

Aufbau von unbezahnten Bereichen: Eine regenerative Methode für das Management von unbezahnten Bereichen. Teil 2: Das periimplantäre Gewebe



Gaetano Calesini, MD, DDS, CDT*
Costanza Micarelli, DDS*
Stefano Coppè, DDS*
Agostino Scipioni, MD, DDS, CDT*

Das Erscheinungsbild und die langfristige Stabilität des periimplantären Knochens, der Mukosa und der Gingiva entscheiden in ästhetischer und funktioneller Hinsicht über den Erfolg von implantatgetragenen Prothesen. Ein chirurgisches oder prothetisches Verfahren, das nur einige der vorhandenen Variablen berücksichtigt oder das nur in einer begrenzten Phase der Behandlung angewandt wird, kann zur Folge haben, dass das klinische Ergebnis nur teilweise erfolgreich und/oder nicht prognostizierbar ist. In diesem Artikel werden die Prinzipien und chirurgisch-prothetischen Vorgehensweisen einer systematischen regenerativen Methode für den Aufbau unbezahnter Bereiche (ESE) beschrieben. Ziel dieser Methode ist es, die Anatomie unbezahnter Bereiche zu verbessern. In der Dentalimplantologie ermöglicht dieses Verfahren ein prognostizierbares Management des periimplantären Gewebes. Es optimiert das funktionelle und ästhetische Ergebnis der Restaurationen: bei der Behandlungsdauer, der Anzahl der chirurgischen Phasen, der langfristigen Prognose und der Häufigkeit von Komplikationen. Die Prinzipien der ESE-Methode, die nicht an ein bestimmtes Implantatsystem geknüpft sind, lassen sich auf die meisten klinischen Situationen übertragen, unabhängig von den ästhetischen Anforderungen. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2009;29:49–57.)

* Privatpraxis, Rom, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Gaetano Calesini, Studio di Odontoiatria Restaurativa,
Via Frattina 27, 00187 Rom, Italien; E-Mail: gaetano.calesini@studiocalesini.it

Seit vielen Jahren liegt der Schwerpunkt der Studien zu osseointegrierten Implantaten auf dem funktionierenden Implantat-Knochen-Interface, d. h. auf dem Prozess der Osseointegration und seinem Erhalt in der Funktion. Die Kriterien für die Beurteilung des Erfolgs betreffen im Wesentlichen die Osseointegration^{1,2}. Da die klinischen Indikationen für eine Implantatbehandlung aber erweitert worden sind, besteht immer mehr Bedarf an einer implantatprothetischen Behandlung, die eine langfristige Prognostizierbarkeit und Ästhetik bietet. Die Kluft zwischen der Bedeutung der Begriffe „langfristige Prognose“ und „klinischer Erfolg“ wird dabei immer tiefer. Deshalb gibt es auch immer mehr Studien, in denen die Struktur und das Verhalten des periimplantären Weichgewebes definiert werden. Drei Standpunkte spielen dabei eine wesentliche Rolle: die Funktion des Weichgewebes als Barriere nach außen, die den Körper und damit auch das Implantat schützt, das Erscheinungsbild, also Form, Umfang und Farbe, und die langfristige Stabilität³.

Es wurde bereits versucht, die Variablen im Zusammenhang mit dem Verhalten des Gewebes zu definieren, aber die Rolle mancher Faktoren ist noch unklar. Dazu gehören

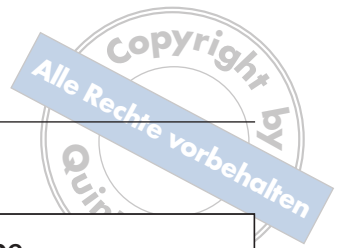


Tabelle 1 Vergleich der Techniken zur Augmentation von Hart- und Weichgewebe

	Hartgewebe-techniken				Weichgewebe-techniken		Weich- + Hartgewebe-augmentation ESE-Methode (MBS) ¹³
	Distraktions-osteogenese	Knochen-transplantat	GBR	Knochentranspl. + GBR	Gestielter Lappen	Freies Gingivatransplantat	
Anz. operative Phasen	Zwei	Zwei	Eine oder zwei	Zwei	Eine, falls erfolgreich	Eine, falls erfolgreich	Eine
Zeitpunkt der Implantatinsertion	Nach 6 Mon. ⁴	Nach 6–10 Mon.	Nach 6–10 Mon. ⁵⁻⁸	Nach 6–10 Mon.	1–2 Mon. vorher, gleichzeitig, oder anschließend	1–2 Mon. vorher, gleichzeitig od. anschließend	Sofort
Access-Flap Nähte	Volle Dicke Zahlreiche	Volle Dicke Zahlreiche	Volle Dicke Zahlreiche	Volle Dicke Zahlreiche	Gesp. Dicke Meist zahlreiche	Gesp./volle Dicke Zahlreiche	Gespaltene Dicke Wenige od. keine
Art der Heilung	Primärheilung	Primärheilung	Primärheilung	Primärheilung	Primärheilung	Primärheilung	Sekundärheilung
Einfluss von Muskelinsertionen	Minimal	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ	Keiner
Verlauf der Mukogingivalgrenze	Unverändert	Verändert	Verändert	Verändert	Unverändert	Modifiziert	Wiederhergestellt
Biotyp	Beachtet	—	—	—	Nicht immer beachtet	Nicht beachtet	Beachtet
Biofüllmaterial	Möglich	Keins	Ja	Ja	Keins	Meist keins	Keins
Dauer der Behandlung (jedes Verfahren)	9–10 Mon. ⁴ falls erfolgreich	8–13 Mon. falls erfolgreich	8–13 Mon. falls erfolgreich	8–13 Mon. falls erfolgreich	3–4 Mon. ⁹ falls erfolgreich	3–4 Mon. ¹⁰ falls erfolgreich	2–3 mo falls erfolgreich
Langfristige Stabilität	Nicht verzeichnet	Resorption bis zu 3 J. ¹¹	Ja ¹²	Ja ¹²	Sekundäre Kontraktion ⁹	Sekundäre Kontraktion ¹⁰	Ja
Gesamtdauer der Behandlung	Summe der einzelnen Behandlungen						2–3 Mon.

GBR = gesteuerte Knochenregeneration; MBS = morphogenes Knochen-Splitting; — = nicht zutreffend.

der Mikropalt und seine Lage im Verhältnis zum Knochen, das ideale Vorgehen bei dem chirurgischen Eingriff, die Makro- und Mikromorphologie des Implantats, die Materialien, aus denen die Komponenten und Prothesen bestehen, und die Einheilungszeit.

Es ist sinnvoll, wenn ein Kliniker sich nach einer systematischen Gesamtlösung für die Weichgewebedefizite umsieht, mit der er die Ursachen des Problems angehen kann, statt nur zu versuchen, mit den verschiedenen Techniken, die in der Literatur vorgeschlagen werden (Tabelle 1), die Symptome zu behandeln⁴⁻¹³.

Die Methode des Aufbaus des unbezahnten Bereichs

Der Aufbau unbezahnter Bereiche (ESE) ist ein integriertes chirurgisch-prothetisches Verfahren. Es wurde durch die Beschäftigung mit der Anatomie und Physiologie der Gewebeararten entwickelt, die von einer Implantatbehandlung betroffen sind. Diese Gewebe stehen in Kontakt mit einem künstlichen Element, aber ihr Verhalten entspricht ihrer histologischen Zusammensetzung und den Heilungsmechanismen im Zusammenhang mit einer chirurgischen Wunde und allen möglichen pathogenen Angriffen. Die ESE-

Technik basiert auf anatomischen, histologischen und klinischen Überlegungen: In der normalen humanen Anatomie gibt es kein stabiles Weichgewebenvolumen, wenn keine adäquate Vaskularisierung vorhanden ist. Die Anatomie der periimplantären Gewebe ist also durch die Form des darunterliegenden Knochens bestimmt, der die adäquate Vaskularisierung unterstützt. Beschaffenheit und Form des Alveolarknochens hängen vom Vorhandensein natürlicher oder künstlicher Zahnwurzeln ab, die den Knochen stützen, und aufgrund angemessener funktioneller Belastung eine adäquate Versorgung sicherstellen.

Damit der Komplex aus Knochen, Mukosa und Gingiva stabil bleibt, muss er also eine adäquate Unterstützung haben: Für den Knochen ist dies das Implantat und für die Mukosa und Gingiva im apikalen und medialen Drittel der Knochen um das Implantat. Im koronalen Drittel sind es die Implantatkomponenten und die Form der Restauration.

Histologisch besitzt das neugebildete Gewebe durch die Sekundärheilung eine ausgeprägte Fähigkeit zur Regeneration¹⁴. Klinisch ist es möglich, die Bildung des regenerierten Gewebes zu beeinflussen, indem man ihm Unterstützung in entsprechender Form und mit geeigneten Oberflächen anbietet. Es ist möglich, physikalische Stimuli zu verwenden, die lokal einwirken, wie z. B. positiven Druck, der beim Kauen durch den Nahrungsbolus ausgeübt wird, und negativen Druck, der durch das Schlucken erzeugt wird. Dies beeinflusst das Wachstum und die Form des neugebildeten Gewebes. Auch eine angemessene intraorale Physiotherapie, die zu Hause angewandt wird (Bass- und Stillman-Technik), kann den Prozess unterstützen und die langfristige Gewebeintegrität sichern¹⁵.

Anatomie, Histologie und Physiologie des periimplantären Bereichs

Im parodontalen Attachment, das den Zahn und das Parodont umfasst, gibt es eine morphologische und funktionelle Größe, die als biologische Breite bezeichnet wird. Mithilfe der biologischen Breite kann das Verhalten des marginalen Parodonts gegenüber dem Alveolarkamm und der Wurzel prognostiziert werden¹⁶⁻¹⁸. Was die Morphologie und die Dimensionen angeht, ist

das periimplantäre Gewebe dem Parodontalgewebe sehr ähnlich. Es besteht aus krevikulärem Epithel, Saumepithel und Bindegewebe, das in Kontakt zum Implantat steht und insgesamt etwa 3 mm umfasst¹⁹. Trotzdem weist das periimplantäre Attachmentgewebe in struktureller Hinsicht einen wesentlichen Unterschied auf, da ihm eine der Komponenten fehlt, die die biologische Breite ausmachen: der Zement²⁰⁻²³. Dadurch entsteht eine andere Bindegewebestruktur. Die Fasern und ihr Attachment an der Implantatoberfläche sind anders ausgerichtet^{24, 25}. Das periimplantäre Bindegewebe besitzt im Vergleich zum parodontalen Bindegewebe mehr Kollagen (> 85 % statt 70 %), weniger Blutgefäße (2 bis 3 % statt 5 %) und weniger Zellen (7 bis 8 % statt 20 %)^{24, 25}. Deshalb wird es als narbenartiges Gewebe bezeichnet und kann weniger gut auf äußere Reize reagieren²⁶⁻²⁸. Das fibröse Bindegewebe, das ja weniger Zellen besitzt, hat keine eigene Form, sondern nimmt die Form an, mit der es abgestützt wird.

Außerdem sind die Dimensionen des periimplantären Gewebes, wie auch die des Parodonts²⁹, durch den Phänotyp oder Biotyp der Mukosa beeinflusst³⁰. Dies hängt nicht nur mit der Dicke des Parodontalgewebes zusammen, sondern auch mit der Dicke der mastikatorischen Schleimhaut³¹. Da das Gewebe um die Implantate in Wirklichkeit mastikatorische Schleimhaut ist, ist anzunehmen, dass seine Heilung und sein Verhalten mit der Physiologie des Phänotyps zusammenhängen, zu dem es gehört.

Im Implantatbereich fehlt das parodontale Ligament und damit das dazugehörige Gefäßgeflecht. 1994 wiesen Berglundh und Mitarbeiter darauf hin, dass das periimplantäre Bindegewebe apikal zum

Saumepithel und koronal zum Kamm fast keine Gefäßversorgung besitzt, weil das fehlende parodontale Ligament durch nichts kompensiert wird³².

Beschreibung der ESE-Methode

Die ESE-Methode zielt darauf ab, das Gerüst aus Knochen/Mukosa/Gingiva, das durch den Zahnverlust verändert ist, wiederherzustellen. Hauptindikation ist die Behandlung der ersten vier Klassen nach der Einteilung von Cawood und Howell³³. Mithilfe der ESE-Methode werden das Implantat und die prothetischen Komponenten dazu genutzt, die notwendigen anatomischen Korrekturen zu schaffen und zu stabilisieren, damit nicht nur der verloren gegangene Zahn, sondern auch das umgebende Gewebe wiederhergestellt werden. Die anatomischen Korrekturen, die so erreicht werden können, sind in primäre, sekundäre und tertiäre unterteilt.

Bei der ESE-Methode wird zur Erzielung der primären anatomischen Korrekturen eine Weiterentwicklung von Techniken des Bone-Splitting^{13, 34-39} angewandt. Damit kann der Kliniker in einer einzigen chirurgischen Phase Folgendes erreichen:

1. Eine morphologische Wiederherstellung des Bereichs (Wurzelprominenzen, Mukogingivallinie, anhängende Gingiva, Fornix), die die histologischen und morphometrischen Charakteristika des Patienten berücksichtigt.
2. Eine axiale Positionierung des Implantats in einem biomechanisch günstigen Verhältnis zum Antagonisten.
3. Insertion eines Implantats mit einem Durchmesser, der den ästhetischen und biomechanischen Anforderungen des unbe-



Abb. 1 (links) Dieser Fall entspricht der Klasse IV nach der Einteilung von Cawood und Howell.

Abb. 2 (rechts) Der Knochendefekt betrifft die bukkale und palatinale Seite.



zahnnten Bereichs angepasst ist (7,5 mm oder mehr, bei entsprechender Indikation).

Zu den sekundären anatomischen Korrekturen gehört die physikalische Modifizierung des periimplantären Weichgewebes. Dies wird durch Form und Volumen des koronalen Teils des Implantatsystems, der Befestigung, des Abutments und den gingivalen Teil der prothetischen Versorgung erzielt.

Die tertiären anatomischen Korrekturen erfolgen (über das Design der Prothese) durch die Ausnutzung der physikalischen Stimuli, denen das Gewebe in der Mundhöhle ausgesetzt ist: Nahrungsbolus, Zunge, Gesichts- und Kaumuskeln, positiver und negativer Druck durch Kauen und Schlucken, entsprechende Hygienetechniken zu Hause, die darauf abzielen, die neugestaltete morphologische und funktionelle periimplantäre Integrität zu steuern und zu erhalten. Insbesondere lässt sich die Gewebereifung beeinflussen

und steuern: die Form, die apikokoronale Lage, die Position des Gingivarands und die Form und Größe der Interdentalpapillen.

Welche Möglichkeiten diese Methode bietet, ist in den Abbildungen 1 bis 12 dargestellt.

Der Verlust eines Zahns führt normalerweise in dem beteiligten Komplex aus Knochen, Mukosa und Gingiva zu einem anatomischen Defekt unterschiedlichen Ausmaßes (Abb. 1). Auch sorgfältige klinische und röntgenologische Analysen können keine genaue dreidimensionale Beurteilung des zu behandelnden Bereichs vermitteln, und der Defekt ist oft gravierender, als er zunächst scheint. In diesem Fall ist klar, dass der Knochendefekt die bukkale und die palatinale Seite betrifft (Abb. 2). In dieser anatomischen Situation kann man unmöglich ein Implantat inserieren. Auch ein Verfahren zur Regeneration der bukkalen Wand wäre als alleinige Lösung nicht ausreichend.

Einleitend wird ein Lappen gespalten, die Dicke gelöst, der Bindegewebe und Periost erhält (Abb. 3). Damit eine adäquate Knochenvascularisation gewährleistet ist, erfolgen die Inzisionen nah an der Zahnfleischtasche, um Schäden an den Nachbarzähnen und der Gingiva vorzubeugen. Als nächstes erfolgt eine Inzision entlang dem Kamm in mesiodistaler Richtung, und es wird ein „Knochenlappen“ präpariert (Abb. 4). Die Tiefe der Inzision beeinflusst die Elastizität der Knochenwände, die verlagert werden müssen. Deshalb muss sie so tief wie möglich erfolgen. Dabei muss allerdings die Anatomie des Bereichs (Kieferhöhle, Nasenhöhle, Mandibularkanal usw.) berücksichtigt werden. Außerdem sollten die Inzisionen zur Entlastung des Knochens so platziert werden, dass sie nicht mit den Weichgewebeanzisionen zusammenfallen. So wird postoperativen Komplikationen und Narben vorgebeugt. Diese Inzisionen sollten das Periost oder das Bin-



Abb. 3 Bei der hier verwendeten Technik des morphogenen Bone-Splitting wird ein Lappen gespalten, dessen Dicke gelöst, das Bindegewebe und die Periost erhalten.

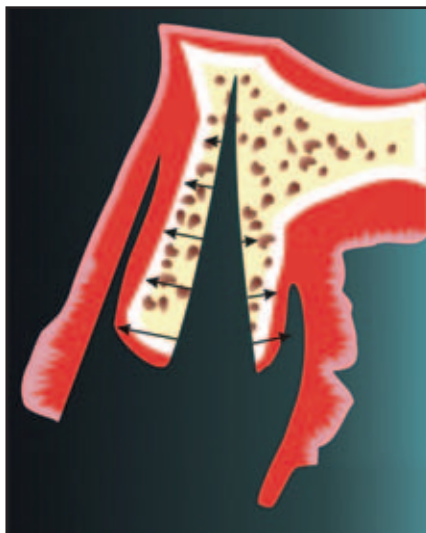


Abb. 4 Durch eine mesiodistale krestale Inzision wird ein „Knochenlappen“ präpariert.

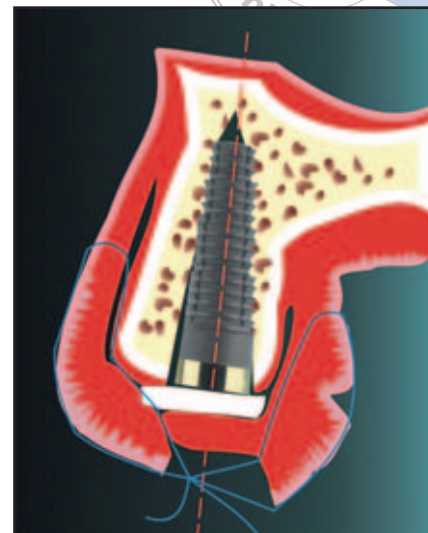


Abb. 5 Das Implantat wird entsprechend der notwendigen Korrektur und nicht entsprechend dem vorliegenden Knochenvolumen ausgewählt.



Abb. 6 (links) In diesem Fall wurde ein zweiter „Knochenlappen“ präpariert. Dazu wurden zwei palatinale entlastende Inzisionen in den Knochen geführt.



Abb. 7 (rechts) Die Lappen werden zurückverlegt und vernäht.

degewebe möglichst nicht verschoben. Sie sollten zum Schutz der bukkalen und der lingualen Knochenwand an ihrem Platz bleiben.

Die Auswahl des Implantatdurchmessers ist durch den Umfang der in bukkolingualer Richtung geplanten Korrektur bestimmt, nicht durch das Volumen des vorhandenen Knochens (Abb. 5). Normalerweise ist die bukkale Knochenwand am schwersten beschädigt. Es reicht meist aus, wenn nur sie mobilisiert wird. In diesem Fall musste aufgrund des großen palatinalen Defekts ein

zweiter „Knochenlappen“ präpariert und in diese Richtung verschoben werden. Dazu wurden zwei palatinale entlastende Inzisionen in den Knochen geführt (Abb. 6).

Der palatinale Zugang durch den Lappen gespaltenen Dicke und der Umfang der erzielten Knochenkorrektur, die durch die Implantate gewahrt wird, ermöglichen es, die Knochenneubildung mit einer gleichzeitigen Zunahme der keratinisierten Gingiva zu verbinden. Dabei wird auch die Linie der Mukogingivalgrenze wiederhergestellt.

In diesem Fall entspricht der Umfang der Korrektur dem gewählten Implantatdurchmesser (4 mm).

Die Lappen werden anschließend apikal zurückverlegt und mit einer kleinen Anzahl lockerer Nähte verschlossen, damit die Bildung eines neuen Gefäßsystems in der Anfangsphase der Heilung nicht behindert wird (Abb. 7). Damit in den chirurgisch erzeugten Knochenspalt keine Nahrungsmittel oder Fremdkörper eindringen, ist es ausreichend, zwischen die äußere Oberfläche des Knochens und die



Abb. 8 (links) Klinische Ansicht vor der Behandlung mit Interimsprothese.



Abb. 9 (rechts) Die klinische Situation nach der Behandlung zeigt die primären und sekundären Veränderungen des Gewebevolumens (quantitativ und qualitativ), die mit der ESE-Methode erzielt wurden.



Abb. 10 Intraorale Ansicht des periimplantären Gewebes eine Woche nach der adhäsiven Befestigung der definitiven Versorgung. Die erzielten tertiären Korrekturen sind deutlich zu erkennen: Die Papillen sind koronal migriert und das Gewebe ist in der Dicke angemessen reduziert.

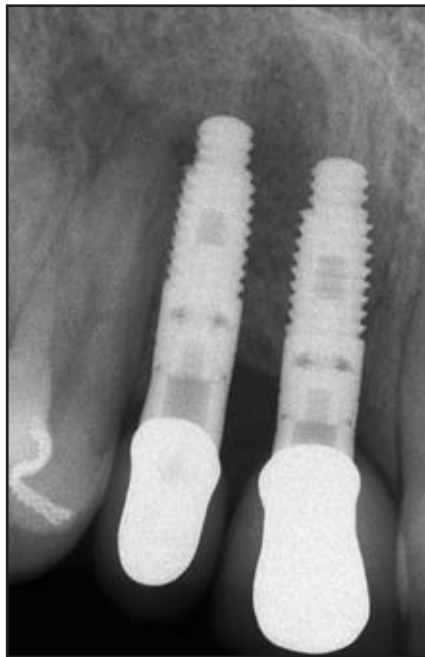


Abb. 11 (links) Röntgenaufnahme nach der adhäsiven Befestigung.

Abb. 12 (oben) Die extraorale Ansicht zeigt die gute Abstützung der Lippen.

innere Oberfläche des Lappens eine dünne Schicht equines lyophilisiertes Kollagen (Gingostat, Vebas) zu legen. Sie wird innerhalb weniger Tage resorbiert.

Es kann vorkommen, dass der Defekt, der anfangs durch den Kunststoffkranz der herausnehmbaren Interimsprothese unterkompensiert war (Abb. 8), jetzt hyperkompensiert ist (Abb. 9). In den Anfangsphasen der Reparatur ist das periimplantäre Gewebe gut vaskularisiert, es lässt sich also noch modellieren. Die Morphologie der

intrakrevikulären und interproximalen Teile der Interimsprothesen muss so beschaffen sein, dass eine größtmögliche Dicke des periimplantären Gewebes erzielt wird. Deshalb sind konkave Oberflächen vorzuziehen, da sie die koronale Migration des Gewebes begünstigen. Konvexe Oberflächen sind, falls möglich, zu vermeiden, weil sie die Gewebedicke und die Blutversorgung reduzieren und die apikale Migration begünstigen.

Es ist sinnvoll, die definitive Prothese so früh wie möglich einzugliedern und dafür die anfängliche Heilungsphase des periimplantären Gewebes zu nutzen. Dann ist das Gewebe durch Anzahl und Umfang der neugebildeten Blutgefäße nämlich besonders gut formbar und „empfindlich“ für die Führung, die durch die Form der Prothese vorgegeben ist. Die tertiären Veränderungen erfolgen dank der Morphologie der prothetischen Komponenten, der physikalischen Stimuli, denen das Gewebe in der Mundhöhle ausgesetzt ist, und der hygienischen Maßnahmen, die der Patient zu Hause vornimmt, im Lauf der Zeit (Abb. 10). Die extrakrestale Position des koronalen Teils des Implantats ermöglicht ein frühes Management des stabilisierten periimplantären Gewebes, da die biologische Breite sich nach der zweiten chirurgischen Phase nicht verändert (Abb. 11). In diesem Fall wurde eine gute Abstützung der Lippen erzielt (Abb. 12).

Schlussfolgerungen

Eine erfolgreiche prothetische Behandlung muss immer ein ideales Gerüst aus Knochen, Mukosa und Gingiva etablieren, das langfristig stabil bleibt. Die hier vorgestellte Methode umfasst mehrere bewährte prothetisch-chirurgische Techniken, mit denen die Grenzen, die durch die bestehende klinische Situation vorgegeben sind, überwunden werden. Dazu wird schon vor Behandlungsbeginn die ideale Anatomie entworfen und dem periimplantären Hart- und Weichgewebe vorgegeben. Die ESE-Methode passt also nicht den Prothesen-Implantat-Komplex der beeinträchtigten Anatomie in dem jeweiligen Bereich an (bzw. der Wiederherstellung, die in einem früheren Eingriff

erfolgt ist), sondern sie nutzt die Implantat- und Prothesenkomponenten, um ideale Knochen- und Mukosakonturen wiederherzustellen. So werden die Mechanismen der Sekundärheilung genutzt und die dynamischen Eigenschaften des neugebildeten Gewebes mit einbezogen, sodass anschließend nicht nur ein stabilisiertes Narbengewebe mit geringem regenerativem Potenzial entsteht. Die vollständige Integration der chirurgischen und prothetischen Techniken der ESE-Methode ermöglicht es, unabhängig vom Implantattyp und von den ästhetischen Anforderungen das funktionelle und ästhetische Ergebnis zu optimieren. Es treten nur selten Komplikationen auf, die Behandlungsdauer ist verkürzt, es sind weniger chirurgische Phasen erforderlich und die langfristige Stabilität ist gut.

Danksagung

Die Autoren danken ZTM Roberto Canalis für seine technische Arbeit.

Literatur

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson R. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11–25.
2. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* 1989 Nov;62:567–572.
3. Weber HP, Cochran DL. The soft tissue response to osseointegrated dental implants. *J Prosthet Dent* 1998;79:79–89.
4. Nosaka Y, Kobayashi M, Kitano S, Komori T. Horizontal alveolar ridge distraction osteogenesis in dogs: radiographic and histologic studies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:837–842.
5. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. I. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:29–45.
6. Buser D, Dula K, Hirt HP, Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: A clinical study with 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:420–432.
7. Buser D, Brägger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:22–32.
8. Fugazzotto PA. Report of 302 consecutive ridge augmentation procedures: Technical considerations and clinical results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:358–368.
9. Abrams L. Augmentation of the deformed residual edentulous ridge for fixed prosthesis. *Compend Contin Educ Gen Dent* 1980;1:205–213.
10. Sullivan HC, Atkins JH. Free autogenous gingival grafts. I. Principles of successful grafting. *Periodontics* 1968;6(3):121–129.
11. Nyström E, Ahlqvist J, Gunne J, Kahnberg KE. 10-year follow-up of onlay bone grafts and implants in severely resorbed maxillae. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33: 258–262.
12. Zitzmann NU, Schärer P, Marinello CP. Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: A 5-year prospective study. *J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:355–366.
13. Scipioni A, Calesini G, Micarelli C, Coppé S, Scipioni L. Morphogenic bone splitting: Description of an original technique and its application in esthetically significant areas. *Int J Prosthodont* 2008; 21:389–397.
14. Aukhil I. Biology of wound healing. *Periodontology* 2000 2000;22:44–50.
15. Calesini G, Scipioni A, Micarelli C, Coppé S. Regenerative approach for the management of edentulous areas: Edentulous site enhancement (E.S.E.) technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28: 517–524.
16. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1961;32:261–267.
17. Vacek JS, Gher ME, Assad DA, Richardson AC, Giambarresi LI. The dimensions of the human dentogingival junction. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14: 154–165.
18. Schroeder HE, Listgarten MA. The gingival tissues: The architecture of periodontal protection. *Periodontol* 2000 1997;13: 91–120.
19. Lindhe J, Berglundh T. Peri-implant mucosa. In: Lindhe J, Karring T, Lang NP (eds). *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Copenhagen: Munksgaard, 1997:862–872.
20. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol* 1996;23:971–973.
21. Lindhe J, Berglundh T. The interface between the mucosa and the implant. *Periodontol* 2000 1998;17:47–54.
22. Listgarten MA, Lang NP, Schroeder HE, Schroeder A. Periodontal tissues and their counterparts around endosseous implants. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:1–19.
23. Berghlund T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:81–90.

24. Ruggeri A, Franchi M, Trisi P, Piattelli A. Histologic and ultrastructural findings of gingival circular ligament surrounding osseointegrated nonsubmerged loaded titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:636–643.
25. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:212–219.
26. Lindhe J, Berglundh T, Ericsson I, Liljenberg B, Marinello C. Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:9–16.
27. Zitzmann NU, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J. Experimental peri-implant mucositis in man. *J Clin Periodontol* 2001; 28:517–523.
28. Gualini F, Berglundh T. Immunohistochemical characteristics of inflammatory lesions at implants. *J Clin Periodontol* 2003;30:14–18.
29. Müller HP, Heinecke A, Schaller N, Eger T. Masticatory mucosa in subjects with different phenotypes. *J Clin Periodontol* 2000;27:621–626.
30. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezaki K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: An evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 2003; 74:557–562.
31. Müller HP, Eger T. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: A review. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22: 172–183.
32. Berglundh T, Lindhe J, Jonsson K, Ericsson I. The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *J Clin Periodontol* 1994;21: 189–193.
33. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232–236.
34. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G. The edentulous ridge expansion technique: A five-year study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:451–459.
35. Scipioni A, Bruschi GB, Giargia M, Berglundh T, Lindhe J. Healing at implants with and without primary bone contact. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:39–47.
36. Bruschi GB, Scipioni A, Calesini G, Bruschi E. Localized management of sinus floor with simultaneous implant placement: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998 Mar–Apr;13:219–226.
37. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G, Bruschi E, De Martino C. Bone regeneration in the edentulous ridge expansion technique: Histologic and ultrastructural study of 20 clinical cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:269–277.
38. Engelke WG, Diederichs CG, Jacobs HG, Deckwer I. Alveolar reconstruction with splitting osteotomy and microfixation of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:310–318.
39. Chiapasco M, Ferrini F, Casentini P, Accardi S, Zaniboni M. Dental implants placed in expanded narrow edentulous ridges with the Extension Crest device. A 1-3-year multicenter follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:265–272.