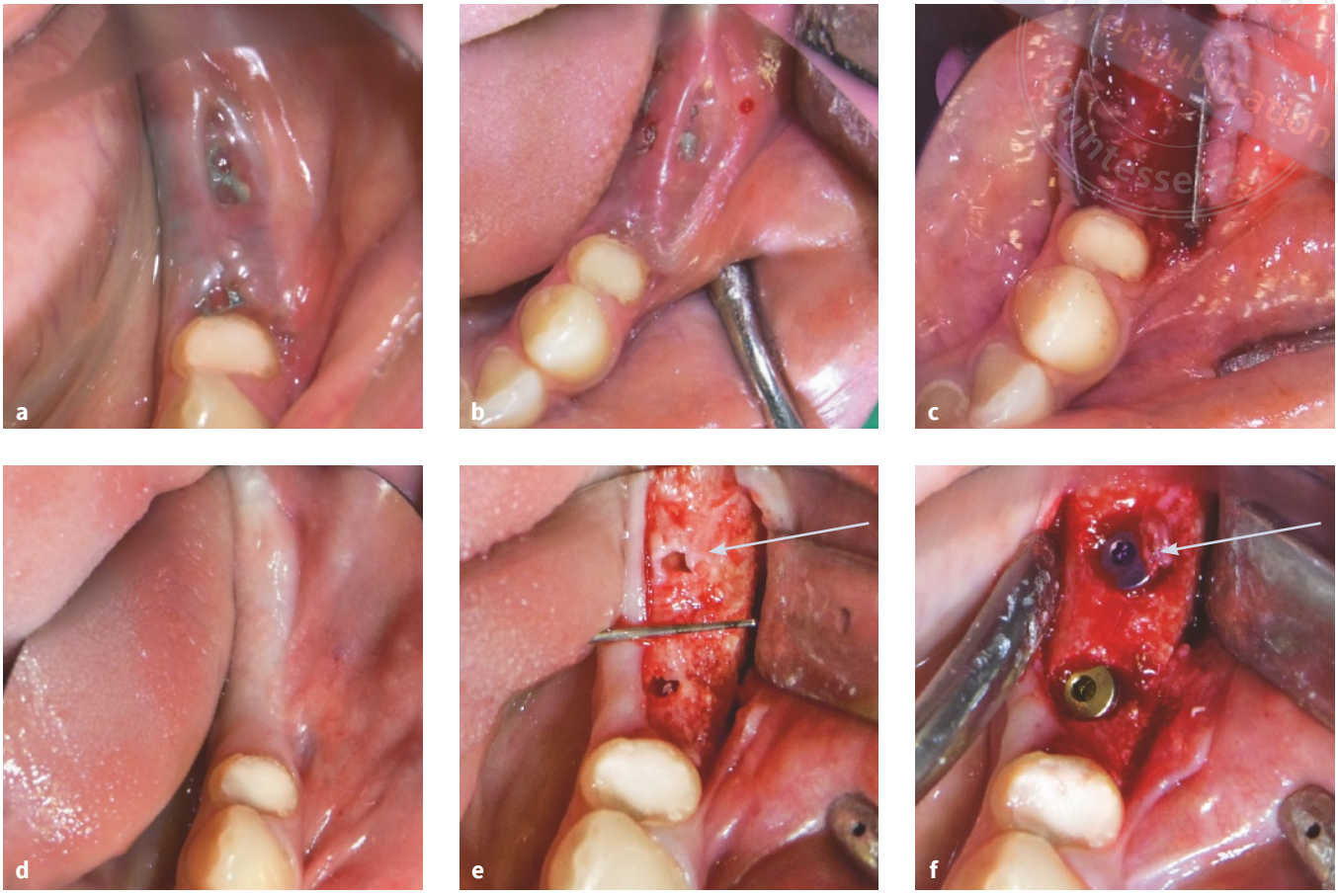

Abb. 4a bis f Persistierende Dehiszenzen in Regio 35 und 36 trotz Tiefziehschiene ca. in der 6. Woche post operationem nach Gitterinsertion. Es handelt sich um denselben Patienten wie in den Abb. 3a bis c (a). Unter Granulation einhergehende Regression der Dehiszenzen zum Zeitpunkt der geplanten Gitterexplantation nach 18 Wochen (b). Planmäßige Gitterexplantation. Nach Auftrennung des Gitters entlang der Sollbruchstellen zeigt sich die aufgeworfene Granulationsschicht zwischen Gitterunterseite und Augmentat (c). Zustand ca. 5 Wochen post explantationem. Es zeigt sich eine kontinuierliche „attached Gingiva" ohne Dehiszenz (d). Situs zur planmäßigen Implantation. Das Augmentat zeigt sich regelrecht konsolidiert. Krestal ist noch residuales Granulationsgewebe, insbesondere im Bereich der distalen Implantatposition, zu erkennen (e und f, s. Pfeile).

rials kann zumeist die Ausbildung eines sekundären Granulationsteppichs über dem Titangitter im Dehiszenzbereich beobachtet werden.

Mittelfristige und späte Dehiszenzen, welche vor allem durch mechanische Reizungen provoziert werden, können zwar etwas unkritischer betrachtet werden, dennoch sollte die Therapie mit ebenso großer Sorgfalt erfolgen. Nach der initialen Wundheilungsphase erfolgt zwischen der 2. und 4. postoperativen Woche die Ausbildung einer dünnen Granulationsschicht zwischen dem Augmentat und der Gitterinnenseite. Es wird vermutet, dass Mikrobewegungen des Titangitters die Ausbildung dieses Granulations- und Bindegewebes induzieren[42], welche als physiologische, speicheldichte Membran angesehen werden kann. Boyne et al. beschrieben diese Gewebeformation als sogenanntes „Pseudo-Periost"[9].

Zumeist liegt das Augmentat unter dieser Membran trotz Gitterexposition geschützt und bedarf bei Fehlen von inflammatorischer oder infektiöser Aktivität keiner weiteren invasiven Therapie. Die topische Applikation von 1%igem Chlorhexidin-Gel zur Vermeidung einer Superinfektion sowie regelmäßige Sichtkontrollen sind dennoch zu empfehlen. Zur Beruhigung der Wunde und als Schutzschicht kann zudem die regelmäßige Applikation von Solcoseryl-Gel (Solcoseryl akut, Fa. Meda Pharma, Bad Homburg) erwogen werden. Zwar konnten durch Anwendung

copyright by Quintessenz

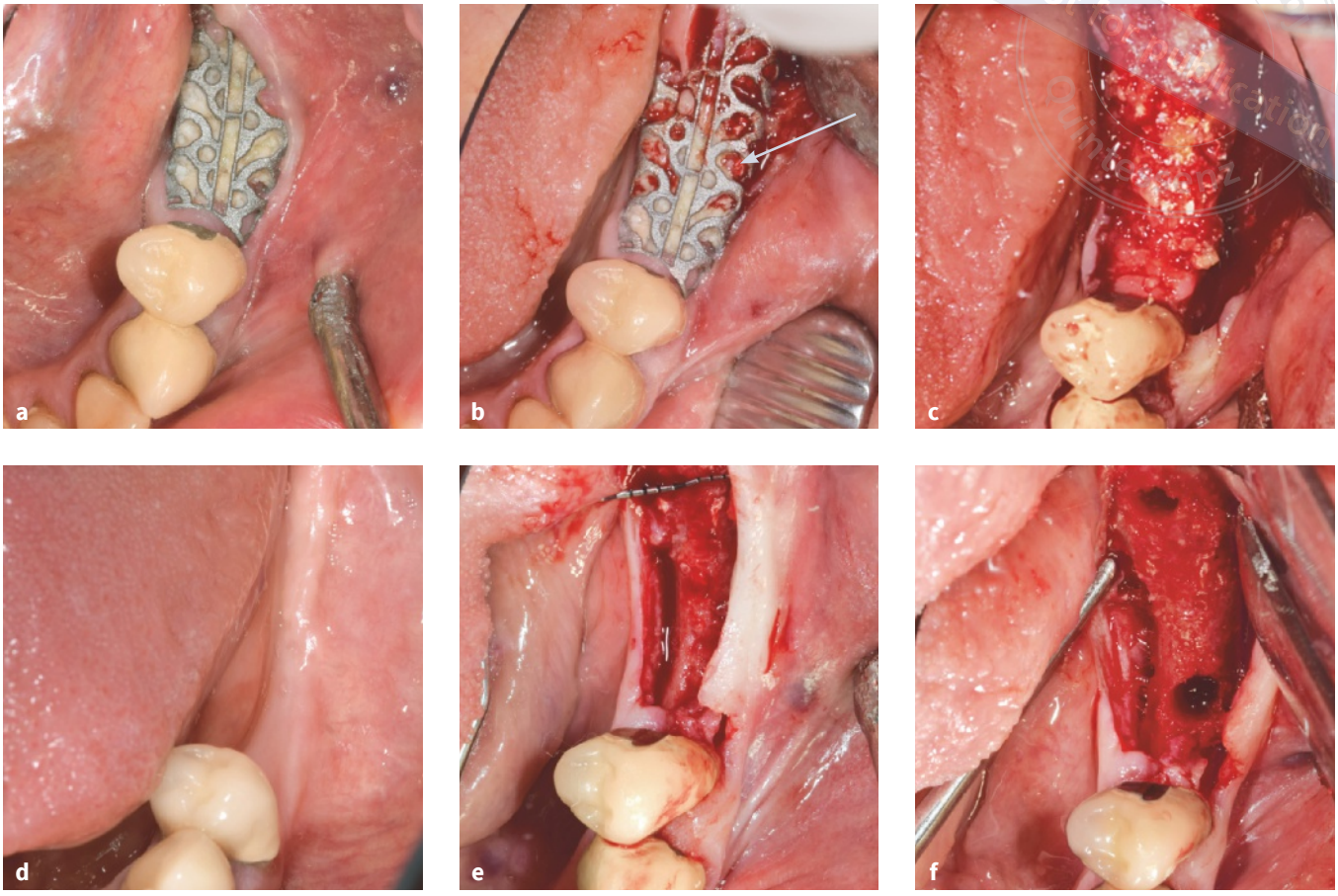

Abb. 5a bis f Mittelfristige Dehiszenz ohne klinisch imponierende Entzündung. Somit bestand primär keine Indikation zur vorzeitigen Gitterexplantation. Aufgrund einer ausgeprägten Schmerzsymptomatik wurde sie jedoch erwogen (a). Zustand bei Gitterexplantation. Nach initialer, krestaler Schnittführung mittig entlang des Gitters zeigte sich der Übergang des „submeshtalen" Weich- und Hartgewebes vom ehemals exponierten Gitterareal im Vergleich zum regelrecht gingival bedecktem Gitterareal (b, s. Pfeil). Situs nach Gitterexplantation. Es zeigt sich ein inhomogen aufgeworfenes, zerklüftetes Augmentat. Um ausreichend geeignete Ausgangsbedingungen für das Hart- und Weichgewebe (homogene Periostbildung) zu schaffen, wird die Implantation 4 bis 6 Wochen post explantationem durchgeführt (c). Weichgewebesituation 5 Wochen nach Gitterexplantation. Die Schmerzsymptomatik war deutlich regredient (d). Reentry in das Augmentationsareal mittels krestaler Schnittführung. Darstellung der Kieferbreite. Im Vergleich zum klinischen Augmentatzustand bei Gitterexplantation zeigt sich die Hartgewebestruktur deutlich homogener und nivelliert (e). Aufbereiteter Kieferknochen vor Insertion der Implantate. Die Implantation konnte komplikationslos umgesetzt werden. Im nachfolgenden Heilungsverlauf post operationem wurden keine Auffälligkeiten beobachtet (f).

der genannten Maßnahmen in einzelnen Fällen unter einhergehender Granulation Dehiszenzverschlüsse festgestellt werden, dennoch ist das Ziel der Maßnahmen eher in einer Unterbindung einer Dehiszenzprogredienz und der Vermeidung einer Entzündung zu sehen.

Bei Vorliegen einer (persistierenden) inflammatorischen Aktivität mit/ohne Schmerzsymptomatik und bei ausgeprägten Dehiszenzen kann eine partielle Entfernung der exponierten Gitterstruktur[3] oder die vollständige Gitterexplantation erwogen werden[46]. In den Abbildungen 5a bis c war die Progredienz einer Spätdehiszenz trotz oben beschriebener Maßnahmen zu beobachten und resultierte in der vorzeitigen Gitterexplantation. Im Gegensatz zu einigen Studien, in welchen kein Volumenverlust des Augmentats bei Gitterexposition beobachtet werden konnte[6,15,47], zeigen die klinischen Erfahrungen der Autoren sowie klinische Studien, dass mit einem Verlust des Augmentatvolumens – wenngleich nur in geringem Umfang und zumeist ohne den späteren Implantaterfolg zu kompromittieren – zu rechnen ist[23,41,43,44,60,62].

copyright by Quintessenz not for publication

Abb. 6a bis c Darstellung einer Spätdehiszenz in der 11. Woche post operationem (a). Dehiszenzprogredienz bei Fehlen einer entzündlichen Komponente und ohne Schmerzsymptomatik. Aufgrund der voranschreitenden Dehiszenzgröße wurde eine vorzeitige Gitterexplantation durchgeführt (b). Zum geplanten Implantationszeitpunkt (6 Wochen nach Gitterexplantation) zeigte sich eine regelrechte, vollständig konsolidierte Weichgewebeschicht. Die Implantation konnte komplikationslos durchgeführt werden (c).

Gitterentfernung/Implantation

Sollte trotz sorgfältiger Therapie eine vorzeitige Gitterentfernung (partiell oder vollständig) notwendig erscheinen, kann diese im gleichem operativen Maße stattfinden wie eine zeitlich regelrechte Gitterentfernung.

Erfahrungsgemäß weist das Augmentationsareal trotz Dehiszenzen und vorzeitiger Gitterexplantation eine ausreichende ossäre Konsolidierung auf, sodass alle geplanten Implantate inseriert werden können. Eine simultane Implantatinsertion ist bei der Gitterentfernung und ausreichender Konsolidierung des eingebrachten Knochenersatzmaterials möglich und wird in verschiedenen Publikationen als erfolgreich beschrieben. Das klinische Erscheinungsbild der hart- und weichgeweblichen Strukturen nach Gitterexplantation ist jedoch meist sehr heterogen. Das Augmentatrelief unter dem Gitter erscheint oftmals aufgeworfen. Zudem wird bei der Gitterexplantation das Pseudoperiost mechanisch verletzt und partiell zerrissen. Die Reposition des mukogingivalen Weichteillappens und des traumatisierten Periostes auf das Augmentat ermöglicht ein vollständiges Anwachsen des Periosts mit dem Transplantatlager. Durch die Restschrumpfung des Augmentates kann eine Nivellierung des ossären Lagers erzielt werden. Zumeist resultiert eine mit Blick auf die spätere Implantation verlässliche finale und formstabile Höhe und Breite des Augmentates. Im Vergleich zur Bildung eines natürlichen Mukoperiostlappens im Rahmen einer „normalen“ Implantation resultiert bei Gitterexplantation durch die starke Adhäsion zwischen Periost und Gitteroberfläche sowie der extendierten Gittergröße ein umfangreicheres Weichgewebetrauma. Somit kann eine simultane Implantation bei Gitterentfernung das potenzielle Risiko für eventuelle Einheilungsstörungen der Implantate erhöhen. Diese zurückhaltende Vorgehensweise erhöhte die Wahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt der Implantation, ein volumenstabiles sowie vollständig periostgedecktes und regelrecht ernährtes Knochenlager vorzufinden.

Die Erfahrungen der Autoren zeigen, dass eine 4- bis 6-wöchige Konsolidierungsphase zwischen Gitterexplantation und Implantation zur Ausbildung einer harmonischen Kno-

copyright by quintessenz

chensilhouette und Regeneration des Periosts führt (vgl. Abb. 5c bis f). Dehiszenzen zeigen sich in diesem Zeitraum weitgehend regredient (Abb. 6a bis c), sodass konsekutiv eine geschlossene Einheilung der Implantate gewährleistet wird.

Resümee

Individuell CAD/CAM-gefertigte Titangitter haben sich als effektive Augmentationsmethode zur knöchernen Rekonstruktion komplexer ossärer Defekte mit vorhersagbarem Behandlungserfolg etabliert. Das defektorientierte Gitterdesign verkürzt die Operationszeit, da auf eine umfangreiche intraoperative Adaptation der Gitter an die Knochenanatomie verzichtetet werden kann. Somit reduziert sich die postoperative Morbidität der Patientinnen.

Trotz sorgfältiger präoperativer Planung und operativer Durchführung der Gitterinsertion können im postoperativen Heilungsverlauf gehäuft weichgewebliche Dehiszenzen beobachtet werden. Dem zeitlichen Erscheinen der Dehiszenzen liegt eine Kausalität zugrunde und sollte bei der Wahl der Therapie Beachtung finden. Grundsätzlich zielt das Management dieser Dehiszenzen auf die Vermeidung einer weiteren Progression und die Unterbindung einer Sekundärinfektion ab. So kann mittels Tiefziehschienen und der topischen Applikation von Antiinfektiva die Belastung der Weichegewebe vermindert und die Gefahr einer Infektion reduziert werden.

Bei therapieresistenten Dehiszenzen oder ausgeprägter Schmerzsymptomatik erscheint die vorzeitige Gitterexplantation als Ultima Ratio. Dabei gefährden frühe Dehiszenzen das Augementat am stärksten, wohingegen die ossäre Konsolidierung bei mittelfristigen und Spätdehiszenzen häufig keine signifikanten qualitativen Einbußen gegenüber einer dehiszenzfreien Einheilung zeigen.

Literatur

1. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. J Clin Periodontol 1997;24(8):568–572.
2. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22 Suppl:49–70.
3. Al-Ardah AJ AlHelal A, Proussaefs P et al. Managing titanium mesh exposure with partial Removal of the exposed site: A case series study. J Oral Implantol, 2017;43(6):482–490.
4. Al-Nawas B, Kämmerer PW, Morbach T et al. Ten-year retrospective follow-up study of the TiOblast dental implant. Clin Implant Dent Relat Res 2012;14(1):127–134.
5. Al-Nawas B, Schiegnitz E. Augmentation procedures using bone substitute materials or autogenous bone – A systematic review and meta-analysis. Eur J Oral Implantol 2014;7(Suppl 2):S219–S234.
6. Artzi Z, Dayan D, Aplern Y, Nemcovsky CE. Vertical ridge augmentation using xenogenic material supported by a configured titanium mesh: Clinicohistopathologic and histochemical study. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18(3):440–446.
7. Bormann KH, Suarez-Cunqueiro MM, von See C et al. Forty sandwich osteotomies in atrophic mandibles: A retrospective study. J Oral Maxillofac Surg 2011;69(6):1562–1570.
8. Boyne PJ. Restoration of osseous defects in maxillofacial casualities. J Am Dent Assoc 1969;78(4):767–776.
9. Boyne PJ, Cole MD, Stringer D, Shafqat JP. A technique for osseous restoration of deficient edentulous maxillary ridges. J Oral Maxillofac Surg 1985;43(2):87–91.
10. Chan HL, Benavides E, Tsai CY, Wang HL. A titanium mesh and particulate allograft for vertical ridge augmentation in the posterior mandible: A pilot study. Int J Periodontics Restorative Dent 2015;35(4):515–522.
11. Chiapasco M, Casentini P, Tommasato G, Dellavia C, Del Fabbro M. Customized CAD/CAM Titanium meshes for the guided bone regeneration of severe alveolar ridge defects: Preliminary results of a retrospective clinical study in humans. Clin Oral Implants Res 2021;32(4):498–510.
12. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Bone quality and quantity and dental implant failure: A systematic review and meta-analysis. Int J Prosthodont 2017;30(3):219–237.
13. Ciocca L, Ragazzini S, Fantini M, Corinaldesi G, Scotti R. Work flow for the prosthetic rehabilitation of atrophic patients with a minimal-intervention CAD/CAM approach. J Prosthet Dent 2015;114(1): 22–6.
14. Clementini M, Morlupi A, Canullo L, Agrestini C, Barlattani A. Success rate of dental implants inserted in horizontal and vertical guided bone regenerated areas: A systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg 2012;41(7):847–852.
15. Corinaldesi G, Pieri F, Sapigni L, Marchetti C. Evaluation of survival and success rates of dental implants placed at the time of or after alveolar ridge augmentation with an autogenous mandibular bone graft and titanium mesh: A 3- to 8-year retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24(6):1119–1128.
16. Cranin AN, Sirakian A, Russell D, Klein M. The role of incision design and location in the healing processes of alveolar ridges and implant host sites. Int J Oral Maxillofac Implants 1998;13(4):483–491.

copyright by Quintessenz not for distribution

17. De Angelis N, De Lorenzi M, Benedicenti S. Surgical combined approach for alveolar ridge augmentation with titanium mesh and rhPDGF-BB: A 3-year clinical case series. Int J Periodontics Restorative Dent 2015;35(2):231–237.
18. Funato A, Ishikawa T, Kitajima H, Yamada M, Moroi H. A novel combined surgical approach to vertical alveolar ridge augmentation with titanium mesh, resorbable membrane, and rhPDGF-BB: A retrospective consecutive case series. Int J Periodontics Restorative Dent 2013;33(4):437–445.
19. Gassling V, Douglas T, Warnke PH et al. Platelet-rich fibrin membranes as scaffolds for periosteal tissue engineering. Clin Oral Implants Res 2010;21(5):543–549.
20. Gongloff RK, Cole M, Whitlow W, Boyne PJ. Titanium mesh and particulate cancellous bone and marrow grafts to augment the maxillary alveolar ridge. Int J Oral Maxillofac Surg 1986;15(3):263–268.
21. Hartmann A, Hildebrandt H, Schmohl JU, Kämmerer PW. Evaluation of risk parameters in bone regeneration using a customized titanium mesh: Results of a clinical study. Implant Dent 2019;28(6):543–550.
22. Hartmann A, Seiler M. Minimizing risk of customized titanium mesh exposures – A retrospective analysis. BMC Oral Health 2020;20(1):36.
23. Her S, Kang T, Fien MJ. Titanium mesh as an alternative to a membrane for ridge augmentation. J Oral Maxillofac Surg 2012;70(4):803–810.
24. Heydenrijk K, Raghoebar GM, Batenburg RH, Stegenga B. A comparison of labial and crestal incisions for the 1-stage placement of IMZ implants: A pilot study. J Oral Maxillofac Surg 2000;58(10):1119–1123; Diskussion:1123–1124.
25. Holahan CM, Wiens JL, Weaver A, Assad D, Koka S. Relationship between systemic bone mineral density and local bone quality as effectors of dental implant survival. Clin Implant Dent Relat Res 2011;13(1):29–33.
26. Kammerer PW, Palarie V, Schiegnitz E et al. Influence of a collagen membrane and recombinant platelet-derived growth factor on vertical bone augmentation in implant-fixed deproteinized bovine bone – Animal pilot study. Clin Oral Implants Res 2013;24(11):1222–1230.
27. Khoury F, Hanser T. Three-dimensional vertical alveolar ridge augmentation in the posterior maxilla: A 10-year clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 2019;34(2):471–480.
28. Kim YH, Choi NR, Kim YD. The factors that influence postoperative stability of the dental implants in posterior edentulous maxilla. Maxillofac Plast Reconstr Surg 2017;39(1):2.
29. Kim YK, Yun PY. Risk factors for wound dehiscence after guided bone regeneration in dental implant surgery. Maxillofac Plast Reconstr Surg 2014;36(3):116–123.
30. Kleinheinz J, Büchter A, Kruse-Lösler B, Weingart D, Joos U. Incision design in implant dentistry based on vascularization of the mucosa. Clin Oral Implants Res 2005;16(5):518–523.
31. Lindfors LT, Tervonen EAT, Sándor GKB, Ylikontiola LP. Guided bone regeneration using a titanium-reinforced ePTFE membrane and particulate autogenous bone: the effect of smoking and membrane exposure. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;109(6):825–830.
32. Linetskiy I, Demenko V, Linetska L, Yefremov O. Impact of annual bone loss and different bone quality on dental implant success – A finite element study. Comput Biol Med 2017;91:318–325.
33. Linkevicius T, Apse P, Grybauskas S, Puisy A. The influence of soft tissue thickness on crestal bone changes around implants: A 1-year prospective controlled clinical trial. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24(4):712–719.
34. Linkevicius T, Puisy A, Steigmann M, Vindasiute E, Linkeviciene L. Influence of vertical soft tissue thickness on crestal bone changes around implants with platform switching: A comparative clinical study. Clin Implant Dent Relat Res 2015;17(6):1228–1236.
35. Lorenz J, Al-Maawi S, Sader R, Ghanaati S. Individualized titanium mesh combined with platelet-rich fibrin and deproteinized bovine bone: A new approach for challenging augmentation. J Oral Implantol 2018;44(5):345–351.
36. Lozada J, Proussaefs P. Clinical radiographic, and histologic evaluation of maxillary bone reconstruction by using a titanium mesh and autogenous iliac graft: A case report. J Oral Implantol 2002;28(1):9–14.
37. Milinkovic I, Cordaro L. Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg 2014;43(5):606–625.
38. Misch CM. Bone augmentation of the atrophic posterior mandible for dental implants using rhBMP-2 and titanium mesh: Clinical technique and early results. Int J Periodontics Restorative Dent 2011;31(6):581–589.
39. Moraschini V, da Poubel LA, Ferreira VF, Barboza E dos SP. Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: A systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg 2015;44(3):377–388.
40. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22(5):779–784.
41. Pieri F, Corinaldesi G, Fini M et al. Alveolar ridge augmentation with titanium mesh and a combination of autogenous bone and anorganic bovine bone: A 2-year prospective study. J Periodontol 2008;79(11):2093–2103.
42. Proussaefs P, Lozada J. The use of resorbable collagen membrane in conjunction with autogenous bone graft and inorganic bovine mineral for buccal/labial alveolar ridge augmentation: A pilot study. J Prosthet Dent 2003;90(6):530–538.
43. Proussaefs P, Lozada J. Use of titanium mesh for staged localized alveolar ridge augmentation: Clinical and histologic-histomorphometric evaluation. J Oral Implantol 2006;32(5):237–247.
44. Proussaefs P, Lozada J, Kleinman A, Rohrer MD, McMillan PJ. The use of titanium mesh in conjunction with autogenous bone graft and inorganic bovine bone mineral (bio-oss) for localized alveolar ridge augmentation: A human study. Int J Periodontics Restorative Dent 2003;23(2):185–195.
45. Rakhmatia YD, Ayukawa Y, Furuhashi A, Koyano K. Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regenera-

copyright by Quintessenz Verlags-GmbH

tion in dental applications. J Prosthodont Res 2013;57(1):3–14.
46. Rasia-dal Polo M, Poli PP, RAncitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: A systematic review of the literature. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2014;19(6):e639–e646.
47. Roccuzzo M, Ramieri G, Bunino M, Berrone S. Autogenous bone graft alone or associated with titanium mesh for vertical alveolar ridge augmentation: A controlled clinical trial. Clin Oral Implants Res 2007;18(3):286–294.
48. Sagheb K, Schiegnitz E, Moergel M et al. Clinical outcome of alveolar ridge augmentation with individualized CAD-CAM-produced titanium mesh. Int J Implant Dent 2017;3 (1):36.
49. Scharf DR, Tarnow DP. The effect of crestal versus mucobuccal incisions on the success rate of implant osseointegration. Int J Oral Maxillofac Implants 1993;8(2):187–190.
50. Schiegnitz E, Al-Nawas B, Tegner A et al. Clinical and radiological long-term outcome of a tapered implant system with special emphasis on the influence of augmentation procedures. Clin Implant Dent Relat Res 2016;18(4):810–820.
51. Seiler M, Kämmerer PW, Peetz M, Hartmann A. Customized lattice structure in reconstruction of three-dimensional alveolar defects. Int J Comput Dent 2018;21(3):261–267.
52. Suarez-Lopez Del Amo F, Lin GH, Monje A, Galindo-Moreno P, Wang HL. Influence of soft tissue thickness on peri-implant marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis. J Periodontol 2016;87(6):690–699.
53. Sumida T, Otawa N, Kamata YU et al. Custom-made titanium devices as membranes for bone augmentation in implant treatment: Clinical application and the comparison with conventional titanium mesh. J Craniomaxillofac Surg 2015;43(10):2183–2188.
54. Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, Miyakawa O, Kusakari H. Influence of implant design and bone quality on stress/strain distribution in bone around implants: A 3-dimensional finite element analysis. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18(3):357–368.
55. Troeltzsch M, Troeltzsch M, Kauffmann P et al. Clinical efficacy of grafting materials in alveolar ridge augmentation: A systematic review. J Craniomaxillofac Surg 2016;44(10):1618–1629.
56. Van Eekeren P, van Elsas P, Tahmaseb A, Wismeijer D. The influence of initial mucosal thickness on crestal bone change in similar macrogeometrical implants: A prospective randomized clinical trial. Clin Oral Implants Res 2017;28(2):214–218.
57. Vandeweghe S, de Bruyn H. A within-implant comparison to evaluate the concept of platform switching: A randomised controlled trial. Eur J Oral Implantol 2012;5(3):253–262.
58. Vervaeke S, Dierens M, Besseler J, de Bruyn H. The influence of initial soft tissue thickness on peri-implant bone remodeling. Clin Implant Dent Relat Res 2014;16(2):238–247.
59. Volkmann A, Hildebrandt H, Große S et al.Classification in dehiscence defects in customized titanium mesh supported bone augmentation. Implantologie 2020;28(1):79–86.
60. von Arx, T, Hardt N, Wallkamm B. The TIME technique: A new method for localized alveolar ridge augmentation prior to placement of dental implants. Int J Oral Maxillofac Implants 1996;11(3):387–394.
61. von Arx, T, Kurt B. Implant placement and simultaneous peri-implant bone grafting using a micro titanium mesh for graft stabilization. Int J Periodontics Restorative Dent 1998;18(2):117–27.
62. von Arx, T, Kurt B. Implant placement and simultaneous ridge augmentation using autogenous bone and a micro titanium mesh: A prospective clinical study with 20 implants. Clin Oral Implants Res 1999;10(1):24–33.
63. Watzinger F, Luksch J, Millesi W et al. Guided bone regeneration with titanium membranes: A clinical study. Br J Oral Maxillofac Surg 2000;38(4):312–315.

Stephan Große

Stephan Große
Dr. med. dent.
Facelook Concept
Querstraße 21
99817 Eisenach

Alexander Volkmann
Dr. med. dent.
Facelook Concept

Hans-Ulrich Reuter
Dr. med. dent.
Facelook Concept

Eik Schiegnitz
Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent.
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – plastische Operationen
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Mario Scheurer
Dr. med. dent.
Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie
Bundeswehrkrankenhaus Ulm

Korrespondenzadresse:
Dr. Alexander Volkmann, E-Mail: volkmann@facelookconcept.de