

Praxis – Fortbildung

IMPLANTAT-INSERTION MIT SIMULTANER KNO- CHEN AUGMENTATION

Regeneration peri-implantärer Knochendefekte mit autogenem Knochen unter Verwendung eines Mikrotitangitters

THOMAS VON ARX, BEAT KURT und NICOLAS HARDT

Klinik für Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, Kantonsspital Luzern

(Texte français voir page 117)

Die dentale Implantologie hat mit der Entwicklung der geführten Gewebe- bzw. Knochenregeneration eine deutliche Erweiterung des Spektrums möglicher Indikationen erfahren. Mussten noch vor wenigen Jahren bei insuffizientem Knochenangebot Implantationen abgelehnt werden, sind heute mit lokalen oder regionalen Augmentationsverfahren Implantatversorgungen fast immer möglich. Die an unserer Klinik entwickelte Augmentationstechnik mit Verwendung eines Mikrotitangitters zur Stabilisierung von transplantiertem autogenem Knochen hat das Spektrum möglicher Operationsmethoden nochmals erweitert. Die guten Ergebnisse des zweizeitigen Vorgehens mit dieser Technik haben uns veranlasst, die Methode auch für die gleichzeitige Anwendung mit der Implantatinsertion weiterzuentwickeln. Die vorliegende Arbeit beschreibt Indikation und Technik beim simultanen Vorgehen. Im weiteren werden drei Fallbeispiele mit den am häufigsten anzutreffenden peri-implantären Knochendefekten und deren Behandlung vorgestellt.

Schlüsselwörter: Knochenaugmentation, simultane Implantation, peri-implantärer Knochendefekt, autogener Knochen, Mikrotitangitter

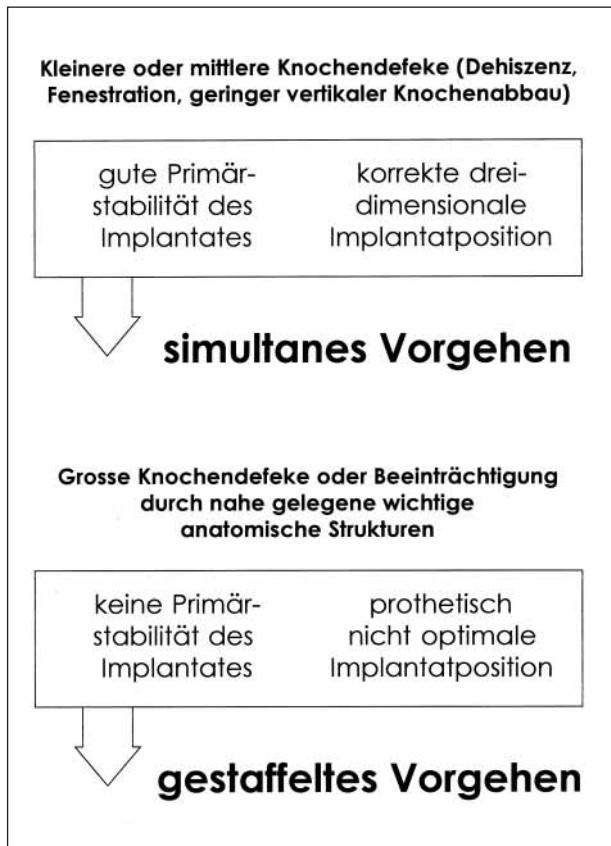
Korrespondenzadresse: Dr. med. dent. Thomas von Arx, Klinik für Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, Kantonsspital, CH-6000 Luzern 16; E-Mail: tva@swissonline.ch

◀ *Situs nach Insertion von zwei ITI®-Implantaten im Oberkiefer links mit bukkalem Knochendefizit (oben). Stabilisation der bukkal aufgelagerten autogenen Knochenpartikel mit dem Mikrotitangitter M-TAM® (unten).*
Sammlung: Dr. Thomas von Arx, Luzern

◀ *Site après l'insertion deux implants ITI® dans la partie gauche du maxillaire supérieur souffrant d'une déficience osseuse buccale (en haut). Stabilisation de la particule osseuse buccale autologue et compactée avec le micro-treillis en titane M-TAM® (en bas).*
Collection: Dr. Thomas von Arx, Lucerne

Einleitung

DAHLIN und Mitarbeiter haben mit ihren wegweisenden experimentellen Studien der geführten Knochenregeneration Ende der 80er Jahre die Grundlagen für neue Behandlungsprinzipien in der dentalen Implantologie geschaffen (DAHLIN et al. 1988, DAHLIN et al. 1989, DAHLIN et al. 1990a). In der Folge wurden modifizierte Augmentationstechniken zur Schaffung eines optimalen Implantatlagers vor der Implantat-Insertion beschrieben (BUSER et al. 1990, BUSER et al. 1993, BUSER et al. 1995). Parallel dazu wurden Operationsmethoden mit simultaner Kammaugmentation und Implantation entwickelt (BECKER et al. 1990a und 1990b, NYMAN et al. 1990, DAHLIN et al. 1990b und 1991, JOVANOVIC et al. 1992, LUNDGREN et al. 1994, BECKER et al. 1994a, DAHLIN et al. 1995,



HÜRZELER & STRUB 1995). Die in der dentalen Implantologie immer mehr favorisierte Sofort- oder verzögerte Sofortimplantation gegenüber einer Spätimplantation macht sich ebenfalls die simultane Augmentationstechnik zur Behandlung peri-implantärer Knochendefekte zunutze (ZITZMANN et al. 1996). Allen diesen Augmentationstechniken gemeinsam ist die Anwendung des Prinzips der gesteuerten Knochenregeneration (GBR = guided bone regeneration) unter Verwendung einer Membran mit Barriere-Funktion. Mögliche und in der Literatur beschriebene Komplikationen der GBR-Technik sind (i) Kollaps der weichen Membran, (ii) lokale Infektion bei Membranexposition und (iii) ungenügende Knochenneubildung innerhalb des membrangeschützten Raumes (SIMION et al.

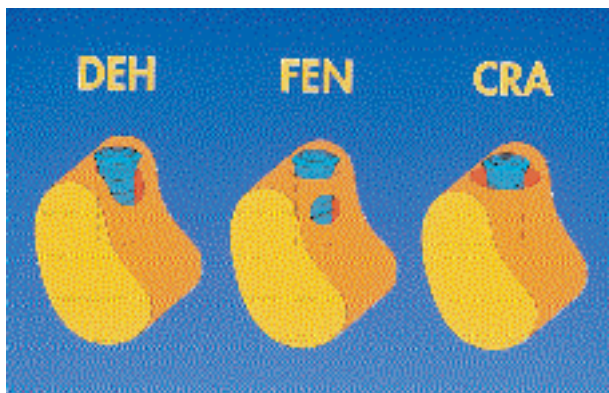


Abb. 2a Klassifikation der häufigsten peri-implantären Knochendefekte (DEH = Dehiszenzdefekt, FEN = Fenestrationsdefekt, CRA = Kraterdefekt)

Fig. 2a Classification des défauts les plus fréquents rencontrés au niveau de l'os péri-implantaire (DEH = type déhiscence, FEN = type fenestration, (CRA = type cratère)

Abb. 1 Kriterien für Entscheidung, ob die Kammaugmentation als vorbereitende Massnahme (zweizeitiges Vorgehen) oder simultan mit der Implantation (einzeitiges Vorgehen) durchgeführt werden soll.

Fig. 1 Critères de la décision en faveur soit d'une intervention de type «préparation du lit osseux» (technique différée en deux temps), soit de type «simultané à l'implantation» (procédure en un seul temps).

1994a, AUGTHUN et al. 1995, NOWZARI & SLOTS 1995, HÄMMERLE et al. 1996). Als Alternative zur GBR-Membrantechnik wurde an unserer Klinik 1993 eine neue Augmentationstechnik entwickelt und vor zwei Jahren erstmals vorgestellt (VON ARX et al. 1995). Dabei wurden zur Augmentation des Alveolarkammes autogene Knochen-Transplantate lokal adaptiert und mit Hilfe eines Mikrotitangitters (M-TAM¹ = Micro Titanium Augmentation MeshTM) stabilisiert. Das Titangitter selbst wurde am umgebenden Alveolarknochen mit Mikroschrauben (Cross-Fit²) fixiert. Über die Ergebnisse der zuerst als zweizeitig entwickelten Operationsmethode (Augmentation 6 Monate vor Implantation) haben wir ausführlich berichtet (VON ARX et al. 1996a und 1996c, VON ARX & HARDT 1996b). In der Folge sollen Indikation und Technik des simultanen Vorgehens mit entsprechenden Fallbeispielen vorgestellt werden.

Indikation

Alle an unsere Klinik zur Implantatabklärung zugewiesenen Patienten durchlaufen ein spezifisches Abklärungs-prozedere, über das wir andernorts berichtet haben (VON ARX et al. 1995). Lassen die allgemeinmedizinische und zahnmedizinische Untersuchung eine Implantat-Versorgung zu, wird anhand klinischer und radiologischer Kriterien festgelegt, ob die Kammaugmentation als vorbereitende Massnahme vor einer Implantation oder simultan mit der Insertion des Implantates durchgeführt werden kann (Abb. 1). Dabei wird speziell die Möglichkeit der primären Implantatstabilität sowie die Erzielung einer prothetisch korrekten Implantatposition beurteilt. Neben einer metrischen Quantifizierung des vertikalen Knochenangebotes gemäss ZITZMANN et al. (1996) wird auch das krestale Kamm-Profil als Entscheidungsfaktor berücksichtigt. Der intraoperativ diagnostizierte peri-implantäre Knochendefekt wird als marginale Dehiszenz, als Fenestrationsdefekt, als zirkulärer Kraterdefekt oder als Kombination dieser Defektformen klassifiziert (Abb. 2a).

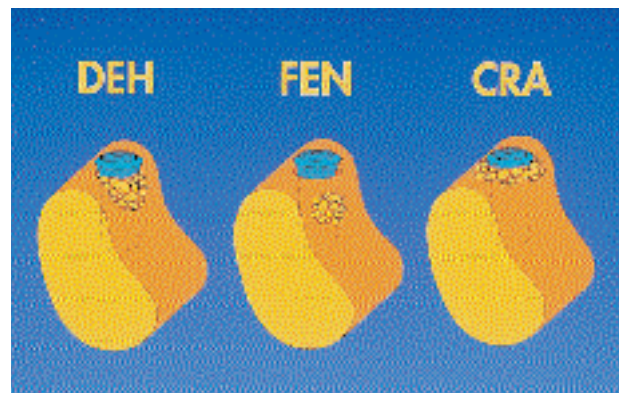


Abb. 2b Schematische Darstellung der simultanen Augmentation mit autogenem Knochen

Fig. 2b Représentation schématique de l'augmentation osseuse simultanée à l'aide de greffons autologues.

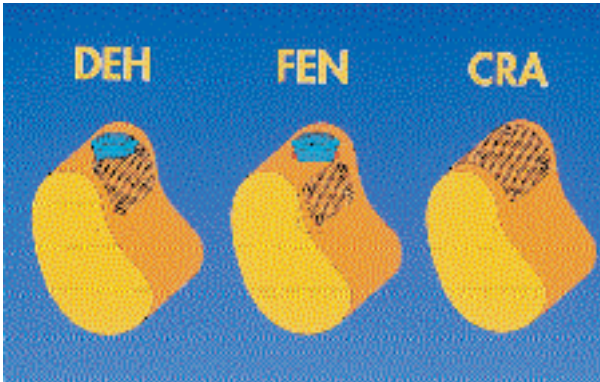


Abb. 2c Schematische Darstellung der Applikation und Fixation des Mikrotitangitters

Fig. 2c Représentation schématique de la mise en place et de la fixation du treillis en titane à structure microscopique.

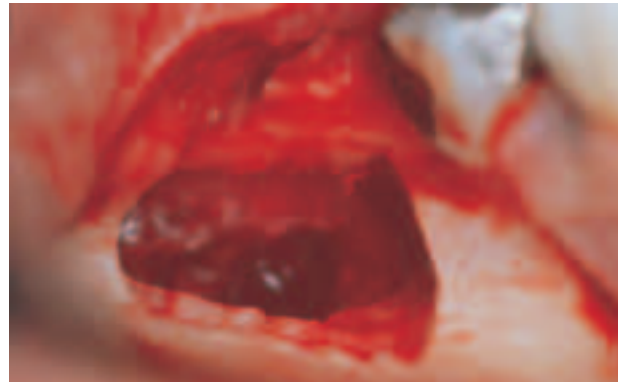


Abb. 3 Operationssitus nach Knochenentnahme retromolar im Unterkiefer

Fig. 3 Site opératoire après prélèvement osseux dans la région rétro-molaire du maxillaire inférieur.

Augmentationstechnik

Der Eingriff erfolgt in Lokalanästhesie unter perioperativer chemischer Plaquekontrolle (Chlorhexidin 0,1%, 2 × 1 Min/d, Beginn 3 Tage präop., Dauer mindestens 2 Wochen) und perioperativer Antibiose (Augmentin³, 3 × 625 mg, Beginn 1 Tag präop., Dauer 1 Woche). Nach Kamminzision (im OK auch häufig lateral-palatinal Inzision) erfolgt bukkal und lingual/palatal die Bildung eines Mukoperiostlappens. Zur Schonung der Weichteile werden diese mit Haltefäden anstelle von Wundhaken retrahiert. Die von uns verwendeten Implantate (ITI Dental Implantat System⁴) werden 2 mm tiefer als üblich eingesetzt, damit später ein primärer Wundverschluss erzielt werden kann (subgingivale statt transgingivale Implantateinheilung). Aus dem gleichen Grund bevorzugen wir auch eine verzögerte Sofortimplantation, um den Vorteil der geschlossenen Epitheldecke ausnützen zu können. Mit Hilfe einer Schablone wird das später einzubringende Mikrotitangitter individuell zugeschnitten. Für die Augmentation der peri-implantären Knochendefekte verwenden wir ausschliesslich autogenen Knochen, den wir bevorzugt im Retromolarbereich entnehmen (Abb. 3). Der Zugang zur Entnahmestelle gestaltet sich analog einer operativen unteren Weisheitszahnentfernung. Nach Ankörung mit einem feinen Rosenbohrer wird mit dem Fissurenbohrer ein Kortikalisdeckel umschnitten und dieser mit dem Flachmeissel

entfernt. Krestal wird die Spongiosa mit dem Hohlmeissel, in tieferen Lagen mit einem stumpfen Löffel entfernt. Mit der präoperativen Visualisierung des Canalis mandibularis und dieser schonenden Entnahmetechnik ist eine iatrogene Schädigung des Nervus alveolaris inferior sicher vermeidbar. Nach Blutstillung erfolgt ein dichter primärer Wundverschluss. Die entnommenen Spongiosapartikel werden anschliessend in den peri-implantären Knochendefekt eingebracht und komprimiert (Abb. 2b). Bei ungenügender Spongiosamenge werden zusätzlich zerkleinerte Kortikalispartikel zur Defektfüllung verwendet oder der durch Beschleifen ausgedünnte Kortikalisdeckel bukkal appliziert. Anschliessend wird das vorbereitete Mikrotitangitter über das Augmentat gelegt und mit den erwähnten Mikroschrauben aus dem gleichen Set am Restkamm sicher fixiert (Abb. 2c). Besondere Beachtung muss der perfekten Konturierung des Gitterrandes im marginalen bzw. krestalen Bereich geschenkt werden. Danach erfolgt der primäre und spannungsfreie Wundverschluss, unter Umständen nach Periostschlitzung. Eine Wundkontrolle wird nach drei Tagen und die Nahtentfernung nach zehn Tagen durchgeführt. Provisorien sollten in den ersten zehn Tagen postoperativ nicht getragen werden. In den folgenden zwei bis drei Wochen sollte der Patient ein abnehmbares Provisorium nur aus ästhetischen, jedoch nicht aus funktionellen Gründen einsetzen. Eine zusätzliche lokale Applikation von Chlorhexidin (Plak Out Gel⁵) wird empfohlen.



Abb. 4a Die Okklusalanzeige zeigt deutlich den bukkalen Knochenverlust im Bereich der durch Trauma verlorenen 22 und 24.

Fig. 4a La vue occlusale met clairement en évidence la perte osseuse des zones vestibulaires au niveau des dents 22 et 24, perdues par traumatisme.

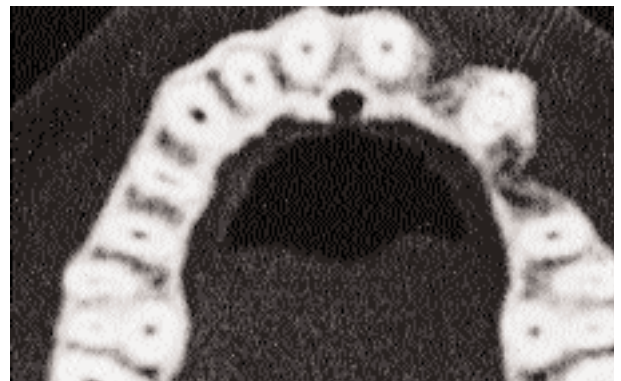


Abb. 4b Im axialen CT (Schichtaufnahmen für orthogonale Profilbildung im Dental-CT) ist der trichterförmige Knochendefekt in regio 22 und 24 ebenfalls gut sichtbar.

Fig. 4b Le CT axial (tomographies orthogonales de profil) permet également d'apprécier le défaut osseux en cratère dans la région des dents 22 et 24 perdues.

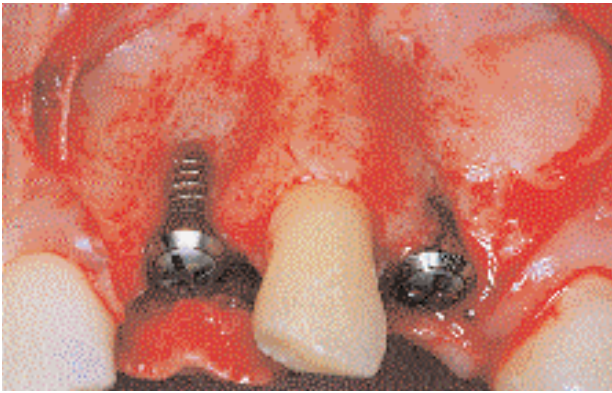


Abb. 4c Nach Insertion der beiden Implantate finden sich bukkal die erwarteten Dehiszenzdefekte.

Fig. 4c Après la pose des implants, on constate les défauts de déhiscence prévus.

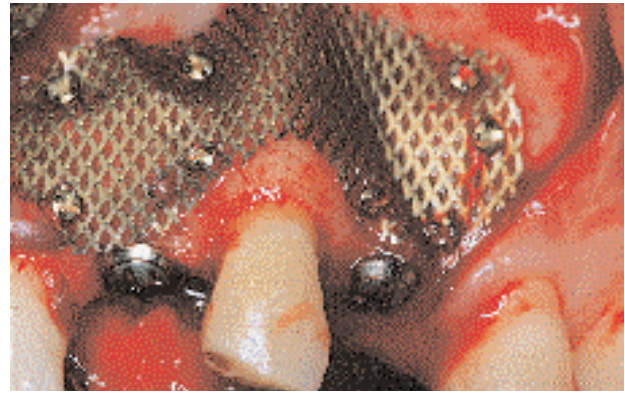


Abb. 4e Das Mikrotitangitter wurde passend zur klinischen Situation zugeschnitten und mit acht Mikroschrauben am Kieferknochen fixiert.

Fig. 4e Le treillis en titane a été découpé à la demande de la situation clinique, avant d'être fixé sur l'os maxillaire à l'aide de huit vis miniaturisées.



Abb. 4f Die Okklusalanalansicht neun Monate nach der Augmentation zeigt die bukkale Ausrundung der vormals konkaven Schalllücken sowie die reizlosen Weichteilverhältnisse.

Fig. 4f Vue occlusale huit mois après l'intervention; elle montre le comblement vestibulaire, convexe, des défauts osseux auparavant concaves.



Abb. 4g Fertiggestellte VMK-Kronen transokklusal auf Octa-System verschraubt. Der wegen Intrusion wurzelbehandelte 23 wurde gebleicht und inzisal mit Komposit-Aufbau optimiert (Behandlung Dr. D. Ansermet, Luzern).

Fig. 4g Couronnes CM terminées et vissées par voie transocclusale sur système Octa. La 23, dévitalisée en raison de l'intrusion subie, a été traitée par blanchiment et par reconstitution incisale en composite (réhabilitation: Dr D. Ansermet, Lucerne).

Fallbeispiele

Fall 1 – Dehiszenz-Defekt

Dieser 30jährige Patient hatte vor neun Monaten bei einem Motorradunfall die Zähne 22 und 24 verloren und 23 um 2 mm intrudiert. Klinisch imponierten bei beiden Schalllücken vestibuläre Einziehungen durch den bukkalen Knochenverlust (Abb. 4a). Auch im axialen CT war der Verlust der bukkalen Kortikalis im Kammbereich deutlich sichtbar (Abb. 4b). Da die apikalen Knochenverhältnisse jedoch gut waren, konnte ein simultanes Vorgehen geplant werden. Nach der Insertion der beiden Implantate fanden sich wie erwartet bukkale Dehiszenzdefekte (Abb. 4c). Diese wurden mit autogener Spongiosa aus dem Retromolarbereich im linken Unterkiefer augmentiert (Abb. 4d). Zur Stabilisierung der Knochen transplantate wurde das Titangitter über die gesamte vestibuläre Fläche des Alveolarkammes von regio 22 bis 24 adaptiert und mit acht Mikroschrauben fixiert (Abb. 4e). Wegen Auslandsaufenthaltes erschien der Patient erst neun Monate später zur Distanzoperation (Abb. 4f). Mit Einverständnis des Patienten wurde das Gitter nur beim vorderen Implantat marginal etwas gekürzt, ansonsten aber vollständig in situ belassen. Nach Optimierung der vestibulären Weichteile beim Implantat 22 durch Einlagerung

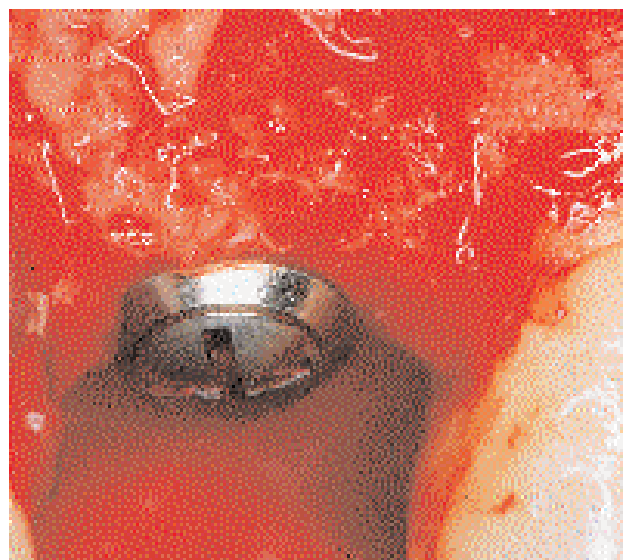


Abb. 4d Detailaufnahme des Implantates 22 mit aufgelagerter autogener Spongiosa, welche im UK retromolar links entnommen wurde.

Fig. 4d Détail de l'implant 22, illustrant l'application d'os spongieux autologue prélevé dans la région rétromolaire inférieure gauche.

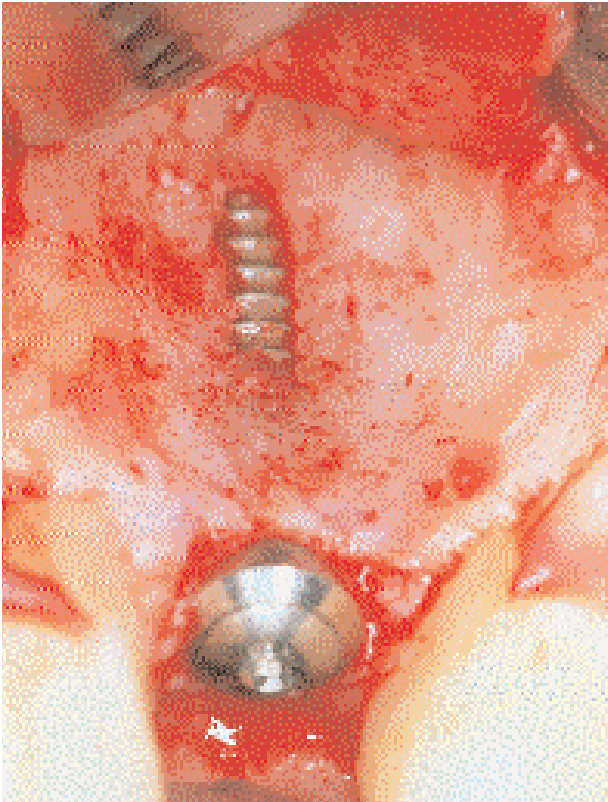


Abb. 5a Fenestrationsdefekt bei einem Durchmesser-reduzierten ITI-Implantat in regio 22

Fig. 5a Défaut de fenestration, survenu sur un implant ITI de diamètre réduit, inséré au niveau de la 22

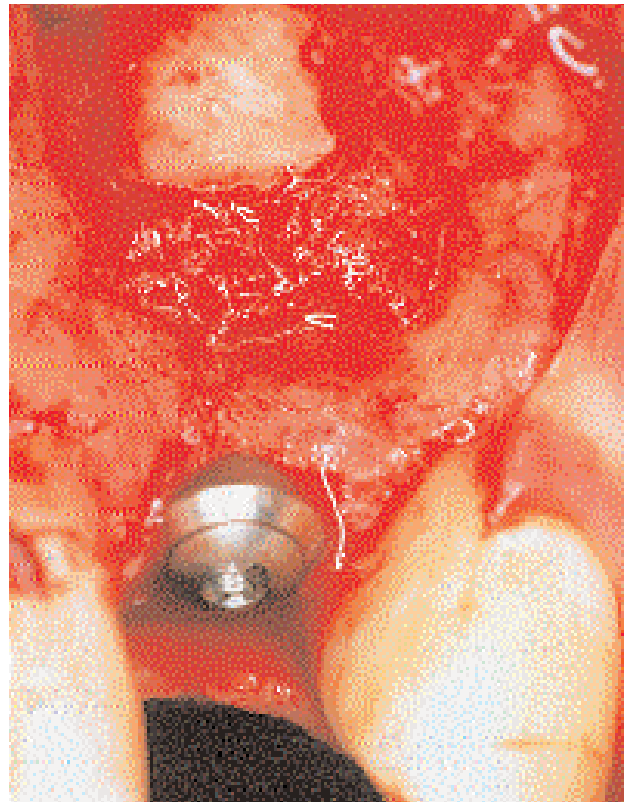


Abb. 5b Die aus dem Kinnbereich entnommenen Spongiosapartikel und ein kortiko-spongiöses Blocktransplantat sind zur Defektfüllung bukkal appliziert.

Fig. 5b Les greffons de spongieuse, prélevés dans la région mentonnière, ainsi qu'un greffon «en bloc» de corticale-spongieuse ont été mis en place sur le défaut vestibulaire en vue de son comblement.

eines Bindegewebet transplantates erfolgte zwei Monate später die Fertigstellung der Suprakonstruktionen durch den Privat Zahnarzt (Abb. 4g).

Fall 2 – Fenestrations-Defekt

Bei diesem 26jährigen Patienten musste 22 wegen einer infizierten radikulären Zyste und hochgradiger Zahnbeweglichkeit entfernt werden. Neun Monate später meldete sich der Patient für eine Implantatversorgung. Die klinische und radiologische Abklärung ergab auch hier die Möglichkeit einer simultanen Versorgung. Nach korrekter prothetischer Ausrichtung des Implantates (ITI-Vollschraube, 3,3 mm, 14 mm) fand sich ein bukkaler Fenestrationsdefekt (Abb. 5a). Der Alveolarkamm wurde anschliessend mit aus dem Kinn entnommenem autogenem Knochen augmentiert (Abb. 5b). Zur Stabilisierung der Transplantate wurde das individuell zugeschnittene Titangitter mit vier Mikroschrauben fixiert (Abb. 5c und 5d). Drei Wochen postoperativ wurde das bereits früher getragene Drahtklammer-Provisorium zur Lückenversorgung 22 wieder eingesetzt. Der Wundheilungsverlauf gestaltete sich auch bei diesem Patienten komplikationslos. Bei der Zweitoperation zur Freilegung des Implantates nach sechs Monaten zeigte sich nach vestibulärer Aufklappung, dass das Titangitter partiell im mesialen und distalen Bereich osteointegriert war. Zudem waren beide apikalen Schrauben vollständig von neugebildetem Knochen überwachsen (Abb. 5e). Nach Rücksprache mit dem Patienten wurden auch in diesem Falle Titangitter und Mikroschrauben nicht entfernt und definitiv im Gewebe belassen.

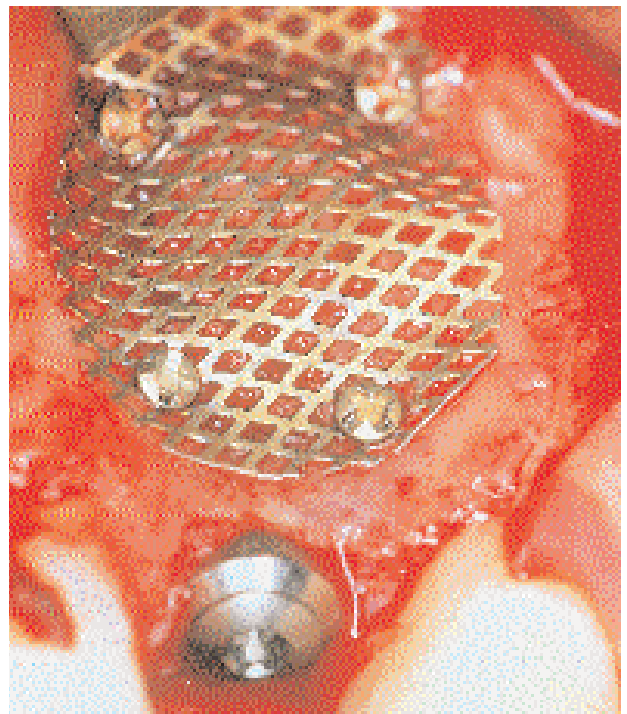


Abb. 5c Zur Stabilisierung der Knochentransplantate ist das Mikrotitangitter mit vier Mikroschrauben am umgebenden Kieferknochen fixiert.

Fig. 5c Le micro-trellis en titane est fixé par quatre micro-vis sur l'os alvéolaire environnant; ainsi, les greffons sont parfaitement stabilisés.

Fall 3 – Krater-Defekt

Diese 54jährige Patientin wurde zur Implantatversorgung einer Freiersituation im Oberkiefer links zugewiesen. Die Patientin wünschte an Stelle der abnehmbaren Teilprothese einen festsitzenden Zahnersatz. Die klinische und die erweiterte radiologische Abklärung (inklusive Profilschichtaufnahmen mit Dental-CT) ergaben, dass Implantate in regio 24 und 25 primär eingesetzt werden können, dass aber Knochendefekte zirkulär um beide Im-

plantate zu erwarten waren (Abb. 6a). ITI-Schraubenimplantate (Durchmesser 4,1 mm) der Längen 12 mm (regio 24) und 10 mm (regio 25) wurden inseriert. Bei beiden Implantaten fanden sich peri-implantäre kraterförmige Knochendefekte, beim vorderen Implantat war zudem die bukkale Kortikalis im marginalen Bereich sehr dünn (Abb. 6b). Das individuell zugeschnittene Titangitter wurde zuerst apikal-vestibulär mit zwei Mikroschrauben fixiert. Die Augmentation erfolgte wiederum mit im Un-

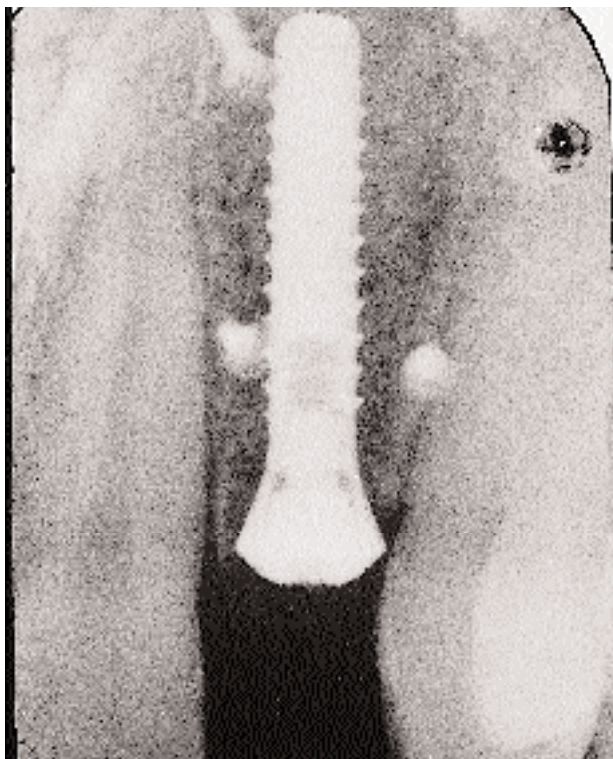


Abb. 5d Im postoperativen Röntgenbild sind die vier Fixationschrauben deutlich und das Gitter schwach sichtbar.

Fig. 5d La radiographie postopératoire montre l'emplacement des quatre vis de fixation; le treillis est plus faiblement radioopaque.

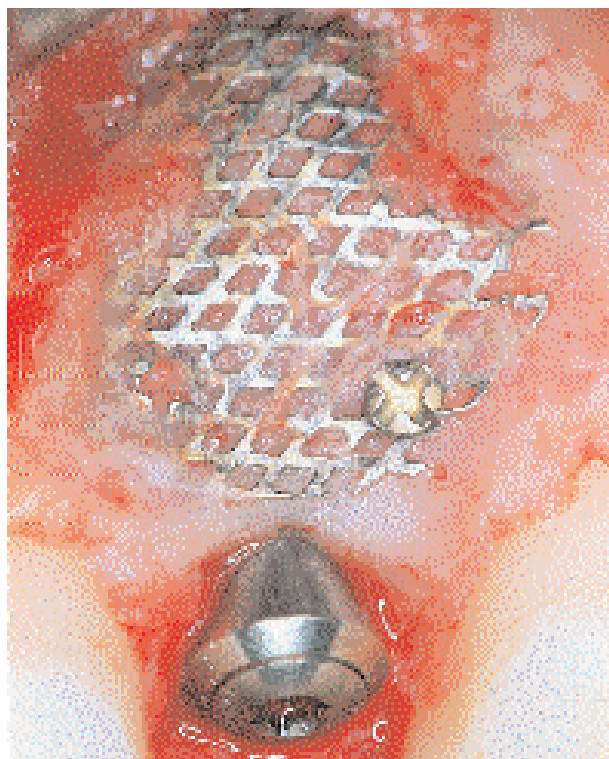


Abb. 5e Beim Zweiteingriff zur Implantatfreilegung zeigt sich, dass das Titangitter im apikalen Bereich sowohl distal wie auch mesial von Knochen überwachsen ist.

Fig. 5e Lors de l'intervention de deuxième intention, on constate un enfouissement partiel du treillis, qui est recouvert par de l'os néoformé dans les régions apicale, mésiale et distale.



Abb. 6a Schon in der Einzelzahnaufnahme ist der peri-implantär zu erwartende kraterförmige Knochendefekt andeutungsweise zu erkennen.

Fig. 6a Le cliché radiographique rétroalvéolaire permet de visualiser d'emblée l'étendue approximative du défaut en forme de cratère anticipé.

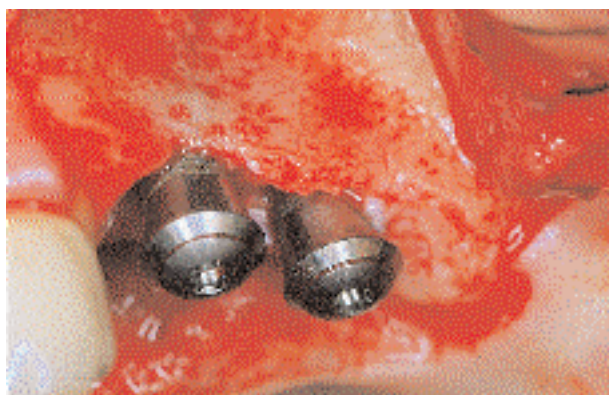


Abb. 6b Nach der Implantatinserterion lassen sich bis zu 6 mm tiefe «Knochenaschen» bei beiden Implantaten sondieren (Messung ab Implantatschulter).

Fig. 6b Après implantation, le sondage révèle la présence de poches osseuses autour des deux implants; celles-ci atteignent 6 mm par endroit (repère de la mesure = épaulement implantaire).

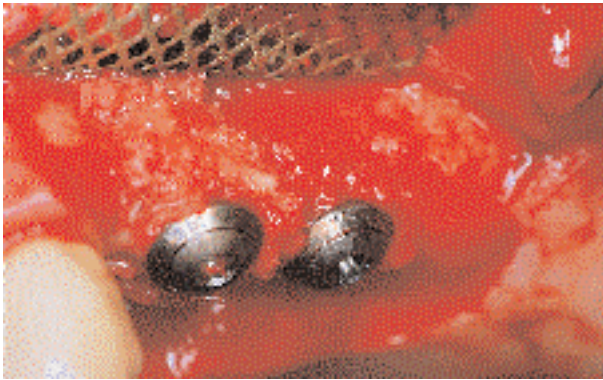


Abb. 6c Die Knochendefekte sind vollständig mit autogener Spongiosa aufgefüllt, und zusätzlich sind Spongiosapartikel bukkal aufgelagert. Das Titangitter ist vestibulär-apikal bereits mit zwei Schrauben fixiert.

Fig. 6c Les défauts osseux sont entièrement comblés par la spongiosa autogène; des particules supplémentaires de spongiosa ont été compactées sur la paroi vestibulaire. La partie vestibulo-apicale du treillis en titane est déjà fixé par deux vis.

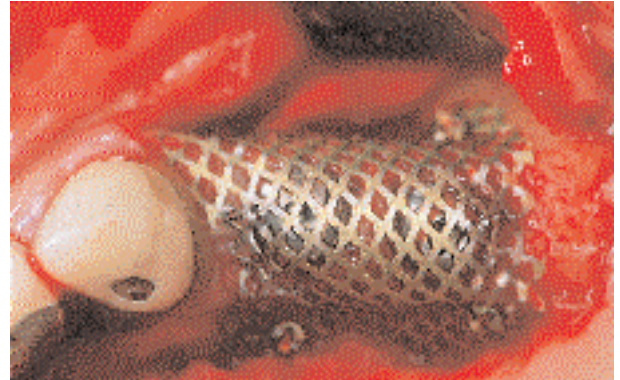


Abb. 6d Die Okklusalsicht zeigt das über die beiden Implantate gelegte Titangitter, welches palatinal zusätzlich mit zwei Schrauben fixiert wurde.

Fig. 6d Le cliché occlusal montre le treillis en titane recouvrant les deux implants; il a été fixé du côté palatin avec deux vis supplémentaires.

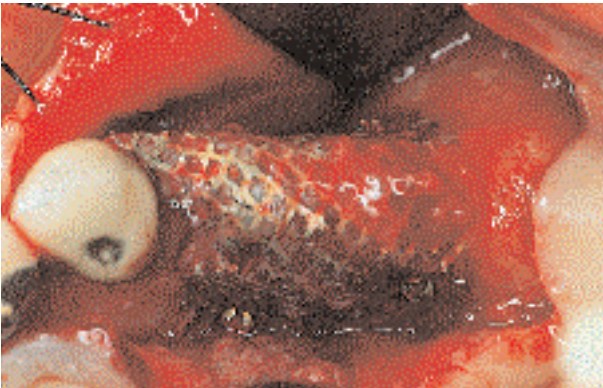


Abb. 6e Beim Zweiteingriff fünf Monate nach der Augmentation findet sich ein absolut lage- und formstabiles Mikrotitangitter.

Fig. 6e Lors de la réintervention de seconde intention, cinq mois plus tard, le treillis est parfaitement stable - tant du point de vue de sa forme que de sa position.

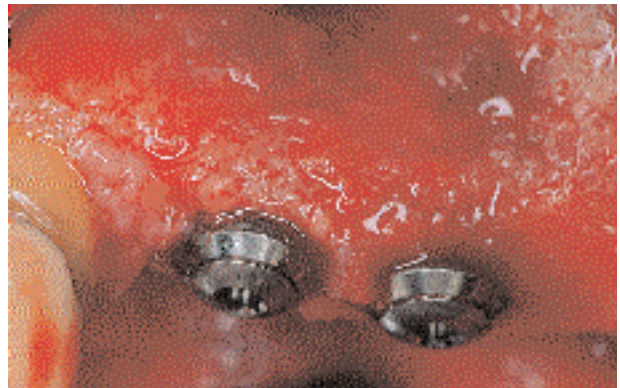


Abb. 6f Nach Entfernung von Gitter und Schrauben zeigt sich, dass die Knochentransplantate perfekt eingeeilt sind.

Fig. 6f Après ablation du treillis et des vis de fixation, il s'avère que les greffons osseux sont parfaitement intégrés.



Abb. 6g Transokkusal auf das Octa-System eingeschraubte und miteinander verblockte VMK-Kronen 24 und 25 (Behandlung Dr. R. Scacchi, Root)

Fig. 6g 24 et 25: couronnes CM solidarisées, vissées par voie transocclusale sur système Octa (réhabilitation: Dr R. Scacchi, Root).

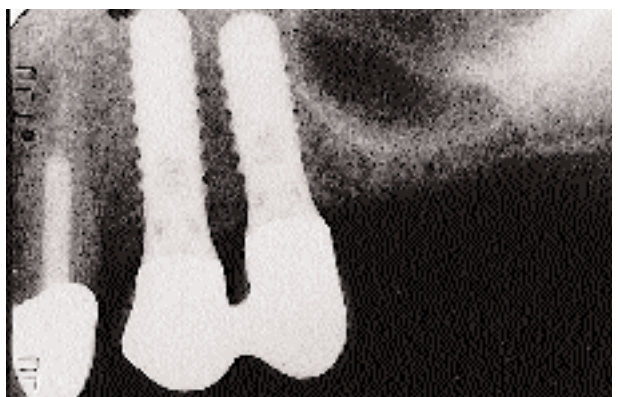


Abb. 6h Transokkusal auf das Octa-System eingeschraubte und miteinander verblockte VMK-Kronen 24 und 25 (Behandlung Dr. R. Scacchi, Root)

Fig. 6h La radiographie réalisée deux mois après insertion des supraconstructions met en évidence une structure osseuse améliorée dans la région crestale péri-implantaire (pour comparaison, voir fig. 6a).

terkiefer retromolar entnommenem autogenem Knochen. Spongiöser Knochen wurde in die Kraterdefekte eingepresst und bukkal zur Kammverbreiterung aufgelagert (Abb. 6c). Danach wurde das Titangitter über die Implantate nach palatinal gelegt und dort wiederum mit zwei Schrauben fixiert (Abb. 6d). Nach Periostschlitzung erfolgte der dichte und spannungsfreie Wundverschluss. Die Patientin verzichtete während der ganzen Heilungsphase auf das Tragen eines Provisoriums. Die Wundheilung gestaltete sich komplikationslos. Auch traten keine Wunddehiszenzen oder Gitterexpositionen auf. Fünf Monate nach dem Ersteingriff erfolgte die Freilegung der beiden Implantate mit Entfernung des Titangitters (Abb. 6e). Der transplantierte Knochen war ohne Volumenerlust vollständig eingeeilt (Abb. 6f). Nach Ausheilung des peri-implantären Weichteiltrichters und Einsetzen der Sekundärteile wurden die Suprakonstruktionen durch den Privat Zahnarzt fertiggestellt (Abb. 6g und 6h).

Diskussion

Zur prä-, intra- oder postimplantologischen Verbesserung des Implantatalters hat sich während der letzten Jahre das Prinzip der gesteuerten Knochenregeneration etabliert. Nachdem diese Operationsmethode zuerst als vorbereitender Eingriff zur Vergrößerung des Knochen volumens vor einer Implantation angewendet wurde, wird heute mehr und mehr (wenn durchführbar) das simultane Vorgehen gewählt. Bedingungen für die Durchführbarkeit der simultanen Technik sind:

- primäre Implantatstabilität im vorhandenen Kieferknochen (und nicht im Augmentat bzw. Knochen- transplantat!)
- korrekte Implantatposition in mesio-distaler und orofazialer Richtung für eine optimale prothetische Versorgung.

Ergibt die klinische und/oder (erweiterte) radiologische Vorabklärung, dass diese Voraussetzungen für ein simultanes Vorgehen nicht gegeben sind, sollte die zweizeitige Methode gewählt werden.

Vorteile der simultanen Operationstechnik sind:

- Verkürzung der gesamten Behandlungsdauer um 6–9 Monate;
- Geringere Menge an Augmentationsmaterial ist notwendig;
- Implantatkopf kann Membran bzw. Gitter stützen = Vorteil für vertikale Augmentation.

In Einzelfällen wurde das Prinzip der geführten Knochenregeneration in den letzten Jahren auch zur chirurgischen Therapie der Peri-Implantitis eingesetzt (Übersicht bei VON ARX et al. 1997).

Zur Minimierung des Infektionsrisikos nach Weichteildehiszenz und zur Aufrechterhaltung des neugeschaffenen Kammprofiles werden an unserer Klinik seit geraumer Zeit Kammaugmentationen unter Verwendung eines Mikrotitangitters durchgeführt. Die mechanischen Eigenschaften dieses Gitters und die hohe Biokompatibilität sind ausgezeichnete Voraussetzungen für eine chirurgische Optimierung des Kieferkammes. Da das Titangitter (ohne gleichzeitige Verwendung einer Membran) wegen der Gitterperforationen keine Barrierenfunktion hat, kann mit dieser Technik kein in sich geschlossener Hohlraum zwischen Restkamm und Titangitter geschaffen werden. Es wurden deshalb alle Fälle sowohl beim zweizeitigen wie auch beim simultanen Vorgehen mit autogenem Knochen augmentiert. Diese Technik ist also keine Variante der geführten Knochenregeneration, sondern muss eher als unterstützte/gesicherte Knochen- transplantation (secured bone grafting) bezeichnet wer-

den (VON ARX & KURT 1998). Die Verwendung autogener Knochen- transplante, insbesondere die Autotransplantation von Spongiosa, hat sich bei unserem Vorgehen bewährt. Auch Untersuchungen mit der GBR-Membrantechnik von SIMION et al. (1994b) und von BECKER et al. (1995) haben gezeigt, dass autogener Knochen das Füllmaterial der Wahl ist.

Die Funktionen des Titangitters sind:

- Stabilisierung der Transplantate gegen seitliches Verschieben;
- Schutz vor Druckkräften (Gewebe- und Kaudruck);
- Verhinderung von Mikrobewegungen;
- Konturaufrechterhaltung.

In Einzelfällen haben wir ein partielles Überwachsen des Gitters mit Knochen festgestellt (siehe Fallbeispiel 2). Die hohe Gewebeverträglichkeit der aus Reintitan (Grad 1) hergestellten Gitter und Mikroschrauben erlauben in diesen Fällen eine Dauerimplantation dieser Materialien. Selektiv kann auch in anderen Fällen zur Vermeidung einer erneuten grösseren Aufklappung Titangitter und Schrauben definitiv im Gewebe belassen werden (siehe Fallbeispiel 1). Bevor jedoch die Dauerimplantation des Mikrotitangitters allgemein empfohlen und dadurch eine ausgedehnte Aufklappung zur Gitterentfernung umgangen werden kann, muss eine grössere Fallzahl langfristig nachkontrolliert werden. Die auf dem Markt zunehmend angebotenen resorbierbaren Membranen stellen für die Versorgung von Fenestrationsdefekten eine mögliche Alternative dar. Liegt jedoch der Fenestrationsdefekt nicht innerhalb der ursprünglichen Kontur des Alveolarkammes («self space-making defect») muss wegen der weichen Konsistenz resorbierbarer Membranen und wegen Mikrobewegungen ein Knochenverlust bzw. eine unvollständige Knochenregeneration erwartet werden. Normalerweise findet sich zwischen eingeeiltem Knochen- transplantat und Titangitter eine von uns als «Pseudoperiost» bezeichnete 1 mm dicke Weichgewebeschicht. Dieses Gewebe hat bis heute in keinem Fall weder die Einheilung der Transplantate noch das Volumen des Augmentates beeinträchtigt. Es scheint vielmehr, als ob dieses Pseudoperiost eine natürliche Membran mit Schutz- und Ernährungsfunktion für die autogenen Knochen- transplante darstellt. Die Grösse der Gitterperforationen erlaubt nämlich neben einem uneingeschränkten Flüssigkeitsaustausch auch das Einsprossen von periostalen Blutgefässen aus der das Gitter bedeckenden Alveolarmukosa. Dagegen konnten ZANETTA-BARBOSA et al. (1993) mittels Laser-Doppler-Flussratenmessung tierexperimentell zeigen, dass nach Applikation einer Membran die Durchblutung der bedeckenden Mukosa im Vergleich zur Kontrollseite deutlich vermindert ist. Dieser Umstand begünstigt das Risiko einer Weichteildehiszenz mit nachfolgender Membranexposition. In allen drei hier vorgestellten Fällen fanden sich klinisch während der ganzen Einheilungsphase unauffällige Mukosaverhältnisse. Der Verzicht der Patienten auf das Tragen eines Provisoriums in den Fällen 1 und 3 hat sicherlich ebenfalls zur Minimierung des Expositionsrisikos beigetragen.

Schlussfolgerung

Die vorgestellte Augmentationstechnik mit Verwendung eines Mikrotitangitters zur Stabilisierung der Knochen- transplante stellt eine Alternative zur geführten Knochenregeneration mit der Membrantechnik dar. Sie kann sowohl zur Vorbereitung des Implantatalters (zweizeitiges Vorgehen) wie auch simultan mit der Implantation (einzeitiges Vorgehen) angewendet werden. Die

ausgezeichnete Biokompatibilität und die optimalen mechanischen Eigenschaften des Titangitters ermöglichen eine sichere Kammaugmentation mit komplikationsarmem postoperativem Verlauf. Die (langfristige) Auswertung einer laufenden klinischen Studie mit einer grösseren Anzahl konsekutiv behandelter Patienten wird zeigen müssen, ob die vorgestellte simultane Augmentationstechnik die in sie gestellten hohen Erwartungen erfüllen kann.

Verdankung

Für die Anfertigung der Schemazeichnungen (Abb. 2a bis 2c) möchten wir uns ganz herzlich bei Rolf Rüegg, Grafiker, Luzern, bedanken. Unser Dank gilt auch den Kollegen Dr. Daniel Ansermet, Luzern (Fall 1) und Dr. Richard Scacchi, Root (Fall 3) für die Zusammenarbeit und die Anfertigung der Suprakonstruktionen.

Produkteliste

¹ M-TAM, Howmedica-Leibinger GmbH, D-Freiburg

² Cross-Fit, Howmedica-Leibinger GmbH, D-Freiburg

³ Augmentin, SmithKline Beecham, GB-Brentford

⁴ ITI Dental Implantat System, Institut Straumann AG, CH-Waldenburg

5 Plak Out Gel, Hawe Neos Dental, CH-Gentilino

Literatur

- AUGTHUN M, YILDIRIM M, SPIEKERMANN H, BIESTERFELD S: Healing of bone defects in combination with immediate implants using the membrane technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10: 421–428 (1995)
- BECKER W, BECKER B E, HANDELSMAN M, CELETTI R, OCHSENBEIN C, HARDWICK R, et al.: Bone formation at dehiscenced dental implant sites treated with implant augmentation material: A pilot study in dogs. *Int J Periodont Rest Dent* 10: 93–102 (1990a)
- BECKER W, BECKER B E: Guided tissue regeneration for implants into extraction sockets and for implant dehiscencies: Surgical technique and case reports. *Int J Periodont Rest Dent* 10: 377–391 (1990b)
- BECKER W, DAHLIN C, BECKER B E, LEKHOLM U, VAN STEENBERGHE D, HIGUCHI K, KULTJE C: The use of e-PTFE barrier membranes for bone promotion around titanium implants placed into extraction sockets: A prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 9: 31–40 (1994)
- BECKER W, SCHENK R, HIGUCHI K, LEKHOLM U, BECKER B E: Variations in bone regeneration adjacent to implants augmented with barrier membranes alone or with demineralized freeze-dried bone or autologous grafts: A study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10: 143–154 (1995)
- BUSER D, BRÄGGER U, LANG N P, NYMAN S: Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Impl Res* 1: 22–31 (1990)
- BUSER D, DULA K, BELSER U, HIRT H P, BERTHOLD H: Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. I. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodont Rest Dent* 13: 29–40 (1993)
- BUSER D, DULA K, BELSER U, HIRT H P, BERTHOLD H: Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. *Int J Periodont Rest Dent* 15: 13–29 (1995)
- DAHLIN C, LINDE A, GOTTLAW J, NYMAN S: Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg* 81: 672–676 (1988)
- DAHLIN C, SENNERBY L, LEKHOLM U, LINDE A, NYMAN S: Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: An experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants* 4: 19–25 (1989)
- DAHLIN C, GOTTLAW J, LINDE A, NYMAN S: Healing of maxillary and mandibular bone defects using a membrane technique. An experimental study in monkeys. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 24: 13–19 (1990a)
- DAHLIN C, LEKHOLM U, LINDE A: Membrane induced bone augmentation at titanium implants. A report on ten fixtures followed from 1 to 3 years after loading. *Int J Periodont Rest Dent* 11: 273–282 (1990b)
- DAHLIN C, ANDERSSON L, LINDE A: Bone augmentation at fenestrated implants by an osteopromotive membrane technique. A controlled clinical study. *Clin Oral Impl Res* 2: 159–165 (1991)
- DAHLIN C, LEKHOLM U, BECKER W, BECKER B E, HIGUCHI K, CALLENS A, VAN STEENBERGHE D: Treatment of fenestration and dehiscence bone defects around oral implants using the guided tissue regeneration technique: A prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10: 312–318 (1995)
- HÄMMERLE C H F, SCHMID J, OLAH A J, LANG N P: A novel model system for the study of experimental guided bone formation in humans. *Clin Oral Impl Res* 7: 38–47 (1996)
- HÜRZELER M B, STRUB J R: Guided bone regeneration around exposed implants: A new bioresorbable device and bioresorbable membrane pins. *Pract Periodont Aesth Dent* 7: 37–47 (1995)
- JOVANOVIC S A, SPIEKERMANN H, RICHTER E-J: Bone regeneration around titanium dental implants in dehiscenced defect sites. A clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 7: 233–245 (1992)
- LUNDGREN D, SENNERBY L, FALK H, FRIBERG B, NYMAN S: The use of a new bioresorbable barrier for guided bone regeneration in connection with implant installation. Case reports. *Clin Oral Impl Res* 5: 177–184 (1994)
- NOWZARI H, SLOTS J: Microbiologic and clinical study of polytetrafluoroethylene membranes for guided bone regeneration around implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10: 67–73 (1995)
- NYMAN S, LANG N, BUSER D, BRÄGGER U: Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration: A report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 5: 9–14 (1990)
- SIMION M, TRISI P, MAGLIONE M, PIATELLI A: A preliminary report on a method for studying the permeability of expanded polytetrafluoroethylene membrane to bacteria in vitro: A scanning electron microscopic and histological study. *J Periodontol* 65: 755–761 (1994a)
- SIMION M, DAHLIN C, TRISI P, PIATELLI A: Qualitative and quantitative comparative study on different filling materials used in bone tissue regeneration: A controlled clinical study. *Int J Periodont Rest Dent* 14: 199–215 (1994b)
- VON ARX T, HARDT N, WALLKAMM B: Die TIME-Technik. Lokale Osteoplastik mit dem Micro-Titan-Mesh zur Alveolarkamm-Augmentation. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105: 651–659 (1995)
- VON ARX T, HARDT N, WALLKAMM B, KURT B: Die TIME-Technik: Lokale Osteoplastik zur Alveolarkamm-Augmentation. Auswertung und Ergebnisse der ersten 15 Fälle. *Implantologie* 4: 33–48 (1996a)
- VON ARX T, HARDT N: Die TIME-Technik zur lokalen osteoplastischen Alveolarkamm-Rekonstruktion. Auswertung und Resultate der ersten 20 Fälle. *Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir* 20: 39–42 (1996b)

- VON ARX T, HARDT N, WALLKAMM B: The TIME-technique: A new method for localized alveolar ridge augmentation prior to insertion of dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11: 387–394 (1996c)
- VON ARX T, KURT B, HARDT N: Treatment of severe peri-implant bone loss using autogenous bone and a resorbable membrane – Case report and literature review. *Clin Oral Impl Res* 8: 517–526 (1997)
- VON ARX T, KURT B: Implant placement and simultaneous peri-implant bone grafting using a micro titanium mesh for graft stabilization. *Int J Periodont Rest Dent* (in press, 1998)

- ZANETTA-BARBOSA D, KLINGE B, SVENSSON H: Laser Doppler flowmetry of blood perfusion in mucoperiosteal flaps covering membranes in bone augmentation and implant procedures. A pilot study in dogs. *Clin Oral Impl Res* 4: 35–38 (1993)
- ZITZMANN N U, NAEF R, SCHÜPBACH P, SCHÄERER P: Sofort- oder verzögertes Sofortimplantat versus Spätimplantat bei Anwendung der Prinzipien der gesteuerten Knochenregeneration. *Acta Med Dent Helv* 1:221–227 (1996)