

G. Iglhaut¹, H. Schliephake²

Weichgewebemanagement und -augmentation in der Implantatchirurgie

Soft tissue management and augmentation in implant surgery



G. Iglhaut

Nachdem Innovationen in der Augmentationschirurgie primär den Fokus des Hartgewebeaufbaus hatten, erkannte man mehr und mehr das Weichgewebe als limitierenden Faktor. Defizitäre Alveolarkammareale mit Knochenaufbauten zu rekonstruieren, kann mit verschiedenen Methoden realisiert werden. Jedoch stellt sich bei umfangreichen Augmentaten der sichere und langfristige Wundverschluss, ein entscheidender Faktor für den Erfolg der operativen Maßnahme, als Problem dar. Das Design und die spannungsfreie Mobilisation von bedeckenden Wundlappen sowie die präzise mikrochirurgische Wundrandadaptation unter bestmöglichem Erhalt der Blutversorgung sind von großer Bedeutung für einen vorhersehbaren Therapieerfolg. Umfangreiche Inzisionen und Lappenbildungen können jedoch zu teils erheblichen chirurgischen Traumata führen und die Anatomie von Gingiva und Mukosa zerstören.

Zur Vermeidung dieser Nachteile bieten sich freie oder gestielte Weichgewebetransplantate als minimal invasive Alternative zur Defektdeckung an. Der Vorteil liegt im Erhalt anatomischer Strukturen und gleichzeitiger gedeckter Hartgewebeheilung. Mit Freilegungsoperationen bestehen weitere Optionen, ausreichend dicke, zirkulär keratinisierte Schleimhaut am Durchtrittsprofil des Implantathalses, des Aufbauteils und der Suprakonstruktion zu generieren. Trotzdem muss es das Ziel sein, bereits vor der Freilegung mit Weichgewebetransplantaten eine ausreichende Dicke und Keratinisierung periimplantär aufzubauen. Nach erfolgter Freilegung eines enossalen Implantates sind korrektive Maßnahmen nur noch bedingt möglich und stellen höchste Ansprüche an die chirurgischen Fähigkeiten des Behandlers. Als Therapieansatz zur Deckung von exponierten Implantatoberflächen wird vom Verfasser eine minimal invasive Tunneltechnik aus der plastischen Parodontalchirurgie beschrieben. (Dtsch Zahnärztl Z 2010, 65: 304–318)

Schlüsselwörter: Weichgewebemanagement, Wundlappenbildung, freie Transplantate, gestielte Transplantate, Freilegungstechniken, Rezessionsdeckung, Implantate

For a long time, innovations in augmentation procedures primarily focused on hard tissue. However, it became obvious that the soft tissue often is a significantly limiting factor. Reconstruction of deficient alveolar crests using bone augmentation can be achieved using different techniques. However, in extensive ridge augmentations the predictable and long term primary wound closure is the decisive factor for surgical success, and it is complicated. Design and tension free mobilisation of the covering wound flap and precise micro-surgical adaptation of the wound margins as well as optimal preservation of the blood supply are critical for a predictable outcome. Extensive incisions and flap designs can result in surgical trauma and destruction of the gingival and mucosal anatomy.

By using free or pedicle soft tissue grafts as a minimal invasive alternative for tissue coverage, many disadvantages can be avoided. These techniques are preferable because they allow for the preservation of anatomic structures and safely covered hard tissue healing.

Second stage implant surgery offers more options generating thick and circular keratinized mucosa at the emergence profile of the implant neck, abutment and prosthetic reconstruction. Nevertheless the primary objective should be the creation of sufficient periimplant thickness and keratinisation before abutment connection. After abutment connection the options of correcting soft tissue deficiencies are limited and the demands of surgical skills are very high. As a treatment option for coverage of exposed implant surfaces the author presents a minimally invasive tunnel technique related to periodontal plastic surgery.

Keywords: soft tissue management, flap management, free soft tissue grafts, pedicle soft tissue grafts, abutment connection, recession, surgical coverage implants

¹ Bahnhofstrasse 20, 87700 Memmingen

² Abteilung für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Georg-August-Universität Göttingen

Peer-reviewed article: eingereicht: 27.04.2010, akzeptiert: 03.05.2010

DOI 10.3238/dzz.2010.0304

1. Einleitung

Nachdem zu Beginn der 60er Jahre mit der Osseointegration von enossalen Implantaten [12] ein bedeutender Schritt zur funktionellen Rehabilitation von Patienten mit stark atrophierter Unterkiefer erreicht wurde, konnte Ende der 80er Jahre mit der gesteuerten Knochenaugmentation (GBR) ein entscheidender Beitrag zum breiten Einsatz von Implantaten geleistet werden [21]. Durch die enorme Erweiterung der Indikationsbreite entwickelte sich die Implantologie zu einem bedeutenden Querschnittsfach der Zahnmedizin. Mit neuen Konzepten wurden im ästhetisch relevanten Bereich hohe Ansprüche an implantatgestützte Rehabilitationen gestellt [26]. Implantate wurden nicht mehr im residualen ortständigen Knochen eingesetzt, sondern entsprechend der prothetisch korrekten Position inseriert. Zeigte der prospektive Implantatsitus insuffiziente Alveolarkammgewebe, so wurde entsprechend Hartgewebe augmentiert. Der zunehmende ästhetische Aspekt stellte nicht nur hohe Anforderungen an die Zahntechnik („Weiße Ästhetik“), sondern richtete den Fokus mehr und mehr auf die periimplantären Weichgewebe („Rosa Ästhetik“). Um ästhetisch perfekte Ergebnisse zu erzielen, stellte das Vorhandensein einer girlandenförmigen Gingiva und Mukosa eine „conditio sine qua non“ dar.

Neben der gesteuerten Knochenregeneration wurden vielfältige Methoden zur Hartgewebeaugmentation entwickelt und eingesetzt [17]. Als limitierender Faktor erwies sich mehr und mehr die Weichgewebechirurgie zur erfolgreichen dauerhaften Deckung der teils umfangreichen Knochenaufbauten. Dehiszenzen der Wundlappen mit nachfolgenden Infektionen stellten ein erhebliches Komplikationsrisiko dar [24] und führten zu partiellen bis totalen Verlusten der Augmentate [58]. Die gestiegenen Ansprüche an die Wundlappenchirurgie erklären den Fokus und die hohe Bedeutung am periimplantären Management. Vor allem im Einsatz von minimal invasiven Techniken [67, 78] sah man eine hohe Vorhersehbarkeit von therapeutischen Resultaten sowie Verbesserung des Patientenkomforts. Dies führte zu einer breiten Anwendung in der Weichgewebechirurgie, so dass heute atraumatische Konzepte erfolg-



Abbildung 1 Mikrochirurgie-Set, Fa. KLS Martin.

Figure 1 Micro surgical set, KLS Martin, Tuttlingen, Germany.

reich in der endodontischen, implantologischen und regenerativen, parodontalen Chirurgie Anwendung finden [19, 23, 41].

2. Grundprinzipien des chirurgischen Weichgewebemanagements

An die Implantattherapie, allen voran im ästhetisch relevanten Bereich, werden heute hohe Anforderungen gesetzt. Die Osseointegration vorausgesetzt wird als entscheidendes Erfolgskriterium ein natürliches Erscheinungsbild der implantatprothetischen Rehabilitation gefordert. Keramische Materialien für Kronen und Abutments ermöglichen eine perfekte Imitation von Zahnhartsubstanzen. Jedoch erst mit dem Erhalt beziehungsweise der Rekonstruktion periimplantärer und gingivaler Weichgewebestrukturen ist ein ästhetisch befriedigendes Ergebnis zu erreichen. Die Zielsetzung in der Weichgewebechirurgie muss deshalb sein, einen harmonischen Verlaufes des „Margo gingivalis“, die Existenz von entsprechend geformten Interdentalpapillen sowie eine einheitliche Farbe und Textur der umgebenden Gewebe zu sichern. Gerade um Implantate sollte ausreichend Volumen aufgebaut werden, um die Juga alveolaria simulieren und die periimplantäre Mukosa langfristig stabilisieren zu können. Auch wenn die Existenz und ausreichende Breite von befestigter Schleimhaut um Zähne sowie Implantate sehr kontrovers diskutiert wird [73–75, 77],



Abbildung 2 Darstellung der Blutgefäßversorgung mit Kunststoffperfusion im vestibulären Ober- und Unterkiefer des Primaten [23].

Figure 2 Preparation of blood vessel supply with acrylic perfusion in the vestibular part of upper and lower jaw of primates [23].

ist eine stabile Gewebebarriere für den Langzeiterhalt als günstig anzusehen [15]. Für die Qualität der Schleimhaut ist weiter die Vermeidung von Narbengewebe von wichtiger Bedeutung, um langfristige Beeinträchtigungen zu vermeiden.

Wundlappeninzisionen

Die Wundheilung von Weichgewebelappen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Die chirurgischen Maßnahmen sollten primär unter dem Gesichtspunkt der Atraumatik vorgenommen werden. Dies beginnt mit der Auswahl entsprechender mikrochirurgischer Instrumente (Abb. 1), die ein präzises Arbeiten möglich machen.

Trotzdem besteht bei jedem Eingriff das Problem der Durchtrennung und damit der Schädigung des Weichgewebes. Um ausreichend Übersicht zu ermöglichen, sollte ein entsprechend großer Wundlappen gebildet werden, um anatomisch gefährdete Strukturen sichten und schonen zu können, die Blutversorgung zu gewährleisten und eine spannungsfreie Lappenexpansion zur vollständigen Deckung des chirurgischen Feldes zu erreichen [42].

Die Sicherung der Blutversorgung wird für die Wundheilung als entscheidender Faktor angesehen [7, 9]. Einer exakten Planung der Schnittführung unter Berücksichtigung der Anatomie der arteriellen Versorgung von Gingiva und Mukosa ist deshalb unerlässlich und sollte bereits an Implantatpla-

Lappentechnik	Indikation	Vorteile	Nachteile
Mukoperiost-Lappen	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation mit offener oder geschlossener Einheilung • Kleine Augmentationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Techniksensitivität • Gute Blutversorgung des Wundlappens 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Lappenmobilisation • Ungünstige Blutversorgung des Knochens • Deperiostierung fördert Knochenresorption • Ungünstige monolaminäre Versorgung von Weichgewebetransplantaten
Mukosa-Lappen (Spalt-Lappen)	<ul style="list-style-type: none"> • Implantationen mit offener und geschlossener Einheilung • Weichgewebeaugmentation • Freilegungsoperationen • Osteoplastische Knochenaugmentationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Lappenmobilisation • Erhalt der Blutversorgung des Knochens • Vermeidung von Knochenresorptionen • Bilaminäre Blutversorgung von Weichgewebetransplantaten 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Techniksensitivität • Gefahr der Lappenperforation • Schwierigere Darstellung anatomisch gefährdeter Strukturen z. B. N. mentalis
Kombinierter Mukoperiost/Mukosa-Lappen	<ul style="list-style-type: none"> • Implantationen mit Hart- und ggf. Weichgewebeaugmentationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Lappenmobilisation • Sichere primäre Wundheilung • Partiiell Erhalt der Blutversorgung des Knochens • Partiiell Vermeidung von Knochenresorptionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Techniksensitivität • Gefahr der Lappenperforation • Schwierigere Darstellung anatomisch gefährdeter Strukturen z. B. N. mentalis
Doppelspalt-Lappen	<ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiche Implantationen mit Hart- und ggf. Weichgewebeaugmentationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hervorragende vertikale Lappenmobilisation • Mehrschichtiger Verschluss des Augmentates • Sichere primäre Wundheilung • Partiiell Erhalt der Blutversorgung des Knochens • Partiiell Vermeidung von Knochenresorptionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe Techniksensitivität • Gefahr der Lappenperforation • Hohes OP-Trauma • Eingeschränkte Blutversorgung des Wundlappens • Schwierigere Darstellung anatomisch gefährdeter Strukturen z. B. N. mentalis

Tabelle 1 Übersicht bedeutender Lappentechniken.

Table 1 Classification of relevant flap techniques.

nungsmodellen durchgeführt werden. Grundsätzlich sollte die Inzision parallel zu den Gefäßen, beziehungsweise an der Grenze zwischen zwei Versorgungssegmenten verlaufen. Im Mund werden 6 Versorgungsgebiete als Segmente unterteilt [54, 76]. Die primäre Versorgung der Maxilla wird von der posterioren und anterioren A. alveolaris und den Aa. palatinae sichergestellt. Die Versorgung der Mandibula erfolgt durch die A. alveolaris inferior, die A. buccalis, die A. sublingualis und die A. mentalis. Zwischen den Hauptarterien existieren ausgeprägte Anastomosen, so dass bei Durchtrennung keine blutfreien Zonen befürchtet werden müssen.

Äste dieser Arterien versorgen die Gingiva von drei Seiten: Die A. dentalis durch das parodontale Ligament, die A. interseptalis durch den Alveolarknochen und durch einen supraperiostalen Ast in der oralen Mukosa. Die A. dentalis versorgt die Pulpa und das parodontale Ligament und bildet einen dentalen Gefäßkorb, der in einem dichten

gingivalen Gefäßplexus endet. Dieser besteht aus einem zirkulären, crevikulären Gefäßplexus mit gingivalen Loops an der Grenze zum Saumepithel, der nur von der A. dentalis und der interseptalen Arterie versorgt wird [46]. Es ist eine deutliche Abgrenzung zum Gebiet, das von den supraperiostalen Gefäßen der vestibulären Gingiva versorgt wird, erkennbar. Diese Region eignet sich ideal für eine Schnittführung am Margo gingivalis, die mit einer schrägen intrasulkulären Inzision zum Limbus alveolaris geführt wird. Wenn möglich, sollten vertikale Inzisionen vermieden werden, da der supraperiostale Ast in der Gingiva (Abb. 2) schräg von distoapikal nach mesioingival verläuft [48]. Diese intrasulkuläre Inzision kann nach horizontal erweitert werden, um ausreichend Übersicht zu erzielen.

Im Bereich der Papille wird die Lappeninzision an der Basis vertikal zum Knochen weitergeführt (Abb. 3), wodurch im Gegensatz zur intrasulkulären

Papillenzision ein vertikaler Höhenverlust der Papille vermieden werden kann [71]. Dies erklärt sich aus der Tatsache, dass die Blutversorgung der Papille von der interseptalen Arterie erfolgt. Ist eine vertikale Entlastungsinzision nicht vermeidbar, sollte diese im anterioren Bereich durchgeführt werden (Abb. 3), da die Hauptgefäße im Vestibulum von posterior nach anterior verlaufen (Abb. 2). Trapezförmige Lappeninzisionen sind demnach als ungünstig zu betrachten und sollten vermieden werden [42]. Im Bereich von zahnlosen Kieferkämme trennt midkrestal eine etwa 1–2 mm breite avaskuläre Zone ohne Anastomosen die Versorgungsgebiete in bukkal und lingual/palatinal [20]. Diese als „Linea alba“ bezeichnete Region eignet sich als ideale Region für horizontale Inzisionen. Als Basislappendesign hat sich folglich die midkrestale Inzision im zahnlosen Kieferbereich mit intrasulkulärer Fortführung an den jeweils angrenzenden 1 bis 2 Nachbarzähnen bewährt (Abb. 4 und 5).

Nahttechniken	Knüpftechnik	Fadenstärke	Nadeln
Fixationsnähte	Tiefe überkreuzte Matratzennaht	5-0 (1,5 metric) PTFE Polytetrafluorethylen (z. B. Cytoplast)	DS 13 DS 16
	Einzelknopfnah	5-0 (1,5 metric) ePTFE expand. Polytetrafluorethylen (z. B. Gore-tex)	DS 13 DS 17
	Vertikal geschlungene Matratzennaht		
Adaptionsnähte	Einzelknopfnah	6-0 (1,0 metric) PVLV Polyvinylidendifluorid (z. B. Seralene)	DS 12 DS 15
		7-0 (0,7 metric) PVLV Polyvinylidendifluorid (z. B. Seralene)	DS 9 DS 12
	Fortlaufend geschlungene Matratzennaht	6-0 (1,0 metric) Polypropylen (z. B. Premilene, Serapren)	DS 12 DS 15
		7-0 (0,7 metric) Polypropylen (z. B. Premilene, Serapren)	DS 9 DS 12
Vertikale Matratzennaht			

Tabelle 2 Übersicht Nahttechniken.

Table 2 Overview of suture techniques.

Wundlappenpräparation und -handling (Tabelle 1)

In der Implantologie ist aufgrund knöcherner Alveolarkammdefizite häufig eine Defektdeckung mit koronaler Verschiebung über Knochenaugmentaten erforderlich. Der klassische koronale Verschiebelappen [57] wurde als **Muko-periostlappen** mit nachfolgender Periostschlitzung durchgeführt. Das ist eine schnelle, einfache und sichere Technik. Die Gefäßversorgung des Lappens bleibt im Wesentlichen erhalten und daraus resultiert eine gute Wundheilung. Nachteilig stellt sich heraus, dass eine koronale Verschiebung aus Gründen der Lappenmobilität nur begrenzt durchgeführt werden kann. Zudem wird die mukogingivale Linie nach lingual/palatal verschoben, was ästhetische Nachteile und auch funktionelle Nachteile durch Abflachung des Vestibulums in sich birgt.

Für eine schonende Lappenbildung hat sich in der plastischen Parodontalchirurgie die scharfe, supraperiostale Präparation mit Skalpell (Klinge 15C), bei sehr graziler Schleimhaut mit Mikroklingen (Beavertail Nr. 69) bewährt [5]. Diese Wundlappenpräparation (**Mukosalappen**/„split flap“) ermöglicht auch bei dünnen, fragilen Weichgeweben eine atraumatische und präzise Lappen-

bildung, ohne dass ein Zerreißen oder Quetschen befürchtet werden muss. Durch die supraperiostale Präparation wird der Alveolarknochen nicht entblößt und eine Resorption von Alveolarknochen vermieden [56]. Ein entscheidender Vorteil ist die hervorragende Lappenexpansion, wodurch ein spannungsfreier, sicherer Wundverschluss ermöglicht wird. Zudem werden eingelagerte Weichgewebetransplantate bilaminär mit Blut versorgt und deren Einheilung vorhersehbar [6]. Als nachteilig erweist sich jedoch die hohe Techniksensitivität.

Eine Mukosalappenpräparation ist demnach indiziert, wenn Knochenoberfläche aufgrund der Nutrition von Periost bedeckt bleiben soll. Dies ist bei osteoplastischen Augmentationsmethoden wie z. B. Bone Spreading oder Bone Splitting, bei Freilegungsoperationen und bei Weichgewebeaugmentationen sinnvoll. Für Knochenaugmentationen mit Anlagerungsplastiken (GBR, Knochenblockaugmentationen etc.) eignet sich eine **Kombination** aus **Muko-periostlappen** (zentrale Region der Anlagerung) und **Mukosalappen** (apikale und laterale Region der Lappenmobilisation). Der größte Anteil von horizontalen und vertikalen Kammaugmentationen lässt sich mit diesem Verfahren spannungsfrei und sicher verschließen (Abb. 3-5). Nur in sehr seltenen Fällen

ist eine plastische Deckung mit dem **Doppelspaltlappen** [33] erforderlich, der aber ausreichend dicke Mukosa voraussetzt und hohe operative Fertigkeiten erfordert.

Die Lagerung und das Abhalten des Wundlappens sind von großer Bedeutung für die störungsfreie Wundheilung. Hier empfiehlt es sich, die mobilisierten Weichgewebelappen im Bereich der Wangen- und nahe der Lippenschleimhaut mit Haltenähten zu fixieren und passiv mit Retraktionshaltern (z. B. Branemark-Haken) vom OP-Gebiet entfernt zu halten. Somit lässt sich auch bei umfangreichen Wundregionen eine hervorragende Übersicht erzielen und ein Quetschen des Wundlappens vermeiden. Weiter sollte beachtet werden, dass die Wunde durch exzessives Absaugen von Flüssigkeiten nicht ausgetrocknet wird und mit physiologischer Kochsalzlösung getränkten Gazetupfern regelmäßig befeuchtet wird.

Wundlappenverschluss

Für die störungsfreie Wundheilung ist eine exakte Wundrandadaption von entscheidender Bedeutung. Die präzisen Inzisionsränder müssen dabei absolut spannungsfrei Stoß an Stoß angenähert werden und frei von Zug und Bewegung gehalten werden [55]. Sollte eine Adaption der Wundränder nur unter Spannung möglich sein, muss eine weitere Lappenmobilisation im Mukosabereich als Spaltlappen durchgeführt werden, um die Hauptursache von Wunddehizensz und ggf. nachfolgender Infektion zu verhindern [58, 63]. Die zu diesem Zeitpunkt durchgeführte Spaltlappen-erweiterung provoziert meist starke Geweblutungen und erschwert den Wundverschluss. Aus diesem Grunde sollte am Beginn des Eingriffes größte Sorgfalt auf eine ausreichende Wundlappenmobilisation gelegt werden. Neben der spannungsfreien Lappenadaption ist eine präzise Nahttechnik (Tab. 2) für eine schnelle Revaskularisation der Schleimhaut von hoher Wichtigkeit [13]. Beides kann durch den Einsatz mikrochirurgischer Techniken mit Unterstützung von Vergrößerungshilfen sowie monofilen Nahtmaterialien von 5-0, 6-0 und 7-0 Fadendurchmesser erzielt werden [14]. Zudem wird ein Wundtrauma effektiv bei Verwendung von 6-0 und 7-0 Nadel-Faden-Kom-

Transplantate	Indikation	Vorteile	Nachteile
Freies Schleimhauttransplantat (FST)	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende befestigte Schleimhaut • Bewegliche Bänder- und Muskelzüge • Rezessionsanfällige periimplantäre Mukosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Sichere Wundheilung • Geringe Schwellung • Geringe Wundschmerzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ungünstige Farbanpassung • Umfangreicher palatinaler Defekt • Opt. Wundschmerzen • Opt. Parästhesien
Freies Bindegewebetranplantat (BGT)	<ul style="list-style-type: none"> • Schleimhautverdickung • Kleine Augmentationen • Rezessionsdeckungfreiliegender Titanoberflächen • Alveolenverschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Farbanpassung • Hohe Erfolgssicherheit • Geringe Schwellung • Geringe Wundschmerzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr Nachblutung • Opt. Wundschmerzen • Opt. Parästhesien
Kombiniertes Bindegewebe/Onlaytransplantat	<ul style="list-style-type: none"> • Schleimhautverdickung • Plastische Deckung/Verschluss bei Sofortimplantation • Plastische Deckung/Verschluss bei Ridge Preservation • Papillenrekonstruktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt anatomischer Strukturen • Sehr gute Farbanpassung • Hohe Erfolgssicherheit • Geringe Schwellung • Geringe Wundschmerzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr Nachblutung • Opt. Wundschmerzen • Opt. Parästhesien
Einlagertransplantat (Inlaygraft, Onlaygraft)	<ul style="list-style-type: none"> • Weichgewebeaufbau Alveolarkamm • Weichgewebekammerhalt zur Ridge Preservation • Plastische Deckung/Verschluss bei Ridge Preservation • Papillenrekonstruktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Farbanpassung • Hohe Erfolgssicherheit • Geringe Schwellung • Geringe Wundschmerzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr Nachblutung • Opt. Wundschmerzen • Opt. Parästhesien
Gestielter palatinaler Bindegewebeblappen	<ul style="list-style-type: none"> • Schleimhautverdickung • Zweischichtiger Verschluss von umfangreichen Knochenaugmentationen • Plastische Deckung/Verschluss bei Sofortimplantation • Plastische Deckung/Verschluss bei Ridge Preservation • Papillenrekonstruktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt anatomischer Strukturen • Sehr gute Farbanpassung • Hohe Erfolgssicherheit • Umfangreiche Weichgewebeaugmentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe Techniksensitivität • Lange Ausheilphase • Opt. Wundschmerzen • Opt. Parästhesien

Tabelle 3 Übersicht Weichgewebetranplantate.

Table 3 Overview of soft tissue grafting techniques.

(Tab. 1–3 und Abb. 1–30: G. Iglhaut)

binationen verhindert, da diese dünnen Fäden bei entsprechender Krafteinwirkung reißen. Besonders eignen sich nichtresorbierbare Fäden aus PVDF (Polyvinylidendifluorid, z. B. Seralene), die sich weiter durch hohe Gewebeerträglichkeit auszeichnen. Diese Nahtmaterialien dienen der perfekten Wundrandadaptation und werden folglich **Adaptionsnähte** genannt (Abb. 4 u. 5). Zur Positionierung und Fixation des Wundlappens haben sich Nahtmaterialien der Stärke 5–0 aus PTFE (Polytetrafluorethylen z. B. Cytoplast) bewährt, die sich aufgrund der glatten Oberfläche und hohen Reißfestigkeit als sehr vorteilhaft erwiesen haben. Im Gegensatz zu ePTFE-Nahtmaterialien, die häufig für die Wundheilung ungünstige Plaquadhäsion beobachten lassen, ähneln PTFE-Nähte in ihren Eigenschaften den glatten monofilen Materialien. Diese meist als tiefe, überkreuzte horizontale Matratzennähte eingesetzten Nähte nähern die Wundränder an und halten sicher die Wundlappen zusammen, wodurch eine Störung der Heilung durch Zug

oder Bewegung verhindert wird. Diese werden als **Fixationsnähte** bezeichnet (Abb. 4 u. 5). Aus diesem Grunde benötigt man für die Augmentationschirurgie zwei unterschiedliche Nahtmaterialien.

Die Revaskularisation kann zudem unter Einsatz von autologem, Thrombozyten-reichem Blutplasma positiv beeinflusst werden. In einer Split Mouth-Studie zeigte sich ein stark stimulierender Effekt auf die kapilläre Regeneration (> 30 %) und damit signifikant beschleunigte Wundheilung innerhalb der ersten zehn Tage [47]. Ziel aller dieser Maßnahmen ist eine sichere geschlossene Wundheilung unter Vermeidung von Schwellung und Schmerzen für den Patienten. Eine Nahtentfernung sollte je nach Ausmaß des Eingriffes innerhalb von 7 bis 14 Tagen vorgenommen werden (Abb. 6 u. 7).

Freie Transplantate

Koronale Verschiebelappen werden standardmäßig in der Implantologie zur Defektdeckung nach Augmentation einge-

setzt. Dazu bedarf es meist umfangreicher Inzisionen und Lappenbildungen, die häufig zu einem erheblichen chirurgischen Trauma führen und zudem die anatomischen Weichgewebestrukturen zerstören. Dies führt meist zu einer Abflachung des Vestibulums und Verschiebung der mukogingivalen Grenze nach lingual/palatinal. Zur Vermeidung dieser Nachteile bieten sich freie oder gestielte Weichgewebetranplantate als Alternative in der chirurgischen Defektdeckung an (Tab. 3). Der Vorteil liegt im Erhalt der anatomischen Strukturen und gleichzeitiger gedeckter Hartgewebeheilung. Das Infektionsrisiko wird somit minimiert und die Weichgewebemenge vermehrt. Diese Strukturen können in Freilegungsoperationen nach bukkal verlagert werden und auf diesem Wege Gewebedefizite ausgeglichen werden. Der Nachteil freier Transplantate ist der Verlust der gestielten Blutversorgung und die damit verbundene ungünstigere Wundheilung. Aus diesem Grunde ist es von großer Bedeutung, die Heilungsvorgänge von freien Transplantaten genauer zu betrachten.



Abbildung 3 Umfangreiche Augmentation mit Schalenteknik in regio 13-14.

Figure 3 Extensive bone augmentation with shell technique in regio 13-14.

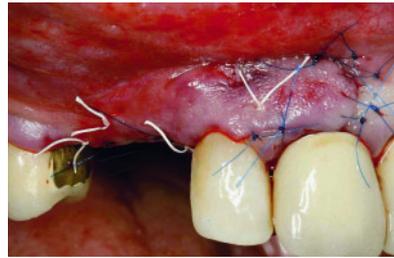


Abbildung 4 Mikrochirurgischer Nahtverschluss vestibulär in regio 11-14.

Figure 4 Micro surgical suture closure; buccal view of region 11-14.

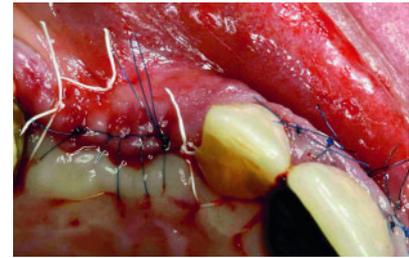


Abbildung 5 Mikrochirurgischer Nahtverschluss palatinal in regio 11-14.

Figure 5 Micro surgical suture closure; occlusal view of region 11-14.

Freies Schleimhauttransplantat (FST)

Freie Schleimhauttransplantate wurden initial in der mukogingivalen Chirurgie zur Verbreiterung der keratinisierten Gingiva und zur Entfernung von störenden Bändern eingesetzt (Abb. 8). Die Indikation zum Aufbau befestigter Schleimhaut wurde jedoch in Frage gestellt, da ihre notwendige Existenz sehr kontrovers diskutiert wird. Aus klinischen und tierexperimentellen Studien [74] wurde geschlossen, dass am Zahn keratinisierte Gingiva für die Aufrechterhaltung der parodontalen Gesundheit nicht unbedingt erforderlich ist. In weiteren Untersuchungen [75] wurde dies für die periimplantäre Mukosa ebenfalls festgestellt. Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, dass Implantate mit einer dünnen Zone (< 2 mm) keratinisierter Mukosa signifikant höhere klinische und immunologische Entzündungszeichen und radiographische Knochenverluste zeigten [11, 79]. Dünne Mukosa (< 2 mm) neigt aufgrund der geringeren mechanischen Stabilität stärker zur Rezession und trotz Plaquekontrolle in der Erhaltungstherapie zu höherer Entzündungsanfälligkeit [2, 59]. Rezidivierende Entzündungen sind folglich eine absolute Indikation zur Weichgewebekorrektur.

Techniken zum Einsatz freier Schleimhauttransplantate wurden erstmals Mitte der 60er Jahre beschrieben [31, 52]. Primär erfolgt die Präparation des Empfängerbettes durch scharfe Dissektion der Mukosa vom Periost. Der abgelöste Mukosalappen wird nach apikal verlagert und mit resorbierbaren Nähten fixiert. Mit Hilfe der Parodontalsonde kann der zu deckende Defekt vermessen und die Dimension des Transplanta-

tes bestimmt werden. Als bevorzugte Spenderregion wird der harte Gaumen distal der lateralen Schneidezähne und mesial der 1. Molaren genutzt (Abb. 12). Klinische Untersuchungen [66] ergaben, dass ausreichend dicke Mukosa zur Gewinnung von Schleimhauttransplantaten weiter in der Region neben dem Tuberkel gefunden werden kann. Primär wird mit dem Skalpell das Ausmaß des Transplantates inzidiert und mittels parallel zur Oberfläche in 1,5–2 mm Tiefe geführten 15C-Klinge das Transplantat präpariert. Das Transplantat wird sofort anschließend auf das Empfängerbett adaptiert und am koronalen Wundrand angenäht (Abb. 9). Der apikale Wundrand wird ggf. am Periost mit resorbierbaren Nähten fixiert, um eine Bewegung des Transplantates zu verhindern. Abschließend wird das Transplantat mit befeuchteter Gaze 5–10 Minuten auf die Wundunterlage komprimiert. Die Gaumenwunde sollte postoperativ mit einer Wundverbandsplatte für 10–14 Tage abgedeckt werden. Die Nähte werden nach einer Woche entfernt.

Subepitheliales Bindegewebe- transplantat (BGT)

Bindegewebe-
transplantate kommen primär zu implantologischen Versorgungen innerhalb der ästhetisch relevanten Region zum Einsatz. Klinische und radiographische Untersuchungen dokumentieren knöcherne Rezessionen von 1,5–2 mm im Bereich von Implantathälsen [3, 18], die als physiologisches Bone Remodelling im Zuge der Freilegungsoperation bzw. bei offener Heilung bereits in der Phase der Osseointegration abläuft und von der dreidimensionalen Implantatposition abhängig ist

[32, 70]. Dies führt nachfolgend zu periimplantären Weichgeweberezessionen [16, 29] mit teilweise erheblichen ästhetischen Kompromittierungen [10]. Dünner Phänotyp der Gingiva scheint mit höherem Risiko auf Rezession bei Implantattherapie behaftet zu sein [38]. Aus diesem Grunde wird bei Vorliegen eines dünnen Morphotyps A [51] eine Verdickung der periimplantären Schleimhaut mit Bindegewebe-
transplantat vorgeschlagen, was als Biotypkonvertierung bezeichnet wird [39]. Dieses Procedere scheint grazile Gingiva in den widerstandsfähigeren Morphotyp B transformieren und geringe knöcherne Rezessionen am Implantat ausgleichen zu können. Dies erhöht die Stabilität des periimplantären Weichgewebes. Aus diesem Grunde sollten diese Transplantate heute im Oberkieferfrontzahnbereich routinemäßig eingesetzt werden.

Die Technik der Transplantatentnahme wurde erstmals von Langer [45] beschrieben. Die ursprünglich als „Falltür“-Inzision beschriebene Technik wird gegenwärtig in einer atraumatischen Modifikation als Einzelinzision durchgeführt [34, 49]. Im Abstand von 3 mm zum palatinalen Gingivarand wird distal des lateralen Schneidezahnes und mesial vom 1. Molar parallel zur Zahnreihe eine ca. 1,5 mm tiefe Inzision durchgeführt. Nachfolgend wird parallel zur Gaumenoberfläche eine ca. 1 mm dicke Deckschicht präpariert. Eine zweite Inzision in 1 mm Entfernung apikal zur ersten Inzision supraparietal dient der unterstützenden Repositionierung des Decklappens und der Gewinnung eines Brückenlappens. Mit vertikalen Inzisionen an beiden Bindegewebeenden und einer horizontalen Inzision im api-



Abbildung 6 Wundheilung nach 2 Wochen vestibulär in regio 11–14.

Figure 6 Wound healing after 2 weeks; buccal view of region 11–14.



Abbildung 7 Wundheilung nach 2 Wochen palatinal in regio 11–14.

Figure 7 Wound healing after 2 weeks; occlusal view of region 11–14.



Abbildung 8 Bewegliche periimplantäre Mukosa in regio 44–45.

Figure 8 Deficient periimplant mucosa in the region 44–45.



Abbildung 9 Zustand nach Fixation eines freien Schleihauttransplantates.

Figure 9 Situation after fixation of a free gingival graft in the region 44–45.

kalen Teil des Tunnels wird das Transplantat herausgelöst, kurzfristig in das Empfängergebiet eingebracht und mit Nähten fixiert (Abb. 11). Abschließend wird der Wundlappen für 5–10 Minuten auf die Unterlage komprimiert. Die Wunde am Gaumen wird vom Autor nicht vernäht, besser bewährt hat sich nach eigenen Erfahrungen die spannungsfreie Reposition des dünnen Decklappens passiv mit einer Wundverbandsplatte (Abb. 12). Nahtverschluss führt durch Zugbelastung des ausgedünnten Lappens eher zu nekrotischen Wundnekrosen. Der Patient wird angehalten, ähnlich anderen Transplantatentnahmen am Gaumen, die Verbandsplatte für 10 bis 14 Tage zu tragen.

Jedoch wird der hohe Anteil von Fettgewebe bei Transplantaten aus der Prämolarenregion als nachteilig angesehen, da diese Transplantate zu erheblichen Resorptionen und damit Volumenverlusten neigen (Abb. 13). Dies kann mit der Transplantatgewinnung aus der Palatinalregion der 2. und 3. Molaren sowie der Tuberregion vermieden

werden. Die Konsistenz dieser Transplantate ist größtenteils fibrös, wodurch das Einbringen und die Nahtfixation der Transplantate erleichtert werden (Abb. 14). Vorteilhaft erweist sich weiterhin die opak-weißliche Farbe zum Abdecken von dunklen Titan- und Wurzeloberflächen. Nachteilig wirken sich die deutlich limitierte Entnahmemenge und der schwierigere Zugang aus.

Einlagerungstransplantat (Inlaygraft/Sandwichgraft)

Einlagertransplantate wurden primär zum präprothetischen Weichgewebeaufbau des zahnlosen Kieferkammes entwickelt [25, 44, 61]. Diese keilförmigen Transplantate sind dicker als die Bindegewebstransplantate und verfügen über einen Epithelstreifen. Die Entnahme erfolgt ebenfalls vom Gaumen aus der Prämolarenregion, alternativ von der Region distal des 2. und 3. Molaren. In der Molarenregion verfügen die Transplantate über eine mehr fibröse Konsistenz. Der Vorteil dieser Trans-

plantate liegt in der deutlich niedrigeren Resorptionsrate von 20–40 % verglichen zu denen der Prämolarenregion.

Primär wird eine palatinal versetzte, horizontale Inzision am defizitären Kieferkamm durchgeführt, gefolgt von einer supraperiostalen Dissektion in apikaler Richtung unter Ausbildung einer subepithelialen Tasche. Das Inlaytransplantat wird mit einer horizontalen Matratzennaht an der Bindegewebsseite in die Tasche eingebracht und fixiert (Abb. 15). Das Transplantat wird nicht völlig bedeckt, der Epithelstreifen wird in Richtung Mundhöhle plaziert. Die bilaminäre Blutversorgung über das Wundbett (bedeckender Mukosalappen und Periost) begünstigt die Wundheilung und damit die Überlebensrate der Sandwichtransplantate. Mit Hilfe dieser Transplantate können Weichgewebekonturen defizitärer Alveolen nach Extraktionen erhalten und günstige Weichteilverhältnisse vor Hartgewebsaugmentationen gesichert werden.

Auflagerungstransplantat (Onlaygraft)

Diese Weichgewebetransplantate wurden zur vertikalen Weichgewebeaugmentation des zahnlosen Kieferkammes entwickelt [25, 50, 60]. Onlaygrafts sind freie Transplantate, die am Gaumen gewonnen und aus dem Empfängerbett und Wundrändern ernährt werden. Der Gewinn an vertikalem Weichgewebe hängt von der initialen Dicke des Transplantates, der Wundheilung und des überlebenden Transplantatanteils ab.

In der Implantologie erfolgt deren Einsatz zur Wundabdeckung nach Zahnextraktion und simultaner Augmentation (Ridge Preservation), wodurch ein Verschieben der mukogingivalen Grenze vermieden werden kann [43]. Onlaygrafts benötigen ähnlich Inlaygrafts große Mengen an Donorgewebe. Hierfür eignen sich die Prämolarenregion oder die Region der 2. und 3. Molaren. Primär werden diese entsprechend der Alveolenform supraperiostal mit scharfer Dissektion gewonnen und dicht mit dem entepithelisierten Gingivarand der zu deckenden Alveole vernäht. Die Ernährung erfolgt initial durch Diffusion. Aus diesem Grunde ist ein intensiver Kontakt zur Wundfläche dringend erforderlich. Die Erfolgsrate wird in der Literatur sehr limitiert be-



Abbildung 10 Zustand nach 2 Wochen post Op.

Figure 10 Situation post op 2 weeks in the region 44-45.



Abbildung 11 Freies Bindegewebe-Transplantat fixiert in regio 14.

Figure 11 Free connective tissue graft inserted in the region 14.



Abbildung 12 Zustand 2 Wochen post Op nach Bindegewebeentnahme in regio 23-35.

Figure 12 Occlusal situation post op 2 weeks after harvesting of a connective tissue graft.



Abbildung 13 Freies Bindegewebe-Transplantat aus Prämolarenregion.

Figure 13 Free connective tissue graft from the palatal premolar region.

geschrieben [43]. Es wird von partiellen und totalen Nekrosen berichtet (bis 40 %). Mit der Entwicklung einer einfachen Entnahmetechnik mittels Gewebestanze scheinen ausreichend große Transplantate zur Deckung von Alveolen erfolgreich eingesetzt werden zu können [37]. Transplantatverluste wurden kaum beobachtet.

Kombiniertes Onlay-Bindegewebe-Transplantat

Die geringe Kontaktfläche von Auflage-Transplantaten scheint die Ursache für eine hohe Verlustrate zu sein. Subepitheliale Bindegewebe-Transplantate hingegen besitzen deutlich größere Kontaktflächen mit bilaminärer Blutversorgung und folglich eine sehr hohe Überlebensrate. Zur Verbesserung der Revaskularisation entwickelten Seibert et al. [62] eine Kombination aus Bindegewebe-Transplantat und Onlay-Transplantat zum präprothetischen Weichgewebsaufbau von zahnlosen Kieferbereichen.

Eine Modifikation dieser Transplantate wurde zur Deckung von Alveolen nach Zahnextraktion und Augmentation sowie nach Sofortimplantation mit ggf. Auffüllen des Spaltes zwischen bukkaler Wand und Implantat („Jumping distance“) ohne Oberflächeninzisionen in der ästhetischen Region eingesetzt [36, 65]. Diese minimal invasive Technik verfügt über eine hohe Erfolgsquote und hält für den Patienten die Belastung gering. Im Zeitraum von 2002–2006 untersuchten Iglhaut und Stimmelmayer am eigenen Patientengut den primären Wundverschluss bei 49 Sofortimplantationen und 46 minimal invasiven Alveolenaugmentationen (Ridge Preservation). Nur in zwei Fällen kam es durch Transplantatnekrose zum Verlust und zur offenen bzw. sekundären Einheilung, die Erfolgsrate lag damit bei 97,9 %. Die Vorteile dieser Methode sind vielfältig. Der Bindegewebeanteil verbessert die Revaskularisation des Onlaybereiches und beschleunigt die Heilung. Zudem erfolgt eine vertikale und hori-

zontale Weichgewebeaugmentation unter Vermeidung einer ungünstigen Abflachung des Vestibulums. Weiter ist der Wundbereich an der Entnahmestelle zu einem großen Teil von einem Deckklappen geschützt und damit der Patientenkomfort verbessert.

Nach Zahnextraktion wird bukkal unter Belassen des Periostes ein Tunnel supraperiostal mit einer 15C-Klinge präpariert. Die bevorzugte Entnahmestelle des Transplantates ist der Tuber oder die Prämolarenregion. Die Entnahme beginnt mit der Exzision des Onlayanteils und supraperiostalen Dissektion scharf mit Skalpell entsprechend der Alveolenöffnung. An den epithelisierten Onlayanteil gestielt wird anschließend eine Bindegewebezone gewonnen (Abb. 16) und die Wunde mit Kollagenschwämmchen versorgt. Der Weichgewebsverschluss der Alveole erfolgt unter Einziehen des Bindegewebeanteils in den bukkalen Tunnel und Fixation mittels horizontaler Matratzenaht. Der Onlayanteil wird mit Einzelknopfnähten exakt am entepithelisierten Gingivarand adaptiert (Abb. 17. u. 18). Nach sicherer geschlossener Wundheilung der Alveole können 7 Tage später die Nähte entfernt werden (Abb. 19 u. 20).

Gestielter palatinaler Bindegewebe-klappen

Diese Technik wurde zum Zwecke der Weichgewebedeckung und -augmentation maxillärer Defekte beschrieben [40]. Die Gewinnung dieser Wundklappen erfolgt von palatinal, weshalb die keratinisierte Zone und das Vestibulum erhalten bleiben. Gestielte Transplantate haben den Vorteil, dass über einen Gefäßstiel die Blutversorgung gesichert werden kann und eine komplikationsfreie Heilung gewährleistet wird. Aufgrund der hohen Therapiesicherheit (< 98 %) und des breiten Indikationspektrums ermöglicht dieses gestielte Transplantat den Verschluss von Alveolen bei Sofortimplantation und Kammerehaltung, Weichgewebeaugmentationen, Papillenrekonstruktionen, Korrekturen von Defekten und Dehiscenzen, mehrschichtige Wundverschlüsse nach umfangreichen Knochenaugmentationen (Blocktransplantate, vertikaler Aufbau etc.) sowie Periimplantitisbehandlungen in der ästhetischen Zone.



Abbildung 14 Freies Bindegewebe-Transplantat aus 2. und 3. Molarenregion.

Figure 14 Free connective tissue graft from the palatal 2nd/3rd molar region.

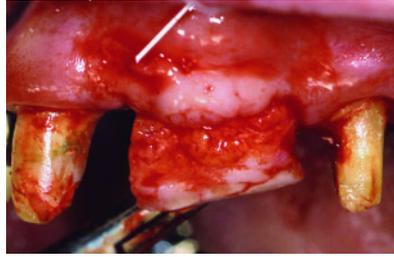


Abbildung 15 Insertion eines Einlage-Transplantates (Inlaygraft) in OK-Frontzahnbereich.

Figure 15 Insertion of an inlay graft in the upper incisor region.



Abbildung 16 Kombiniertes Onlay-Bindegewebe-Transplantat.

Figure 16 Combined onlay-connective tissue graft.



Abbildung 17 Alveolenverschluss nach Sofortimplantation in regio 21.

Figure 17 Buccal view of alveolar seal after immediate implant placement in the region 21.

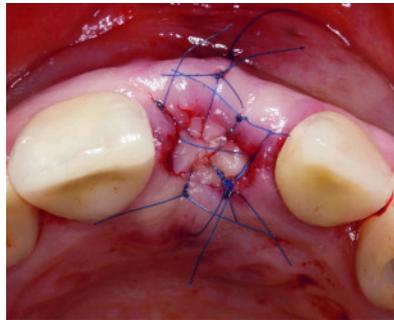


Abbildung 18 Alveolenverschluss nach Sofortimplantation in regio 21.

Figure 18 Occlusal view of alveolar seal after immediate implant placement in the region 21.



Abbildung 19 Vestibuläre Wundheilung zwei Wochen post Op.

Figure 19 Buccal view post op 2 weeks in the region 21.

Hervorzuheben sind jedoch die hohe Techniksensitivität und größere Morbidität für den Patienten. Besonders im Frontzahnbereich können tiefe Gaumenfalten die Wundlappenpräparation erheblich erschweren. Diese Technik setzt zudem eine palatinale Weichgewebedicke von mehr als 3 mm voraus. Zum Schutz vor Verletzungen und Nachblutungen wird der Einsatz einer postoperativen Verbandplatte ausdrücklich empfohlen.

Zur Gewinnung dieses gestielten Transplantates erfolgt eine Inzision ähnlich der Entnahmetechnik für Bindegewebe-Transplantate im Abstand von ca. 3 mm vom palatinalen Gingivarand. Je nach Größe der zu deckenden Empfängerregion wird diese Inzision von der Papilla incisiva unter Schonung des Gefäß-Nerven-Bündels bis in den Prämolarenbereich geführt. Im nächsten Schritt wird eine Decklappenpräparation parallel zur Oberfläche in einer Schichtdicke von 1–2 mm durchgeführt. Der Umfang

des Bindegewebslappens wird scharf mit dem Skalpell exzidiert und der Bindegewebslappen mit einem Rasparatorium subperiostal mobilisiert. Weiter wird das Transplantat nach vestibulär über den zu deckenden Bereich geschwenkt (Abb. 24) und unter dem vestibulären Wundlappen mittels tiefer horizontaler Mattatzennaht fixiert. Der weitere vestibuläre und palatinale Wundverschluss erfolgt mittels Einzelknopfnähten oder fortlaufenden Nähten.

Gestielter palatinaler Schwenklappen

Diese ursprünglich zur Deckung von Mund-Antrum-Verbindungen entwickelte Technik ist bei dünner palatinaler Schleimhautdicke (unter 3 mm) zum Verschluss von Alveolen indiziert. Bei dieser Methode unterbleibt die Präparation einer Deckschicht. Die Lappenmobilisation wird mit einer supraperiostal geführten Dissektion durchgeführt,

weshalb die großflächige palatinale Wunde nur von Periost abgedeckt ist. Aus diesem Grunde ist zum Schutz der Gaumenwunde und zur Vermeidung von Nachblutungen eine Verbandplatte unerlässlich. Eine Ausdehnung des Lappens nach vestibulär sollte wegen der ungünstigen Farbanpassung vermieden werden.

3. Freilegungstechniken

Die Freilegungsoperation ist ein wichtiger Teil des Weichgewebemanagements um Implantate. Ziel ist eine ausreichend dicke, zirkulär keratinisierte Schleimhaut am Durchtrittsprofil des Implantathalses, des Aufbauteils und der Suprakonstruktion zu generieren. Sowohl die periimplantäre Weichgewebedicke als auch Keratinisierung können mit entsprechenden Techniken verbessert werden. Trotzdem muss es das Ziel sein, bereits vor der Freilegung mit Weichgewebetransplantaten



Abbildung 20 Palatinale Wundheilung zwei Wochen post Op.

Figure 20 Occlusal view post op 2 weeks in the region 21.



Abbildung 21 Vestibulärer Zustand nach Freilegung mit Rolllappen.

Figure 21 Buccal view post op abutment connection with roll flap in the region 21.



Abbildung 22 Palatinaler Zustand nach Freilegung mit Rolllappen.

Figure 22 Occlusal view post op abutment connection with roll flap in the region 21.



Abbildung 23 Zustand nach Eingliederung der Implantatkrone in regio 21.

Figure 23 Situation after insertion of implant supported crown in the region 21.

eine ausreichende Dicke und Keratinisierung periimplantär aufzubauen. Werden während der Freilegungsoperation defizitäre Hartgewebesituationen festgestellt, sollte eine Augmentation mit nachfolgendem primärem Wundverschluss durchgeführt werden. Nach erfolgter Freilegung eines enossalen Implantates sind korrektive Maßnahmen nur noch bedingt möglich und stellen höchste Ansprüche an die chirurgischen Fähigkeiten des Behandlers.

Freilegung mit Exzisionstechniken

Die Freilegung mit resektiver Technik ist nur bei ausreichend dicker und befestigter Schleimhaut im umgebenden Alveolarkambereich indiziert und wird mit Hilfe von Skalpell, Stanze, Elektrochirurgiegeräten oder Laser durchgeführt [8]. Dabei wird das Gewebe über der Deckschraube minimal invasiv entfernt. Diese Techniken eignen sich natürlich nur bei einer ausreichenden vestibulären Breite an keratinisierter Gingiva. Die Indikation für Gewebs-

stanzung ist nur eingeschränkt gegeben.

Freilegung mit Verdrängungstechnik

Diese Technik dient dem Umformen und Konditionieren der im Überschuss vorhanden befestigten Mukosa im Alveolarkambereich bzw. der partiellen Verlagerung der keratinisierten Gingiva. Dabei werden gewebeschonende, halbmondförmige Exzisionen mit Skalpell bzw. halbkreisförmiger Gewebestanze im palatinalen Drittel der Implantatposition durchgeführt und mit einem schmalen zylindrischen Gingivaformer vorsichtig verdrängt. Nach 1 bis 2 Wochen wird mit einem Gingivaformer größeren Durchmessers schonend weiter ausgeformt und verdrängt, bis schlussendlich ein harmonischer Weichgewebeverlauf erzielt worden ist.

Durch Minimierung des chirurgischen Traumas kann periimplantärer Knochenabbau verringert und die Papil-

le erhalten oder konditioniert werden [27]. Diese Technik eignet sich bei Einzelzahnimplantaten in der Front.

Freilegung mit Verschiebelappentechnik

Zur Vermeidung der Exzisionstechnik stellt der Verschiebelappen die einfachste Freilegungstechnik dar [72]. Das Prinzip dieser Technik ist es, die vorhandene keratinisierte Schleimhaut am Alveolarkamm zu teilen (Abb. 25) und nach dem Einbringen der Gingivaformer stabiles Weichgewebe von palatinal bzw. lingual nach vestibulär zu verlagern (Abb. 26). Damit gelingt es sicher, keratinisierte Mukosa um den Implantatthals aufzubauen und das Volumen vestibulär der Implantate zu verdicken oder vertikal aufzubauen.

Primär wird ein Kieferkammschnitt an der palatinalen Implantatschulter durchgeführt und dieser ggf. durch trapezförmige Entlastungsschnitte ins Vestibulum verlängert. Der Lappen wird über dem Implantat und ins Vestibulum als Mukosalappen präpariert. Da das Periost über dem Alveolarknochen verbleibt, kann der Lappen nach vestibulär und weiter nach apikal verschoben und mit einer Periostnaht fixiert werden. Damit eröffnet diese Technik die Möglichkeit, auch bei geringem Band an befestigter Schleimhaut (bei sekundärer Wundheilung im Bereich der „Entnahmestelle“) eine Verbesserung bzw. Optimierung periimplantärer Weichgewebe vorzunehmen.

Die Gingivaformer erleichtern die Fixation und vertikale Positionierung des Lappens. Mit dieser einfachen Technik gelingt es, vorhersehbar sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer die keratinisierte Gingiva von multiplen Implantaten zu verbreitern und vorhandene Gewebestrukturen zu optimieren. Aus diesem Grunde stellt der Verschiebelappen eine wichtigste Standardtechnik in der Implantologie dar.

Freilegung mit Rolllappentechnik

Die Rolllappentechnik wurde ursprünglich zur präprothetischen Weichgewebeaugmentation von Kammdefekten entwickelt [1]. Diese Technik eignet sich besonders zur Freilegung von Einzelzahnimplantaten in der ästhetischen Zone. Der Vorteil liegt im Erhalt und der Verlagerung des Weichgewebes über der Implantatdeckschraube. Mit dieser Technik

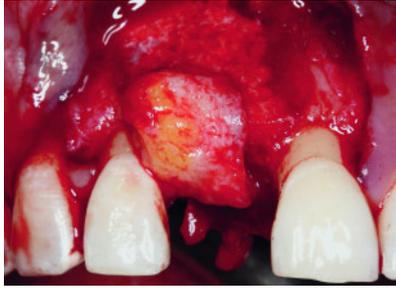


Abbildung 24 Zustand nach Weichgewebeaugmentation mit palatinal gestielten Bindegewebebelappen in regio 11.

Figure 24 Situation of soft tissue augmentation with palatal pedicle connective tissue flap.

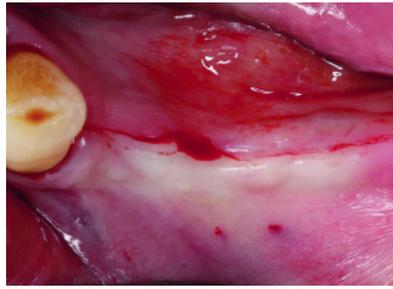


Abbildung 25 Midcrestale Inzision bei Freilegung mit Verschiebelappentechnik in regio 44-46.

Figure 25 Midcrestal incision during abutment connection surgery with buccally positioned flap in the region 44-46.



Abbildung 26 Zustand nach Freilegung mit Verschiebelappentechnik in regio 44-46.

Figure 26 Situation after abutment connection surgery with buccally positioned flap in the region 44-46.



Abbildung 27 Zustand nach Freilegung multipler Implantate mit Palacci-Technik.

Figure 27 Situation after multiple abutment connection surgery with palacci technique.

wird die rezessionsanfällige, bukkale Mukosa verdickt und nachfolgende Verluste ausgeglichen. Zudem eröffnet sie die Möglichkeit, die dünneren Gingiva-Morphotypen A1 und A2 in den stabileren Morpho-Typen B zu verändern. Weiter kann aus ästhetischer Sicht ein Jugum alveolaris simuliert werden (Abb. 23).

Primär wird über der Implantat-deckschraube eine zungenförmige, nach bukkal gestielte Inzision über dem Kieferkamm nach palatinal geführt. Die Papillen werden dabei geschont. Die inzidierte Region wird nachfolgend mit einer neuen Skalpellklinge entepithelisiert und als Bindegewebebelappen mobilisiert. Anschließend wird bukkal eine Inzision supraperiostal geführt, um so einen Tunnel als Empfängerbett zu präparieren. Vom Fundus des Tunnels wird eine horizontale Matratzennaht zur Fixation der Lappenspitze geführt und der Rolllappen in den vorpräparierten Tunnel eingezogen (Abb. 21 u. 22).

Freilegung mit Papillenlappen-Technik (Palacci-Technik)

Diese Technik eignet sich für die Freilegung multipler Implantate im ästhetisch relevanten Bereich [53]. Voraussetzung ist ein ausreichend keratinisierter, horizontaler Alveolarkambereich über den Implantaten. Eine entsprechend voluminöse Schleimhaut ermöglicht die Rekonstruktion papillärer Weichgewebsstrukturen mit gestielten Minilappen. Nachteilig ist jedoch die hohe Techniksensitivität.

Nach perimukosaler Sondierung der Implantatpositionen wird eine Inzision entlang den palatinalen Implantat-schultern geführt und nach Präparation eines Spaltlappens nach vestibulär verschoben. Nach Entfernung der Implantat-deckschrauben werden die Gingiva-former inseriert und der Wundlappen vertikal aufgestellt. Entsprechend der ersten Implantatposition wird ein mesial gestielter Minilappen von 1-2 mm

Breite parallel zum palatinalen Wundrand inzidiert und nach mesial in den Approximalbereich eingeschwenkt. Nachfolgend werden sukzessiv Minilappen je Implantatposition gebildet, zur Papillenrekonstruktion nach approximal geschwenkt und mit Einzelknopfnähten fixiert (Abb. 27). Jedoch muss festgehalten werden, dass ein Papillenaufbau bis zu einer Höhe von 3 mm limitiert ist.

Freilegung mit Inlaygraft-Technik (Grunder-Technik)

Die Inlaygraft-Technik wurde ebenfalls zur Freilegung multipler Implantate in der ästhetischen Zone beschrieben [28]. Diese Technik eignet sich bei insuffizienter Keratinisierung des Kieferkammes und dient der vertikalen und horizontalen Weichgewebsaugmentation mit Papillenrekonstruktion. Die Verwendung von freien Schleimhauttransplantaten birgt die Gefahr von partiellen bzw. totalen Nekrosen der papillären Strukturen. Als limitierender Faktor kann sich zudem die Verfügbarkeit der palatinalen Schleimhauttransplantate erweisen.

Die Präparation des Mukosalappens erfolgt gemäß der Technik mit Verschiebelappen entlang der palatinalen Implantatbegrenzung. Nach Insertion der Gingivaformer wird der Wundlappen nach vestibulär und vertikal verlagert. Die verbliebenen Approximaldefekte werden mit entsprechend geformten, freien Schleimhauttransplantaten (Inlay-/Onlaygrafts) vom Gaumen bzw. Tuberkel ausgefüllt und mittels überkreuzter horizontaler Matratzennaht fest an das Empfängerbett adaptiert. Dies ist für das Überleben der Transplantate von entscheidender Bedeutung, da in den ersten postoperativen Tagen die Blutversorgung ausschließlich über Plasmadiffusion erfolgt. Auch bei dieser Technik muss festgehalten werden, dass ein Papillenaufbau nur bis zu einer Höhe von 3 mm möglich ist.

4. Korrekturen von Weichgewebedefekten

Untersuchungen zu Techniken zur Korrektur von Weichgewebedefekten beschränken sich in der Literatur auf Einzeldarstellungen. Vorhersehbare Tech-



Abbildung 28 Rezessionen periimplantärer Mukosa in regio 12 und 22.

Figure 28 Recession of periimplant mucosa in the region of 12 and 22.



Abbildung 29 Zustand unmittelbar nach periimplantärer Rezessionsdeckung in regio 12 und 22 mit modifizierter Tunneltechnik.

Figure 29 Situation after recession treatment in the region of 12 and 22 with modified tunnel technique.



Abbildung 30 Zustand nach periimplantärer Rezessionsdeckung in regio 12 und 22 mit modifizierter Tunneltechnik 12 Monate post Op.

Figure 30 Situation 12 months post op after recession treatment in the region of 12 and 22 with modified tunnel technique.

niken sind folglich nicht beschrieben. Somit können zur chirurgischen Therapie von Weichgewebsdefiziten nur Techniken aus der plastischen Parodontalchirurgie herangezogen werden. Im Folgenden wird eine bewährte Technik des Verfassers dargestellt.

Korrektur von Rezessionen der periimplantären Mukosa

Rezessionen von periimplantären Weichgeweben werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst (Abb. 28). Als häufige primäre Ursache wird die falsche dreidimensionale Position eines Implantates angesehen [22, 70]. Weitere Ursachen sind insuffizientes periimplantäres Knochenvolumen im Bereich der Implantatschulter [64], dünner Phänotyp des Weichgewebes [39], breiter Implantatdurchmesser [30], sowie periimplantäre Infektionen [4]. Zur Rezessionsdeckung von exponierten Implantatoberflächen liegt nur eine Studie mit nur unbefriedigenden Ergebnissen vor [14]. Bei an zehn Patienten durchgeführten Rezessionsdeckungen mit koronaler Verschiebelappentechnik [5] konnte klinisch bei allen eine signifikante Verbesserung der Weichgewebesituation erreicht werden, jedoch kam es bereits nach 6 Monaten im Durchschnitt zu einer Schrumpfung um 34 % der aufgebauten Mukosa. Eine vollständige Rezessionsdeckung resultierte in keinem Falle.

In der letzten Dekade haben sich minimal invasive Tunneltechniken zur Rezessionsdeckung um Zähne entwickelt und im klinischen Einsatz bewährt [68, 69]. Mit Unterstützung neuer mikrochi-

urgischer Instrumente wurden Korrekturen von dünner, defizitärer Mukosa möglich, ohne dass oberflächliche Inzisionen durchgeführt werden. Gerade im marginalen Gingivabereich kann chirurgisches Trauma minimiert werden, wodurch eine sehr schnelle und sichere Wundheilung erzielt werden kann. Dies erscheint in der periimplantären Mukosaregion von entscheidender Bedeutung zu sein. Im Folgenden wird ein Therapieansatz zur Deckung von exponierten Implantatoberflächen beschrieben, die der Autor 1998 als modifizierte Tunneltechnik für die plastische Parodontalchirurgie dargestellt hat [35].

Primär wird eine Inzision innerhalb der Mukosa im Interdentalbereich zum mesialen Nachbarzahn von der mukogingivalen Grenze beginnend senkrecht nach apikal Richtung Umschlagsfalte über ca. 4–5mm geführt. Diese Inzision ermöglicht im Gegensatz zum Rand der periimplantären Mukosa einen spannungsfreien und damit risikolosen Zugang für das Einbringen von Bindegewebstransplantaten, ohne dass die Gefahr der Ruptur der Mukosa besteht. Im nächsten Schritt wird von diesem Zugang ausgehend mit Tunnelinstrumenten die Lappenpräparation unterminierend im Bereich des Implantates und beider Nachbarzähne durchgeführt. Dabei wird das vestibuläre Weichgewebe als Mukosalappen soweit mobilisiert, bis die Rezession spannungsfrei durch Koronalverschiebung des Wundlappens gedeckt werden kann. Nachfolgend wird ein freies Bindegewebstransplantat vom Gaumen gewonnen. Dieses sollte möglichst volumenstabil und opak sein, um die Schleimhaut zu stabilisieren und

die dunkle Farbe des Implantates abzudecken. Dazu eignen sich fibröse Transplantate aus der Tuberregion oder aus dem Bereich palatinal des 2. und 3. Molaren. Diese Bindegewebstransplantate können anschließend sehr einfach und ohne Risiko einer Ruptur über den Zugang im Vestibulum bis zum Randbereich in die periimplantäre Mukosa eingebracht und mit Umschlingungsnähten sicher fixiert werden (Abb. 29). Mit dieser Technik sind Rezessionsdeckungen bis zu einer Höhe von 2 mm möglich (Abb. 30).

5. Schlussfolgerungen

Der Erfolg der chirurgischen Implantattherapie hängt maßgeblich von der sicheren geschlossenen Wundheilung respektive spannungsfreien Wundrandadaptation ab. Wichtige Faktoren neben der exakten mikrochirurgischen Nahttechnik sind Inzisionen unter Berücksichtigung der Blutversorgung. Bewährt haben sich intrasulkuläre Gingivarandverbunden mit Papillenbasisinzisionen mit lateraler Ausrichtung. Vertikalinzisionen sollten vermieden werden, wenn notwendig nur einen vertikalen Schenkel im anterioren Wundbereich.

Für die Augmentationschirurgie wird primär der kombinierte Mukoperiost/Mukosalappen aufgrund seiner hervorragenden Lappenexpansion eingesetzt. Für einen Großteil der implantatchirurgischen Eingriffe, z. B. Implantatinsertion, osteoplastische Augmentationen, Freilegungsoperationen und Weichgewebekorrekturen stellt der Mukosalappen die Methode der Wahl dar.

Neben den Vorteilen der sehr guten Lap-penmobilisation und Blutversorgung können Knochenresorptionen vermieden werden.

Freie Weichgewebetransplantate eröffnen die Möglichkeiten, traumatische koronale Verschiebelappen mit Zerstörung der Alveolarkammanatomie zu vermeiden. Nach Zahnextraktionen gelingt es unter Verwendung von kombinierten Onlay/Bindegewebstransplantaten bei Sofortimplantationen bzw. Ridge Preservation-Operationen eine geschlossene Wundheilung bei gleichzeitiger Weichgewebeerkrankung durchzuführen. Alternativ eignen sich gestielte palatinale Bindegewebelappen, die jedoch größere Wundtraumata verursachen und hohe Anforderungen an den Operateur stellen. Einlagerungstransplantate (Inlaygrafts) finden ihre Verwendung primär zum Weichgewe-beaufbau des zahnlosen Alveolarkamms

sowie zur Rekonstruktion von Papillen. Das am häufigsten eingesetzte Trans-plantat zur Weichgewebeerkrankung, aber auch zur Deckung von freiliegen- den Titanoberflächen, ist das freie Bin- degewebstransplantat. Als Spenderareal hat sich die palatinale Region der 2. und 3. Molaren bewährt. Bewegliche Schleimhaut um Implantate kann er- folgreich mit freien Schleimhauttran- splantaten therapiert werden.

Freilegungsoperationen ermögli- chen eine Verdickung der bukkalen peri- implantären Mukosa und den Aufbau einer befestigten, keratinisierten Schleimhaut. Bei Einzelimplantaten be- sonders innerhalb des ästhetisch re-levanten Bereiches ist der Rollappen eine sehr bedeutende Technik. Werden mul- tiple Implantate freigelegt, können bei ausreichender Keratinisierung mit der Palacci-Technik Papillen rekonstruiert werden. Sollte der Alveolarkamm über

kaum befestigte Mukosa verfügen, eig- net sich zum Aufbau die Grunder-Tech- nik mit Inlaygrafts. Außerhalb der ästhe- tischen Zone kann sehr effektiv mit Verschiebelappen-Techniken befestigte Schleimhaut geschaffen werden. D77

Interessenkonflikte: Die Autorin/ der Autor erklärt, dass kein Interessen- konflikt im Sinne der Richtlinien des In- ternational Committee of Medical Jour- nal Editors besteht. Die Publikation die- ser Kasuistik wurde selbst finanziert.

Korrespondenzadresse

Dr. Gerhard Iglhaut
 Bahnhofstrasse 20
 87700 Memmingen
 Tel.: 0 83 31 / 28 64
 Fax: 0 83 31 / 45 28
 E-Mail: dr.iglhaut@t-online.de

Literatur

- Abrams L: Augmentation of the deformed residual edentulous ridge for fixed prosthesis. *Compend Conin Educ Gen Dent* 1(3): 205–213 (1980)
- Adibrad M, Shahabuei M, Sahabi M: Significance of the width of keratinized mucosa on the health status of the supporting tissue around implants supporting overdentures. *J Oral Implantol* 35(5): 232–237 (2009)
- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1(1): 11–25 (1986)
- Albrektsson T, Isidor F: Implant therapy. *Quintessenz* 1994, 365–369
- Allen EP, Miller PD, Jr: Coronal positioning of existing gingiva: short term results in the treatment of shallow marginal tissue recession. *J Periodontol* 60(6): 316–319 (1989)
- Allen AL: Use of the supraperiosteal envelope in soft tissue grafting for root coverage. II. Clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 14(4): 302–315 (1994)
- Arnold F, West DC: Angiogenesis in wound healing. *Pharmacol Ther* 52(3): 407–422 (1991)
- Auty C, Siddiqui A: Punch technique for preservation of interdental papillae at nonsubmerged implant placement. *Implant Dent* 8(2): 160–166 (1999)
- Bauer SM, Bauer RJ, Velazquez OC: Angiogenesis, vasculogenesis, and in- duction of healing in chronic wounds. *Vasc Endovascular Surg* 39(4): 293–306 (2005)
- Bengazi F, Wennstrom JL, Lekholm U: Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clin Oral Implants Res* 7(4): 303–310 (1996)
- Bouri A, Jr, Bissada N, Al-Zahrani MS, Faddoul F, Nouneh I: Width of keratinized gingiva and the health status of the supporting tissues around dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 23(2): 323–326 (2008)
- Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A: Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 3(2): 81–100 (1969)
- Burkhardt R, Lang NP: Coverage of localized gingival recessions: comparison of micro- and macrosurgical techniques. *J Clin Periodontol* 32(3): 287–293 (2005)
- Burkhardt R, Preiss A, Joss A, Lang NP: Influence of suture tension to the tearing characteristics of the soft tissues: an in vitro experiment. *Clin Oral Implants Res* 19(3): 314–319 (2008)
- Cairo F, Pagliaro U, Nieri M: Soft tissue management at implant sites. *J Clin Periodontol* 35(8 Suppl): 163–167 (2008)
- Cardaropoli G, Lekholm U, Wennstrom JL: Tissue alterations at implant-supported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 17(2): 165–171 (2006)
- Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M: Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res* 17 (Suppl 2): 136–159 (2006)
- Cochran DL, Nummikoski PV, Higginbottom FL, Hermann JS, Makins SR, Busser D: Evaluation of an endosseous titanium implant with a sandblasted and acid-etched surface in the canine mandible: radiographic results. *Clin Oral Implants Res* 7(3): 240–252 (1996)
- Cortellini P, Tonetti MS: A minimally invasive surgical technique with an enamel matrix derivative in the regenerative treatment of intra-bony defects: a novel approach to limit morbidity. *J Clin Periodontol* 34(1): 87–93 (2007)
- 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* 13(4): 483–491 (1998)
- Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S: Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg* 81(5): 672–676 (1988)
- Evans CD, Chen ST: Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res* 19(1): 73–80 (2008)
- Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler M: Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: a volumetric study in the beagle dog. *J Clin Periodontol* 35(4):

- 356–363 (2008)
24. Fugazzotto PA: Maintenance of soft tissue closure following guided bone regeneration: technical considerations and report of 723 cases. *J Periodontol* 70(9): 1085–1097 (1999)
25. Garber DA, Rosenberg ES: The edentulous ridge in fixed prosthodontics. *Compend Contin Educ Dent* 2(4): 212–223 (1981)
26. Garber DA, Belser UC: Restoration-driven implant placement with restoration-generated site development. *Compend Contin Educ Dent* 16(8): 796, 798–802, 804 (1995)
27. Gomez-Roman G: Influence of flap design on peri-implant interproximal crestal bone loss around single-tooth implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001 16(1): 61–67 (2001)
28. Grunder U: The inlay-graft technique to create papillae between implants. *J Esthet Dent* 9(4): 165–168 (1997)
29. Grunder U: Stability of the mucosal topography around single-tooth implants and adjacent teeth: 1-year results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 20(1): 11–17 (2000)
30. Grunder U, Gracis S, Capelli M: Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 25(2): 113–119 (2005)
31. Haggerty PC: The use of a free gingival graft to create a healthy environment for full crown preparation. Case history. *Periodontics* 4(6): 329–331 (1966)
32. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL: Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 71(9): 1412–1424 (2000)
33. Hurzeler MB, Weng D: Functional and esthetic outcome enhancement of periodontal surgery by application of plastic surgery principles. *Int J Periodontics Restorative Dent* 19(1): 36–43 (1999)
34. Hurzeler MB, Weng D: A single-incision technique to harvest subepithelial connective tissue grafts from the palate. *Int J Periodontics Restorative Dent* 19(3): 279–287 (1999)
35. Iglhaut G: Vortrag Baylor College Wintermeeting. Telluride 1998
36. Iglhaut G, Terheyden H, Stimmelmayer M: Der Einsatz von Weichgewebstransplantaten in der Implantologie. *Z Zahnärztl Impl* 22: 56–60 (2006)
37. Jung RE, Siegenthaler DW, Hammerle CH: Postextraction tissue management: a soft tissue punch technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 24(6): 545–553 (2004)
38. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC: Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 74(4): 557–562 (2003)
39. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada JL: Bilaminar subepithelial connective tissue grafts for immediate implant placement and provisionalization in the esthetic zone. *J Calif Dent Assoc* 33(11): 865–871 (2005)
40. Khoury F, Happe A: The palatal subepithelial connective tissue flap method for soft tissue management to cover maxillary defects: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 15(3): 415–418 (2000)
41. Kim E, Song JS, Jung IY, Lee SJ, Kim S: Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal-endodontic origin. *J Endod* 34(5): 546–551 (2008)
42. Kleinheinz J, Buchter A, Kruse-Losler B, Weingart D, Joos U: Incision design in implant dentistry based on vascularization of the mucosa. *Clin Oral Implants Res* 16(5): 518–523 (2005)
43. Landsberg CJ: Socket seal surgery combined with immediate implant placement: a novel approach for single-tooth replacement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 17(2): 140–149 (1997)
44. Langer B, Calagna L: The subepithelial connective tissue graft. *J Prosthet Dent* 44(4): 363–367 (1980)
45. Langer B, Calagna LJ: The subepithelial connective tissue graft. A new approach to the enhancement of anterior cosmetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2(2): 22–33 (1982)
46. Lee D, Sims MR, Dreyer CW, Sampson WJ: A scanning electron microscope study of microcorrosion casts of the microvasculature of the marmoset palate, gingiva and periodontal ligament. *Arch Oral Biol* 36(3): 211–220 (1991)
47. Lindeboom JA, Mathura KR, Aartman IH, Kroon FH, Milstein DM, Ince C: Influence of the application of platelet-enriched plasma in oral mucosal wound healing. *Clin Oral Implants Res* 18(1): 133–139 (2007)
48. Lindhe J, Karring T, Araujo M: The anatomy of periodontal tissue, 3. *Clin Perio Impl Dent, Fifth Edition*, Blackwell, Munksgaard 2008, 43–46
49. Lorenzana ER, Allen EP: The single-incision palatal harvest technique: a strategy for esthetics and patient comfort. *Int J Periodontics Restorative Dent* 20(3): 297–305 (2000)
50. Meltzer JA: Edentulous area tissue graft correction of an esthetic defect. A case report. *J Periodontol* 50(6): 320–322 (1979)
51. Muller HP, Heinecke A, Schaller N, Eger T: Masticatory mucosa in subjects with different periodontal phenotypes. *J Clin Periodontol* 27(9): 621–626 (2000)
52. Nabers JM: Free gingival grafts. *Periodontics* 4(5): 243–245 (1966)
53. Palacci P, Ericsson I, Engstrand P, Rangert B: Optimal implant positioning and soft tissue management for the Branemark system. *Quintessenz* 59–69 (1995)
54. Piehslinger E, Choueki A, Choueki-Guttenbrunner K, Lembacher H: Arterial supply of the oral mucosa. *Acta Anat (Basel)* 142(4): 374–378 (1991)
55. Pini PG, Pagliaro U, Baldi C, Nieri M, Saletta D, Cairo F, et al.: Coronally advanced flap procedure for root coverage. Flap with tension versus flap without tension: a randomized controlled clinical study. *J Periodontol* 71(2): 188–201 (2000)
56. Ramfjord SE, Costich ER: Healing after exposure of periosteum on the alveolar process. *J Periodontol* 39(4): 199–207 (1968)
57. Rehrmann A: Eine Methode zur Schließung von Kieferhöhlenperforation. *Dtsch Zahnärztl Wschr* 39: 1136 (1936)
58. Sadig W, Almas K: Risk factors and management of dehiscent wounds in implant dentistry. *Implant Dent* 13(2): 140–147 (2004)
59. Schrott AR, Jimenez M, Hwang JW, Fiorellini J, Weber HP: Five-year evaluation of the influence of keratinized mucosa on peri-implant soft-tissue health and stability around implants supporting full-arch mandibular fixed prostheses. *Clin Oral Implants Res* 20(10): 1170–1177 (2009)
60. Seibert JS: Soft tissue grafts in periodontics. *Clin Transpl Dent Speci*, St. Louis, 107–145 (1980)
61. Seibert JS: Surgical preparation for fixed and removable prostheses. *Contemporary Periodontics*, St. Louis, 637–652 (1990)
62. Seibert JS, Louis J: Soft tissue ridge augmentation utilizing a combination onlay-interpositional graft procedure. *Int J Perio Rest Dent* 16(16): 311–321 (1996)
63. Shaban M: Soft tissue closure over immediate implants: classification and review of surgical techniques. *Implant Dent* 13(1): 33–41 (2004)
64. Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S: The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Ann Periodontol* 5(1): 119–128 (2000)
65. Stimmelmayer M, Allen EP, Reichert T, Iglhaut G: Use of a combination epithelialized-subepithelial connective tissue graft for closure and soft tissue augmentation of an extraction site following ridge preservation or implant placement – description technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*, accepted for publication 2010
66. Studer SP, Allen EP, Rees TC, Kouba A: The thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity as potential donor sites for ridge augmentation procedures. *J Periodontol* 68(2): 145–151 (1997)
67. Tibbetts LS, Shanelec DA: An overview of periodontal microsurgery. *Curr Opin Periodontol* 187–193 (1994)

68. Tözüm TE, Dini FM: Treatment of adjacent gingival recessions with subepithelial connective tissue grafts and the modified tunnel technique. *Quintessence Int* 34(1): 7–13 (2003)
69. Tözüm TE, Keceli HG, Guncu GN, Hatipoglu H, Sengun D: Treatment of gingival recession: comparison of two techniques of subepithelial connective tissue graft. *J Periodontol* 76(11): 1842–1848 (2005)
70. Tomasi C, Sanz M, Cecchinato D, Pjetursson B, Ferrus J, Lang NP, et al.: Bone dimensional variations at implants placed in fresh extraction sockets: a multilevel multivariate analysis. *Clin Oral Implants Res* 21(1): 30–36 (2010)
71. Velvart P, Ebner-Zimmermann U, Ebner JP: Comparison of papilla healing following sulcular full-thickness flap and papilla base flap in endodontic surgery. *Int Endod J* 36(10): 653–659 (2003)
72. Vence MG: Die vestibuläre Verschiebung des palatinalen Lappens in der Implantologie. *Quintessenz* 43: 1569 (1992)
73. Warrer K, Buser D, Lang NP, Karring T: Plaque-induced peri-implantitis in the presence or absence of keratinized mucosa. An experimental study in monkeys. *Clin Oral Implants Res* 6(3): 131–138 (1995)
74. Wennstrom J, Lindhe J: Role of attached gingiva for maintenance of periodontal health. Healing following excisional and grafting procedures in dogs. *J Clin Periodontol* 10(2): 206–221 (1983)
75. Wennstrom JL, Bengazi F, Lekholm U: The influence of the masticatory mucosa on the peri-implant soft tissue condition. *Clin Oral Implants Res* 5(1): 1–8 (1994)
76. Whetzel TP, Saunders CJ: Arterial anatomy of the oral cavity: an analysis of vascular territories. *Plast Reconstr Surg* 100(3): 582–587 (1997)
77. Yeung SC: Biological basis for soft tissue management in implant dentistry. *Aust Dent J* 53 (Suppl 1): S39–S42 (2008)
78. Zadeh HH, Daftary F: Minimally invasive surgery: an alternative approach for periodontal and implant reconstruction. *J Calif Dent Assoc* 32(12): 1022–1030 (2004)
79. Zigdon H, Machtei EE: The dimensions of keratinized mucosa around implants affect clinical and immunological parameters. *Clin Oral Implants Res* 19(4): 387–392 (2008)