

Änderungen der Weichgewebsdimensionen nach der Freilegungsoperation mit drei verschiedenen Verfahren: Eine Fallserie



Jochen Tunkel, DMD¹
 Luca de Stavola, DMD²
 Fouad Houry, Prof. Dr. med. dent.³

In der vorliegenden Fallserie wurde die Zunahme der keratinisierten Mukosa nach einer Freilegungsoperation untersucht, die in drei unterschiedlichen Verfahren durchgeführt wurde. 32 Patienten, die mit einem bis acht Implantaten behandelt worden waren, wurden im Oberkiefer prothetisch rehabilitiert. Anhand der präoperativen Anatomie wurden die Patienten in drei Gruppen eingeteilt. Bei der Freilegungsoperation wurde ein apikaler Verschiebelappen (ARF; n = 14), ein Rolllappen (RF; n = 10) oder ein apikaler Verschiebelappen mit Bindegewebstransplantat (ARFCT; n = 8) gebildet. Die Höhe der keratinisierten Mukosa und die relative Gewebedicke wurden prä- sowie postoperativ nach zwei Wochen und nach drei, sechs sowie 12 Monaten ermittelt. Mithilfe dieser Messwerte wurde die mittlere Zunahme der keratinisierten Mukosa und der Gewebedicke berechnet. Nach einem Jahr hatten die Gewebedicke und die keratinisierte Mukosa in der ARF-Gruppe um 1,37 mm bzw. 4,63 mm zugenommen, in der RF-Gruppe um 2,41 mm bzw. 1,35 mm und in der ARFCT-Gruppe um 3,10 mm bzw. 4,10 mm. Es gab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Messungen nach 12 Monaten und direkt postoperativ ($P > 0,05$). Bei Patienten mit unzureichender Gewebedicke sollte eine Rolllappentechnik oder ein apikaler Verschiebelappen durchgeführt werden, bei fehlender keratinisierter Mukosa ist ein apikaler Verschiebelappen mit oder ohne Bindegewebs-transplantat indiziert. Wenn sowohl die keratinisierte Mukosa als auch die Gewebedicke unzureichend sind, wird ein apikaler Verschiebelappen mit einem freien Bindegewebs-transplantat empfohlen. Nach einer Heilungszeit von 12 Monaten waren die erzielten Ergebnisse stabil. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33;373–380.)

¹ Privatpraxis, Bad Oeynhausen, Deutschland; Gastdozent, Poliklinik für Parodontologie, Universitätsklinikum Münster, Münster, Deutschland.

² Privatpraxis, Padua, Italien; Lehrbeauftragter, Klinik für Parodontologie und dentale Implantologie, Postgraduate School, Universität Padua, Padua, Italien.

³ Privatklinik Schloss Schellenstein, Olsberg, Deutschland; Professor, Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Münster, Münster, Deutschland.

Korrespondenz an: Dr. Jochen Tunkel, Königstraße 19, D-32545 Bad Oeynhausen, Deutschland. Fax: +49 5731 260898. E-Mail: j.tunkel@fachzahnarzt-praxis.de

©2013 by Quintessence Publishing Co Inc.

Als Brånemark 1969 die dentale Implantologie zu den prothetischen Verfahren hinzufügte¹, konnte sich niemand vorstellen, wie groß die Veränderungen dieses Verfahrens in den nächsten 40 Jahren sein würden. Die Weiterentwicklung der Materialien, der Augmentationsverfahren und der prothetischen Versorgung und die steigenden Ansprüche der Patienten bewirkten, dass die einfache funktionelle Rehabilitation durch eine ästhetisch und funktionell ansprechende Behandlung ersetzt wurde, mit der die ursprüngliche anatomische Situation nachgeahmt werden kann. Das Weichgewebsmanagement spielt damit eine entscheidende Rolle für das Endergebnis der Implantation.

Um eine funktionelle und ästhetisch ansprechende Weichgewebskontur zu erreichen, sind vor allem vier Faktoren von Bedeutung: die Höhe und Position der befestigten Gingiva, das bukkale Volumen (Kontur) des Alveolarfortsatzes, Höhe und Konfiguration des Gingivasaums sowie Größe und Form der Papillen².

Unklarheit besteht weiterhin in Bezug auf die minimale Höhe der befestigten keratinisierten periimplantären Mukosa³. Bei der erstmaligen Verwendung implantatgetragener Restaurationen galt eine zirkumferenzielle Versiegelung durch einen Bindegewebskragen als entscheidend für die periimplantäre Gesundheit^{1,4,5}. Allerdings weiß man inzwi-



	ARF (n = 14)	RF (n = 10)	ARFCT (n = 8)
Geschlecht			
Frauen	9	6	5
Männer	5	4	3
Anzahl der Implantate	36	23	19

ARF = apikaler Verschiebelappen; RF = Rollappen; ARFCT = apikaler Verschiebelappen mit Bindegewebstransplantat.

schen, dass die Vulnerabilität und Resistenz des Gewebes unabhängig von der vorhandenen oder fehlenden Keratinisierung von den Zellen der Epithelbarriere abhängt^{6,7}. Die rechtwinklig verlaufenden Fasern zwischen den Implantaten und der umgebenden Mukosa fehlen. Somit fehlt auch die befestigte und keratinisierte Mukosa, was eine ausreichende Plaquekontrolle unmöglich machen und die Entwicklung entzündlicher periimplantärer Krankheiten begünstigen kann^{8,9}. In einigen Tierstudien wurde gezeigt, dass bei einer fehlenden keratinisierten Mukosa an dentalen Implantaten die Anfälligkeit für eine plaquebedingte Gewebsdestruktion erhöht war¹⁰. In Querschnitt- und klinischen Longitudinalstudien konnte jedoch der vermutete Zusammenhang zwischen dem fehlenden keratinisierten Gewebe und der periimplantären Gesundheit nicht bestätigt werden¹¹⁻¹⁸. Solange nicht geklärt ist, ob an dentalen Implantaten befestigte Mukosa notwendig ist, muss bedacht werden, dass während der Implantatbehandlung eine bis vier operative Interventionen durchgeführt werden. Die Eingriffe sollten daher so vorgenommen werden, dass das keratinisierte Gewebe Probleme, die aufgrund der fehlenden befestigten Mukosa entstehen, überwinden kann. Zu diesen Problemen gehören eine deutliche Entzündung, Schwierigkeiten bei der Reinigung

des krestalen Implantatbereichs und ein erhöhtes Risiko für periimplantäre Erkrankungen^{8,10,19,20}.

Nach Zahnverlusten kommt es oft zum Verlust des Alveolarknochens, wobei anschließend der Alveolarfortsatz schmaler wird. Oft bleibt die Gewebedicke unzureichend, wenn das Implantat ohne oder nach einer Augmentation platziert wurde. Dies muss im Rahmen einer Freilegungsoperation korrigiert werden, um ästhetische und funktionelle Probleme zu umgehen, wie eine Impaktion von Speiseresten unter der Versorgung, die zu einer entzündlichen Reaktion führen kann^{2,21}.

Es gibt mehrere Verfahren zur Korrektur anatomischer Defekte im Rahmen der Freilegungsoperation, wie apikale Verschiebelappen, gestielte Lappen, Bindegewebstransplantate und freie Gingivatransplantate²²⁻²⁴. Die meisten dieser Verfahren wurden entweder in Einzelfallberichten oder kleinen Fallserien veröffentlicht. Nach dem Wissen der Autoren wurden bislang noch keine klinischen Studien durchgeführt, um das Ergebnis dieser Verfahren hinsichtlich der Zunahme der Gewebedicke und der Höhe der keratinisierten Mukosa zu untersuchen, während das Fehlen/Vorhandensein der Interdentaltapipillen bereits untersucht wurde^{25,26}. Daher wird in dieser Fallserie über die Evaluation der Ergebnisse von drei grundlegenden Verfahren bei der

Freilegungsoperation berichtet: dem apikalen Verschiebelappen (ARF), dem Rollappen (RF) und dem apikalen Verschiebelappen mit Bindegewebstransplantat (ARFCT). Speziell untersucht wurde, inwieweit die größere Dicke der Alveolarkontur und die Höhe der keratinisierten Mukosa über 12 Monate stabil blieben.

Material und Methode

In die Studie wurden 32 systemisch gesunde Patienten eingeschlossen, die für eine implantatgetragene Rehabilitation an eine Privatklinik überwiesen wurden. Sie erhielten ein bis acht Implantate (Xive, Dentsply Friadent). Anhand der präoperativen Anatomie wurden die Patienten in drei Gruppen eingeteilt, deren Freilegungsoperation jeweils mit einem anderen Verfahren vorgenommen wurde (Tabelle 1). Die Patienten wurden je nach der Höhe der keratinisierten Mukosa und der unzureichenden Gewebedicke des angrenzenden Alveolarkamms auf die Behandlungsgruppen aufgeteilt. Postoperativ sollte die Höhe der keratinisierten Mukosa bei > 3 mm liegen. Bei der Freilegungsoperation wurden entweder ein RF (n = 10), ein ARF (n = 14) oder ein ARFCT (n = 8) gebildet. Die Operationen wurden wie folgt durchgeführt.

Vor Beginn spülten die Patienten den Mund für 1 min mit 10 ml Chlorhexidinlösung. Das Operationsfeld wurde mit Articain mit einem Adrenalinzusatz von 1:100000 (Ultracain DS forte, Novartis) anästhesiert. Bei allen drei Operationsverfahren wurden 6/0 resorbierbare monofile Fäden (Monocryl 6/0, Ethicon) verwendet. Zur postoperativen Schmerzkontrolle wurde Ibuprofen (400 mg) als Bedarfsmedikation verordnet. Zur Infektionskontrolle spülten die Patienten dreimal täglich mit 0,2 % Chlorhexidinlösung, bis die Fäden entfernt wurden.



Abb. 1a und 1b Apikaler Verschiebelappen in einem unbezahnten Oberkiefer.

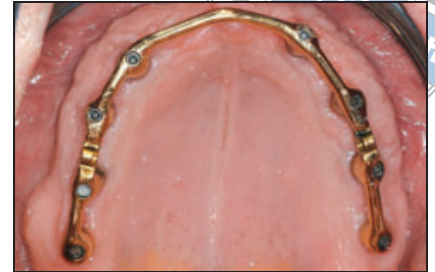
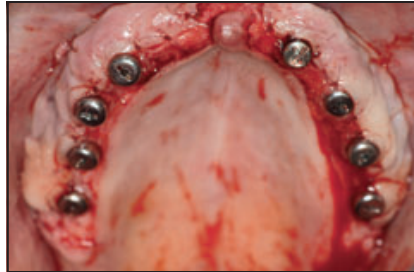


Abb. 1c Klinischer Befund und prothetische Versorgung 12 Monate postoperativ.



Abb. 2a und 2b Rolllappen zur Freilegung der Implantate links im Oberkiefer.

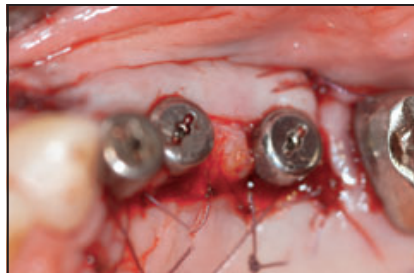


Abb. 2c Klinischer Befund und prothetische Versorgung 12 Monate postoperativ.

Der ARF wurde nach der Technik von Vence²⁷ durchgeführt (Abb. 1a bis c). Die initiale Inzision verlief 5 bis 10 mm palatinal vom Alveolarkamm. Es waren zwei vertikale, parallel verlaufende Entlastungsschnitte erforderlich. Zum Vestibulum hin wurde ein Teilschichtlappen präpariert, der die Mukogingivalgrenze einschloss, sodass er nach apikal verschoben werden konnte. Der Lappen wurde an den Abutmentschrauben, der lateralen Mukosa und dem bukkalen Periost vernäht.

Der Rolllappen wurde nach Israelsons und Plemons Modifikation²⁸ der Techniken von Abrams²⁹ sowie Scharf und Tarnow³⁰ durchgeführt (Abb. 2a bis c). Die palatinale horizontale Inzision erfolgte am oralen Implantatrand ohne Periostschlitung. Die Entlastungsschnitte wurden intrasulkulär oder paramarginal an der Interproximalgrenze des Implantats angelegt. Von der horizontalen Inzision aus wurde eine interne Abschrägung an-

gelegt, um das Bindegewebe zu mobilisieren. Das Periost wurde apikal und lateral getrennt und bis zum bukkalen Ende des Alveolarkamms ein Vollschichtlappen abgehoben, wo das Periost geschlitzt und bukkal ein Teilschichtlappen präpariert wurde. Die Bindegewebstasche wurde mit dem Bukkalappen vernäht und der bukkale und linguale Lappen nahe dem Implantat vernäht.

Der ARFCT wurde in der Technik von Khoury und Tunkel²⁴ durchgeführt (Abb. 3a bis d). Das Transplantat wurde unter Verwendung der horizontalen Inzision des Lappenzugangs von derselben Gaumenseite, der anderen Gaumenseite oder der Tuberositas gewonnen. Das Transplantatbett wurde wie beschrieben präpariert. Das Transplantat wurde mesial und distal befestigt und mit dem repositionierten Lappen abgedeckt. Die Naht des Lappens in korrekter koronaler Position wurde durch spezielle Einheilkappen mit Löchern

(Loop healing abutments, Dentsply Friadent) erleichtert.

Präoperativ wurde eine Abformung genommen und für die vertikale und horizontale Messung der Mukosa des Alveolarkamms vor der Freilegungsoperation eine Kunststoffschiene hergestellt. Die Schiene wurde im Untersuchungsbereich mit einem Abstandshalter versehen, damit sie auch nach der prothetischen Versorgung der vermessenen Implantate eingesetzt werden konnte (Abb. 4). Die Schiene wurde auf die verbliebenen unbehandelten Zähne oder auf den harten Gaumen eingesetzt. Die Messungen erfolgten mit einer Standard-Parodontalsonde (PCP-UNC 15, Hu-Friedy) und wurden auf den nächsten Millimeter gerundet. Alle Operationen wurden von den Autoren durchgeführt, die Messungen vom Erst- bzw. Zweitautor (demjenigen, der nicht operiert hatte). Um die Reproduzierbarkeit sicherzustellen, wurden von demselben

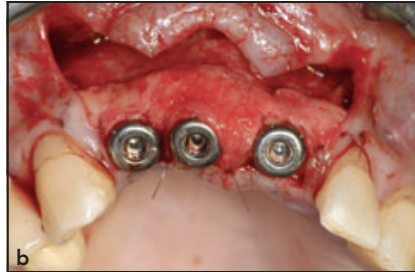


Abb. 3a bis c Apikaler Verschiebelappen und Bindegewebsstransplantat im oberen Frontzahnbereich.



Abb. 3d Klinischer Befund 12 Monate und 14 Tage postoperativ und prothetische Versorgung.



Abb. 4 Vorgefertigte Schiene mit Raum für verschiedene prothetische Restaurationen mit Bezugspunkten für wiederholte Messungen.

Patient berechnet, wobei der Patient die statistische Einheit war.

Statistische Auswertung

Postoperativ wurde die mittlere Zunahme der keratinisierten Mukosa (Δ KM) und der Gewebedicke (Δ V) untersucht, die einigermaßen symmetrisch verteilt war. Mittelwerte und Standardabweichungen wurden separat für den Zeitpunkt und den Behandlungsarm berechnet. Die Veränderungen der Ergebnisvariablen (Δ KM und Δ V) nach 12 Monaten gegenüber dem Ausgangswert wurden mit linearen Regressionsmodellen verglichen, wozu mit robusten Verfahren Standardfehler berechnet wurden, um die Cluster-Bildung der Implantate bei Patienten auszugleichen. Mit der F-Test-Statistik wurde ermittelt, ob sich diese temporalen Veränderungen mit der Behandlung verändern. Der F-Test beurteilt die Gleichheit der Mittelwerte mehrerer normalverteilter Populationen mit derselben Varianz. Der Student-t-Test beurteilt die Gleichheit der Mittelwerte von zwei Normalpopulationen mit unbekanntem oder gleichen

Varianzen. Die beiden Tests wurden wegen des Vergleichs zwischen den drei Behandlungsgruppen sowie von zwei weiteren Populationen (Gewebe bei Studienbeginn und nach 12 Monaten) verwendet. Wichtig ist, dass diese Tests bei der Verwendung mit zwei Populationen gleichwertig sind: Wird der F-Test zum Vergleich von zwei Gruppen verwendet, ist der t-Test seine Quadratwurzel.

Ergebnisse

Das mittlere Alter der Patienten betrug 43,2 Jahre (Bereich: 23 bis 65 Jahre), und es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. In die Studie eingeschlossen wurden 20 Frauen und 12 Männer. Insgesamt wurden 78 Implantate in den Oberkiefer gesetzt. Verwendet wurden in allen Fällen Xive-Implantate mit einer Länge von 11 bis 15 mm und einem Durchmesser von 3,4 bis 4,5 mm. Während der 12-monatigen Beobachtungsphase gab es ebenso wenig wie während der Freilegungsoperation einen Implantatmisserfolg. Alle 32 Patienten schlossen die Studie ab und wurden zu den vorgegebenen Zeitpunkten untersucht.

Untersucher zu anderen Zeitpunkten Wiederholungsmessungen vorgenommen, weswegen die Variabilität zwischen den Untersuchern auch nicht kontrolliert wurde. Wenn bei einem Patienten bei der Freilegungsoperation mehr als ein Implantat mit demselben Lappendesign vorhanden war, wurden alle Implantate vermessen und der mittlere Unterschied pro

Höhe der keratinisierten Mukosa

In der ARF-Gruppe betrug Δ KM unmittelbar nach der Freilegungsoperation 5,15 mm und beim Entfernen der Fäden 4,65 mm, nach drei Monaten 4,51 mm, nach sechs Monaten 4,70 mm und nach 12 Monaten 4,63 mm. In der ARFCT-Gruppe betrug Δ KM an denselben Zeitpunkten 5,00 mm, 5,12 mm, 4,48 mm, 4,33 mm sowie 4,10 mm. In der RF-Gruppe war die Zunahme mit 2,18 mm, 1,90 mm, 1,36 mm, 1,43 mm bzw. 1,35 mm geringer (Abb. 5). Die mittleren Veränderungen vom postoperativen Befund zum Befund nach 12 Monaten waren in den drei Gruppen signifikant unterschiedlich, variierten aber nicht im Laufe der Behandlung ($P = 0,37$; Tabellen 2 und 3).

Zunahme der Gewebedicke

In der ARF-Gruppe betrug Δ V unmittelbar nach dem Ende der Operation 1,46 mm. Nach dem Entfernen der Fäden betrug der Mittelwert 1,43 mm, nach drei Monaten 1,37 mm, nach sechs Monaten 1,34 mm und nach 12 Monaten 1,37 mm. In den beiden anderen Behandlungsgruppen war Δ V größer, wobei die RF-Gruppe an den jeweiligen Messzeitpunkten 2,86 mm, 2,97 mm, 2,41 mm, 2,41 mm und 2,41 mm erreichte. Noch größer war Δ V in der ARFCT-Gruppe mit 3,31 mm, 3,69 mm, 3,15 mm, 3,10 mm und 3,10 mm. Die Veränderungen zwischen den Messungen nach der Operation und 12 Monate postoperativ waren für die ARF- und ARFCT-Gruppe statistisch signifikant, nicht jedoch für die RF-Gruppe (Tabelle 4). Die Unterschiede zwischen den Behandlungen waren statistisch signifikant ($P < 0,001$; Tabelle 5). Der grafische Vergleich der Veränderungen in den drei Gruppen

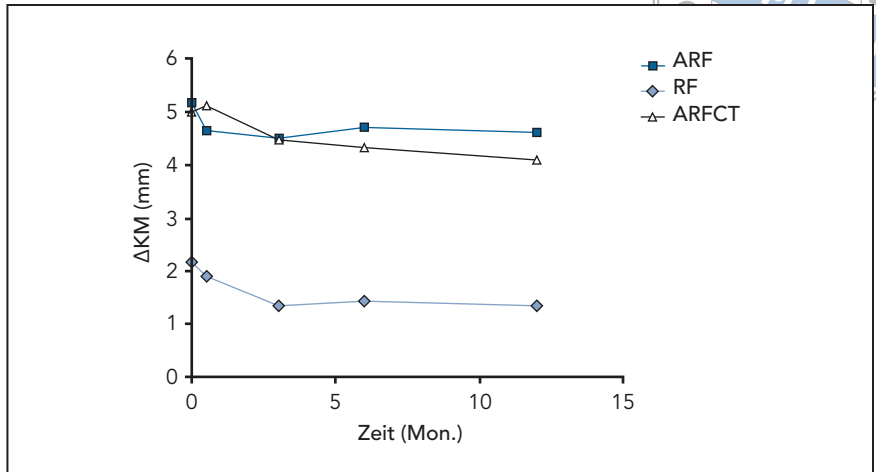


Abb. 5 Intergruppenvergleich von Δ KM postoperativ nach 14 Tagen sowie 3, 6 und 12 Monaten, aufgeschlüsselt nach Behandlungsgruppen.

Tabelle 2 Vergleich von Δ KM postoperativ und nach 12 Monaten

	Unterschied	95 % Konfidenzintervall	P*
ARF	0,52	-0,51 bis 1,55	0,31
RF	0,83	-0,18 bis 1,83	0,10
ARFCT	0,90	-0,40 bis 2,19	0,16

Δ KM = mittlere Zunahme der keratinisierten Mukosa.
*t-Test der behandlungsspezifischen Unterschiede.

Tabelle 3 Intergruppenvergleich von Δ KM nach 12 Monaten

	Unterschied	95 % Konfidenzintervall	P*
RF vs ARF	-3,27	-4,38 bis -2,17	< 0,001
ARFCT vs ARF	-0,52	-1,83 bis 0,78	0,420
ARFCT vs RF	2,75	1,33 bis 4,17	< 0,001

Δ KM = mittlere Zunahme der keratinisierten Mukosa.
*F-Test, $P < 0,001$, Varianzanalyse, t-Test mit linearem Regressionsmodell.



Tabelle 4 Vergleich von ΔV postoperativ und nach 12 Monaten			
	Unterschied	95 % Konfidenzintervall	P*
ARF	0,08	-0,54 bis 0,71	0,79
RF	0,45	-0,56 bis 1,46	0,37
ARFCT	0,21	-0,71 bis 1,12	0,63

ΔV = mittlere Zunahme der Gewebedicke.

*t-Test der behandlungsspezifischen Unterschiede.

Tabelle 5 Intergruppenvergleich von ΔV nach 12 Monaten			
	Unterschied	95 % Konfidenzintervall	P*
RF vs ARF	1,04	0,23 bis 1,85	0,010
ARFCT vs ARF	1,73	0,78 bis 2,69	0,001
ARFCT vs RF	0,69	-0,35 bis 1,74	0,190

ΔV = mittlere Zunahme der Gewebedicke.

*F-Test, P < 0,001, Varianzanalyse, t-Test mit linearem Regressionsmodell.

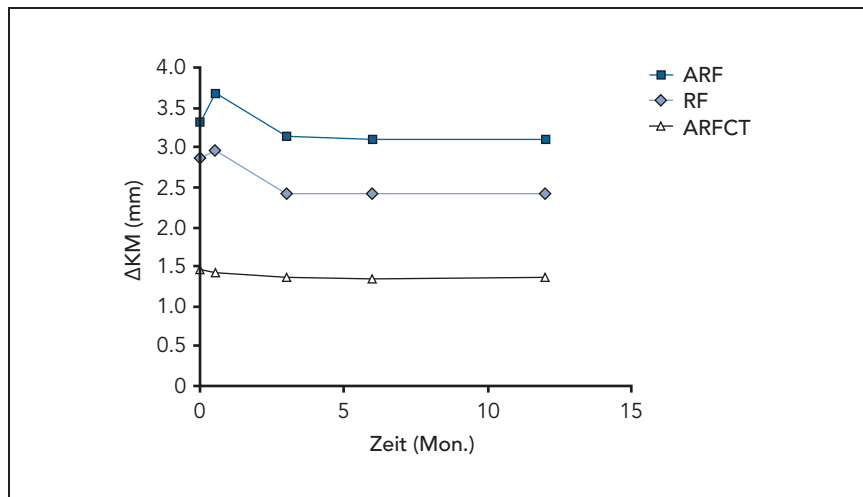


Abb. 6 Intergruppenvergleich von ΔV postoperativ nach 14 Tagen sowie 3, 6 und 12 Monaten, aufgeschlüsselt nach Behandlungsgruppen.

nach 12 Monaten gegenüber dem Ausgangswert bestätigt diese Unterschiede (Abb. 6).

Diskussion

In dieser klinischen Studie wurden die klinischen Ergebnisse und ihre

Stabilität 12 Monate nach der Freilegungsoperation untersucht. Für diese Operation wurden drei verschiedene Verfahren angewandt: der Verschiebelappen (ARF), der Rolllappen (RF) und der apikale Verschiebelappen mit Bindegewebstransplantat (ARFCT). Alle diese Verfahren wurden bereits vor mehreren Jahren beschrie-

ben^{22,24,27,31,33}. Ihre Ergebnisse und deren Stabilität wurden jedoch nach dem Wissen der Autoren noch nie in klinischen Studien verglichen.

Alle in dieser klinischen Studie gesetzten Implantate wurden nach allgemein akzeptierten anatomischen Erfordernissen platziert. Sofern erforderlich, wurden vor oder während der Implantation Knochenaugmentationen mit autologen Knochenblocktransplantaten bzw. Sinusbodenelevationen durchgeführt. So wurde die korrekte dreidimensionale Ausrichtung des Implantats ermöglicht und mithilfe der Schienen, die den Anforderungen der Versorgung entsprachen, kontrolliert. Bei den in diese Studie aufgenommenen Patienten war vor der Freilegungsoperation entweder eine operative Korrektur des Weichgewebsvolumens indiziert oder die keratinisierte Mukosa war unzureichend oder beides. Daher richtete sich die Wahl des Operationsverfahrens nach der präoperativen Anatomie und erfolgte nicht randomisiert.

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass mit dem jeweiligen Operationsverfahren das erwartete Ergebnis erreicht wurde: eine Zunahme der keratinisierten Mukosa durch den ARF, eine Zunahme der Gewebedicke durch den RF und eine Kombination von beidem mit dem ARFCT. Daher ist eine Auswahl des Verfahrens anhand der anatomischen Gegebenheiten möglich. Von besonderem Interesse war die Frage, ob die erzielten Weichgewebsergebnisse über ein Jahr stabil bleiben würden. Die 12-monatige Beobachtungsphase wurde initial gewählt, da Daten von anderen parodontalen operativen Weichgewebungsverfahren, z. B. der Kronenverlängerung oder Wurzeldeckung, für mindestens ein Jahr postoperativ stabile Ergebnisse aufwiesen³³⁻³⁵. Wichtig ist jedoch, dass die Weichgewebsschrumpfung im zweiten Beobachtungsjahr zuneh-

men kann³⁶. Eine Untersuchung der Ergebnisse von operativen Verfahren zum Weichgewebsmanagement wäre bei einer Dauer von mehr als fünf Jahren nicht von Nutzen, da biologische Komplikationen (z. B. eine Periimplantitis) des Weichgewebsprofils an einer implantatgetragenen Restauration einen echten Rückfall maskieren würden. Diese Komplikationen nehmen zwischen dem sechsten und neunten Jahr nach der Implantation zu³⁷⁻³⁹.

Die Ergebnisse aller drei in dieser Studie untersuchten Operationsverfahren waren nach 12-monatiger Heilung stabil. Zwischen dem Entfernen der Fäden und der Kontrolle nach drei Monaten wurde vor allem nach dem ARFCT-Verfahren eine Abnahme der Gewebedicke registriert, die vermutlich aufgrund eines postoperativen Ödems anfälliger für eine Schrumpfung war. Anschließend blieb das Weichgewebe für ein Jahr stabil. Daher sollte die prothetische Versorgung in einer ästhetisch anspruchsvollen Situation erst drei Monate nach der Freilegungsoperation erfolgen.

Schlussfolgerungen

In dieser Studie wurden die Gewebedicke und die keratinisierte Mukosa nach einer Freilegungsoperation mit ARF, RF oder ARFCT erhöht. Aufgrund der vorgelegten Ergebnisse sollten bei unzureichender Gewebedicke ein RF oder ARF durchgeführt werden, während bei fehlender keratinisierter Mukosa ein ARF mit oder ohne Bindegewebstransplantat indiziert ist. Wenn eine Zunahme der keratinisierten Mukosa und der Gewebedicke erforderlich ist, kann ein ARFCT empfohlen werden. Nach einer Heilungsphase von etwa drei Monaten blieben die Ergebnisse über eine Beobachtungsphase von einem Jahr stabil.

Danksagung und Interessenerklärung

Die Autoren danken Prof. Dr. Bianca de Stavola, Department of Epidemiology and Population Health, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, Großbritannien, für ihre wertvollen Beiträge zur statistischen Auswertung. Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3:81-100.
2. Rosenquist B. A comparison of various methods of soft tissue management following the immediate placement of implants into extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:43-51.
3. Lang NP, Loe H. The relationship between the width of keratinized gingiva and gingival health. *J Periodontol* 1972; 43:623-627.
4. McKinney RV Jr, Stefflick DE, Koth DL, Singh BB. The scientific basis for dental implant therapy. *J Dent Educ* 1988;52: 696-705.
5. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* 1981;9:15-25.
6. Squier CA. The permeability of keratinized and nonkeratinized oral epithelium to horseradish peroxidase. *J Ultrastruct Res* 1973;43:160-177.
7. Squier CA, Rooney L. The permeability of keratinized and nonkeratinized oral epithelium to lanthanum in vivo. *J Ultrastruct Res* 1976;54:286-295.
8. Alpert A. A rationale for attached gingiva at the soft-tissue/implant interface: Esthetic and functional dictates. *Compendium* 1994;15:356-362.
9. Artzi Z, Tal H, Moses O, Kozlovsky A. Mucosal considerations for osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* 1993;70:427-432.

10. 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* 1995;6:131-138.
11. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10: 387-416.
12. 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* 1986;1:11-25.
13. Bengazi F, Wennström JL, Lekholm U. Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:303-310.
14. Chung DM, Oh TJ, Lee J, Misch CE, Wang HL. Factors affecting late implant bone loss: A retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:117-126.
15. Chung DM, Oh TJ, Shotwell JL, Misch CE, Wang HL. Significance of keratinized mucosa in maintenance of dental implants with different surfaces. *J Periodontol* 2006;77:1410-1420.
16. Strub JR, Gaberthüel TW, Grunder U. The role of attached gingiva in the health of peri-implant tissue in dogs. 1. Clinical findings. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1991;11:317-333.
17. Wennström JL, Bengazi F, Lekholm U. The influence of the masticatory mucosa on the peri-implant soft tissue condition. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:1-8.
18. Zarb G, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: The Toronto study. Part 3: Problems and complications encountered. *J Prosthet Dent* 1990;64:185-194.
19. Allen AL. Use of the suprapariosteal envelope in soft tissue grafting for root coverage. II. Clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:302-315.
20. Nentwig GH, Cacai C, Ferstl W, Klaus R. Zur Freilegung subgingival eingeeilter enossaler Implantate im sichtbaren Bereich des Oberkiefers [in German]. *Z Zahnärztl Implantol* 1995;11:183-186.
21. Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: Anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):43-61.

22. Khoury F, Happe A. Weichgewebsmanagement in der oralen Implantologie – eine übersicht über klinisch relevante operationstechniken zur schaffung einer ästhetisch-funktionellen periimplantären Weichgewebssituation I. *Quintessenz* 1998;49:861–868.
23. Khoury F, Happe A. Weichgewebsmanagement in der oralen Implantologie – eine übersicht über klinisch relevante operationstechniken zur schaffung einer ästhetisch-funktionellen periimplantären weichgewebssituation II [in German]. *Quintessenz* 1998;49:969–977.
24. Khoury F, Tunkel J. Bone augmentation and soft tissue management. In: Khoury F, Antoun H, Missika P (eds). *Bone Augmentation in Oral Implantology*. Chicago: Quintessence, 2007:75–114.
25. Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C. Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. *J Periodontol* 2001;72:1364–1371.
26. Pradeep AR, Karthikeyan BV. Peri-implant papilla reconstruction: Realities and limitations. *J Periodontol* 2006;77:534–544.
27. Vence MG. Die vestibuläre verschiebung des palatinalen lappens in der implantologie [in German]. *Quintessenz* 1992;43:1569–1577.
28. Israelson H, Plemons J. Dental implants, regenerative techniques, and periodontal plastic surgery to restore maxillary anterior esthetics. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:555–561.
29. Abrams L. Augmentation of the deformed residual edentulous ridge for fixed prosthesis. *Compend Cont Educ Dent* 1980;1:205–213.
30. Scharf DR, Tarnow DP. Modified roll technique for localized alveolar ridge augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:415–425.
31. Adriaenssens P, Hermans M, Ingber A, Prestipino V, Daelemans P, Malevez C. Palatal sliding strip flap: Soft tissue management to restore maxillary anterior esthetics at stage 2 surgery: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:30–36.
32. 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* 2000;15:415–418.
33. Brägger U, Lauchenauer D, Lang NP. Surgical lengthening of the clinical crown. *J Clin Periodontol* 1992;19:58–63.
34. Oates TW, Robinson M, Gunsolley JC. Surgical therapies for the treatment of gingival recession. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:303–320.
35. Pontoriero R, Carnevale G. Surgical crown lengthening: A 12-month clinical wound healing study. *J Periodontol* 2001;72:841–848.
36. Oates TW, West J, Jones J, Kaiser D, Cochran DL. Long-term changes in soft tissue height on the facial surface of dental implants. *Implant Dent* 2002;11:272–279.
37. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part I: Implant loss and associations to various factors. *J Clin Periodontol* 2006;33:283–289.
38. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: Presence of peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:290–295.
39. Roos-Jansåker AM, Renvert H, Lindahl C, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: Factors associated with peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:296–301.

