

Heilung von gingivalen Rezessionen bei Verwendung einer Kollagenmembran mit einem demineralisierten Xenotransplantat: Eine randomisierte kontrollierte klinische Studie



Daniele Cardaropoli, DDS*

Giuseppe Cardaropoli, DDS, PhD**

In dieser Studie wurden die Ergebnisse nach der Behandlung von gingivalen Rezessionen entweder nur mit einem koronal verschobenen Lappen (CAF) oder in der Kombination mit einer bioresorbierbaren Membran und einem demineralisierten Xenotransplantat (GTRF) verglichen. 16 Nichtraucher mit 20 bukkalen gingivalen Rezessionsdefekten der Miller-Klassen I und II an Eckzähnen oder Prämolaren wurden in die Studie aufgenommen. Die Bereiche wurden nach dem Zufallsprinzip entweder für die CAF-Behandlung (Kontrolle, n = 10) oder für die GTRF-Behandlung (Test, n = 10) eingeteilt. Sie wurden in der Ausgangssituation und sechs Monate nach dem Eingriff untersucht. Beide Behandlungen führten zu einer signifikanten Reduzierung der Rezession und Zunahme des klinischen Attachmentlevels. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungen. Bei den Sondierungstiefen wurden innerhalb und zwischen den Gruppen keine Unterschiede festgestellt. Die Zunahme des keratinisierten Gewebes von der Ausgangssituation bis zu sechs Monaten war in der GTRF-Gruppe etwas größer als in der CAF-Gruppe, aber nicht statistisch signifikant. In der GTRF-Gruppe gab es von der Ausgangssituation bis zur Untersuchung nach sechs Monaten eine statistisch signifikante Zunahme der Gingivadicke. In der CAF-Gruppe wurde nur eine geringe Zunahme festgestellt. Der Unterschied zwischen den Gruppen war statistisch signifikant. Beide Verfahren sind eine prognostizierbare, einfache und günstige Möglichkeit der Wurzeldeckung bei Rezessionsdefekten der Miller-Klassen I und II. Mit dem GTRF-Verfahren wurde allerdings mehr keratinisiertes Gewebe und eine signifikante Zunahme der Gingivadicke erreicht als mit dem CAF-Verfahren. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2009;29:59–68.)

* Privatpraxis, Turin, Italien.

** Direktor Experimentelle Forschung, Abteilung für Parodontologie und Implantologie, New York University College of Dentistry, New York University, USA.

Korrespondenz an: Daniele Cardaropoli, Via Baltimora 122, 10137 Turin, Italien;
 Fax: +39-011-32-36-83; E-Mail: dacardar@tin.it

Die gingivale Rezession wird allgemein als apikale Verlagerung des Zahnfleischrands zur Schmelz-Zement-Grenze (SZG) definiert, bei der die Wurzeloberfläche freigelegt wird¹. Laut Albandar und Kingman² haben schätzungsweise 22,5 % der Bevölkerung eine Rezession an einer oder mehreren Zahnoberflächen. Die Probleme im Zusammenhang mit einer gingivalen Rezession äußern sich in einer beeinträchtigten Ästhetik, Wurzelüberempfindlichkeit, häufiger auftretenden Wurzelkaries und erschwerten Plaquebeseitigung³. Die Behandlung einer gingivalen Rezession erfolgt als mukogingivale Therapie. Dazu gehören chirurgische und nicht chirurgische Verfahren (parodontale plastische Chirurgie, Mundhygiene, kieferorthopädische Therapie) zur Korrektur der Weichgewebedefekte¹. Die Behandlung der bukkalen Weichgewebedefekte zielt hauptsächlich auf den Aufbau der gingivalen Architektur ab. In manchen Fällen ist gleichzeitig eine Behandlung zur Erhöhung der Menge des keratinisierten Gewebes indiziert. Gingivale Rezessionen werden also aus ästhetischen Gründen und wegen der Überempfindlichkeit der Wurzel behandelt.

Zur Wurzeldeckung werden verschiedene chirurgische Techniken

vorgeschlagen. Mit einem gestielten Lappen, der koronal oder lateral verschoben wird, oder freien Gewebetransplantaten sowie mit kombinierten Verfahren wie einem subepithelialen Bindegewebsstransplantat können prognostizierbare Ergebnisse erzielt werden. Das Ergebnis der Behandlung kann jedoch die Bildung eines langen Saumepithels mit Bindegewebsattachment in unterschiedlichem Umfang sein⁴. Außerdem können die Transplantatverfahren mit einer hohen Morbidität verbunden sein, weil ein zweiter Eingriffsbereich erforderlich ist, postoperativ Blutungen und Schmerzen auftreten können und vielleicht nur begrenzt Spendermaterial vorhanden ist.

Aus Fallberichten und klinischen Studien geht hervor, dass die Prinzipien der gesteuerten Geweberegeneration (GTR) auch zur Förderung der Wurzeldeckung eingesetzt werden können. Es werden verschiedene nicht resorbierbare und resorbierbare Barrieremembranen verwendet. Die klinischen Ergebnisse sind ähnlich wie bei den herkömmlichen Verfahren. Außerdem kann die GTR möglicherweise zur Bildung von neuem Attachment führen^{5, 6}. Bei der Verwendung von nicht resorbierbaren Membranen ist für die Membrantfernung ein zweiter chirurgischer Eingriff notwendig. Das erhöht möglicherweise die Morbidität und ist ein Risiko für das Ergebnis. In Studien, in denen nicht resorbierbare mit resorbierbaren Membranen verglichen wurden, ergaben sich allerdings auch ähnliche Ergebnisse^{7, 8}. Bei den resorbierbaren Barrieren haben Kollagenmembranen gute Eigenschaften bewiesen, die zu positiven klinischen Ergebnissen führten⁸. Für den Erfolg der GTR-Techniken ist es entscheidend, dass zwischen der Wurzeloberfläche und den darüberlie-

genden GTR-Barrieren Platz geschaffen wird. Das fördert die Migration der Zellen zur Wurzeloberfläche, um neues Zement und neues parodontales Ligament zu bilden. Bei Wurzeldeckungsverfahren ist es sehr schwierig, den Platz unter der Membran zu erhalten, weil die Membran dazu neigt, zur Wurzeloberfläche hin zu kollabieren. Durch die Verwendung eines Knochenstransplantats unter der Membran kann ihrem Kollaps zur Wurzel hin vorgebeugt werden. Außerdem sorgt dies für die Stabilisierung des Koagulums und stimuliert möglicherweise die Zellproliferation⁹⁻¹¹.

In der vorliegenden prospektiven randomisierten kontrollierten klinischen Studie wird die Wirksamkeit von zwei chirurgischen Techniken (koronal verschobener Lappen (CAF) allein oder in Kombination mit einer resorbierbaren Membran und einem demineralisierten Xenotransplantat (GTRF)) zur Behandlung von gingivalen Rezessionen verglichen.

Material und Methode

Patienten und Defektbehandlung

16 erwachsene Patienten (neun Männer und sieben Frauen im Alter von 18 bis 54 Jahren (Durchschnitt: $33,06 \pm 12,20$ Jahre)) wurden in die Studie aufgenommen. Die Patienten waren systemisch gesunde Nichtraucher ohne Kontraindikation gegen eine parodontalchirurgische Behandlung. Sie hatten jeder an einem oberen Eckzahn oder Prämolarkind mindestens eine bukkale Rezession der Miller-Klasse I oder II¹², die mindestens 2 mm maß (Abb. 1a). Insgesamt wurden 20 Rezessionsdefekte behandelt. Alle Patienten erhielten vor der Aufnahme in die Studie eine Parodontaluntersuchung mit professioneller Zahnreini-

gung, Scaling und Polieren. Sie erhielten Anweisungen zur Mundhygiene (die Verwendung einer weichen Zahnbürste mit einer nicht traumatisierenden Putztechnik wurde empfohlen).

In der Ausgangssituation betrug die Sondierungstiefe an allen Stellen ≤ 3 mm. Es traten keine Sondierungsblutungen auf. 10 Defekte wurden nach dem Zufallsprinzip (Werfen einer Münze) für die CAF-Behandlung (Kontrolle) eingeteilt. Die übrigen 10 Defekte wurden mit der GTRF-Methode (Test) behandelt. Als Barriere wurde eine Kollagenmembran (Evolution, TecnoSS Dental) verwendet. Das Knochenersatzmaterial war ein demineralisiertes Xenotransplantat (Gel 40, TecnoSS Dental).

Klinische Messungen und Analyse

Die klinischen Messwerte wurden mit einer kalibrierten Parodontalsonde (PCP-15, Hu-Friedy) bis auf die nächsten 0,5 mm erhoben. In der Ausgangssituation und sechs Monate nach dem Eingriff wurden an jeder Stelle die folgenden Parameter gemessen: Rezessionstiefe (REC), Sondierungstiefe (PPD), klinischer Attachmentlevel (CAL) und Breite des keratinisierten Gewebes (KG). Außerdem wurde an einer bukkalen Stelle 1 mm apikal zum Boden des Sulkus mit einem endodontischen Reamer Nr. 159 die Gingivadicke (GD) gemessen. Für jeden Parameter wurden bei der Eingangs- und Abschlussuntersuchung die Durchschnittswerte und die Standardabweichungen für beide Gruppen errechnet. Der Student t-Test wurde verwendet, um die prä- und postoperativen Ergebnisse zu vergleichen. Die Signifikanz wurde bei $P < 0,001$ verzeichnet.

Chirurgisches Vorgehen

Im Anschluss an die örtliche Betäubung erfolgte an der bukkalen Seite des betroffenen Zahns eine einleitende intrasulkuläre Inzision. Dann erfolgten ohne Beeinträchtigung des Gingivarands der beiden Nachbarzähne zwei leicht divergierende vertikale Entlastungsschnitte, die über die Mukogingivalgrenze hinausgingen (Abb. 1b). Anschließend wurde bis zur Mukogingivalgrenze ein trapezförmiger Lappen voller Dicke gelöst. Ab der Mukogingivalgrenze wurde nach Inzisionen ins Periost weiter apikal ein Lappen gespaltener Dicke gelöst. Das Periost an der Basis des Lappens wurde entfernt und der Lappen wurde untertunnelt, bis eine spannungsfreie koronale Verschiebung möglich war. Um für den verschobenen Lappen ein Empfängerbett zu schaffen, wurden die benachbarten Papillen deepithelisiert. Die freiliegende betroffene Wurzeloberfläche wurde mit Ultraschall- und/oder Handinstrumenten von Zahnstein befreit und geglättet, um eine nicht kontaminierte, glatte, plane Oberfläche zu erzeugen (Abb. 1c)¹³. Für die Testareale wurde nun die Kollagenmembran so zugeschnitten, dass mindestens 1 mm des umliegenden Gewebes bedeckt wurde. Dann wurde die Membran auf der Höhe der SZG inseriert und vernäht (Abb. 1d).

Das mit Kollagen vermischte Xenotransplantat wurde unter der Membran inseriert, sodass es in Kontakt zur Wurzeloberfläche stand und eine gleichmäßige Schicht von etwa 1 mm Dicke bildete (Abb. 1e). Dann wurde der gestielte Lappen mit einer doppelten Umschlingungsnaht¹⁴ an der SZG positioniert und die Entlastungsschnitte wurden für den vollständigen primären Wundverschluss des Bereichs vernäht

(Abb. 1f). Zwei Wochen nach dem Eingriff wurden die Fäden entfernt (Abb. 1g). Die Patienten wurden eine, zwei und vier Wochen sowie drei und sechs Monate postoperativ zum Follow-up bestellt (Abb. 1h).

Die Behandlung eines Kontrollbereichs ist in Abbildung 2 dargestellt.



Abb. 1 Testbereich, der mit der GTR zur Wurzeldeckung, also mit einer Kollagenmembran und einem mit Kollagen vermischten Xenotransplantat behandelt wurde.

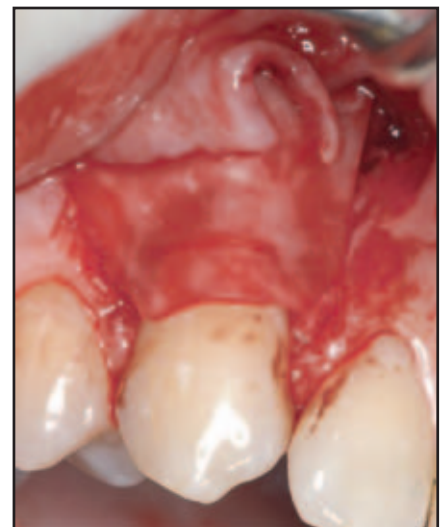
Abb. 1a Intraorales Foto der Ausgangssituation, das die bukkale gingivale Rezession am oberen rechten Eckzahn zeigt.

Abb. 1b Lappen mit zwei divergierenden vertikalen Inzisionen.



Abb. 1c Der Lappen wurde gelöst, die Wurzeloberfläche kürettiert und die Papillen wurden deepithelisiert.

Abb. 1d Die Kollagenmembran wurde zugeschnitten, auf die Wurzeloberfläche gelegt und mit 5-0 Nähten fixiert.



Ergebnisse

In dieser Studie wurden 20 Defekte der Miller-Klassen I und II behandelt. Die Kontrollgruppe umfasste sieben Eckzähne, zwei erste Prämolare und einen zweiten Prämolar. Zur Testgruppe gehörten sechs Eckzähne

und vier erste Molare. 16 Patienten wurden in die Studie aufgenommen (sieben in der Kontroll- und neun in der Testgruppe). Alle Patienten kamen zum Follow-up. Tabelle 1 zeigt die klinischen Parameter in der Ausgangssituation und nach sechs Monaten.

Die Einheilung verlief bei allen Patienten ohne Komplikationen. Es gab keine Membranfreilegung. In der Ausgangssituation wurden zwischen den Studiengruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt. In der Testgruppe nahm die REC von $2,50 \pm 0,71$ mm auf $0,15$



Abb. 1e Das gelförmige, mit Kollagen vermischte Xenotransplantat wurde mit einer sterilen Spritze unter die Membran appliziert.

Abb. 1f Der Lappen wurde koronal verschoben und vernäht.



Abb. 1g Bereich nach 2 Wochen Heilung.

Abb. 1h Bereich nach 6 Monaten Heilung. Die gute Adaption und vollständige Wurzeldeckung sind zu erkennen.



$\pm 0,24$ mm ab. Das ist ein Unterschied von $2,35 \pm 0,78$ mm. In der Kontrollgruppe nahm die REC von $2,70 \pm 0,54$ mm auf $0,20 \pm 0,26$ mm ab. Das ist ein Unterschied von $2,50 \pm 0,28$ mm. Bei der REC wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt

($0,15 \pm 0,82$ mm zugunsten der Kontrollgruppe; $P = 0,576$). Allerdings zeigten beide gegenüber der Ausgangssituation eine statistisch signifikante Reduzierung der REC.

Die prozentuale Wurzeldeckung betrug in der Testgruppe $93,33 \% \pm 10,97 \%$ und in der Kontrollgruppe

$92,49 \% \pm 9,97 \%$. Bei sieben der 10 Testbereiche (70 %) wurde eine Wurzeldeckung von 100 % erzielt, bei einem eine Wurzeldeckung von 83,33 % und zwei erreichten 75 %. Bei sechs der 10 Kontrollbereiche (60 %) wurde eine Wurzeldeckung von 100 % erzielt, bei drei wurden

Abb. 2 Kontrollbereich. Mukogingivaleingriff zur Wurzeldeckung, bei dem nur ein koronal verschobener Lappen verwendet wurde.



Abb. 2a Intraorales Foto der Ausgangssituation, das die bukkale gingivale Rezession am oberen linken ersten Prämolare zeigt.

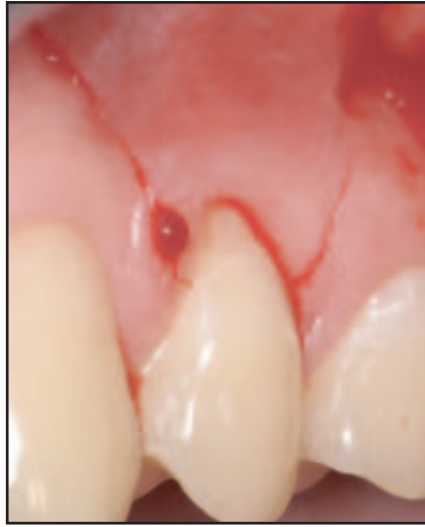


Abb. 2b Lappen mit zwei divergierenden vertikalen Inzisionen.



Abb. 2c Ein Lappen wurde gelöst und die Wurzeloberfläche wurde kurettiert.



Abb. 2d Der Lappen wurde koronal verschoben und mit 5-0 Nähten fixiert.



Abb. 2e Bereich nach 4 Wochen Heilung.



Abb. 2f Bereich nach 6 Monaten Heilung. Die gute Adaption und vollständige Wurzeldeckung sind zu erkennen.

Tabelle 1 Parodontale Parameter in der Ausgangssituation und 6 Monate postoperativ (Durchschnittswerte \pm SA in mm)

Parameter/Zeit	CAF	GTRF	Differenz (CAF – GTRF)
Rezession			
Ausgangssituation	2,70 \pm 0,54	2,50 \pm 0,71	0,20 \pm 0,75
6 Mon.	0,20 \pm 0,26	0,15 \pm 0,24	0,05 \pm 0,28
Differenz (Anfang–6 Mon.)	2,50 \pm 0,28*	2,35 \pm 0,78*	0,15 \pm 0,82
Sondierungstiefe			
Ausgangssituation	1,25 \pm 0,35	1,20 \pm 0,35	0,05 \pm 0,55
6 Mon.	1,30 \pm 0,35	1,30 \pm 0,42	0,00 \pm 0,47
Differenz (Anfang–6 Mon.)	0,05 \pm 0,15	0,10 \pm 0,21	-0,05 \pm 0,28
Keratinisierte Gingiva			
Ausgangssituation	2,60 \pm 0,66	2,45 \pm 0,72	0,15 \pm 0,82
6 Mon.	3,15 \pm 0,91	3,25 \pm 0,63	-0,10 \pm 0,94
Differenz (Anfang–6 Mon.)	0,55 \pm 0,55	0,80 \pm 0,54	-0,25 \pm 0,35
Gingivadicke			
Ausgangssituation	0,93 \pm 0,21	0,85 \pm 0,17	0,07 \pm 0,31
6 Mon.	1,10 \pm 0,21	1,73 \pm 0,30	-0,63 \pm 0,40*
Differenz (Anfang–6 Mon.)	0,17 \pm 0,12	0,88 \pm 0,18*	-0,71 \pm 0,21*

*Statistisch signifikante Differenz bei $P < 0,001$.

83,33 % und bei einem 75 % erreicht.

Der CAL zeigte bei beiden Gruppen nach sechs Monaten eine signifikante Zunahme: 2,25 \pm 0,79 mm in der Testgruppe und in der Kontrollgruppe 2,45 \pm 0,60 mm. Bei den PPD-Werten wurden zu keinem Zeitpunkt Veränderungen oder Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. In beiden Gruppen gab es Zunahmen (nicht statistisch signifikant) bei der KG: in der Testgruppe eine Zunahme von 0,80 \pm 0,54 mm und in der Kontrollgruppe 0,55 \pm 0,55 mm. Bei den KG-Werten gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

In der Testgruppe betrug die GD anfangs 0,85 \pm 0,17 mm und zum Abschluss 1,73 \pm 0,30 mm. Der Unterschied betrug 0,88 \pm 0,18 mm. Das war statistisch signifikant ($P < 0,000$). Die Kontrollgruppe zeigte

eine nicht signifikante Zunahme der GD von 0,17 \pm 0,12 mm (Ausgangssituation: 0,93 \pm 0,21 mm, sechs Monate: 1,10 \pm 0,21 mm). Der Vergleich der GD-Zunahme zwischen den beiden Gruppen ergab einen signifikanten Unterschied von 0,71 \pm 0,21 mm zugunsten der GTRF-Areale ($P < 0,000$).

Diskussion

Hauptziel der mukogingivalen Chirurgie ist es, gingivale Rezessionen zu behandeln, die die Ästhetik des Patienten beeinträchtigen. In den letzten Jahren wurden in mehreren Studien verschiedene chirurgische Methoden verglichen und erfolgreiche Ergebnisse verzeichnet^{14–18}. In der vorliegenden randomisierten kontrollierten klinischen Studie wurden die klinischen Ergebnisse der herkömmlichen CAF-Technik mit de-

nen einer regenerativen Technik verglichen, bei der eine Kollagenmembran und ein demineralisiertes Xenotransplantat (GTRF) zur Behandlung von bukkalen Rezessionen des Gingivarands verwendet wurde. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass sowohl mit CAF- als auch mit GTRF-Verfahren eine erfolgreiche Behandlung von Rezessionsdefekten möglich ist. Das bestätigt frühere Ergebnisse^{14–19}.

Die REC-Reduzierung und CAL-Zunahme waren in beiden Gruppen signifikant. Es gab keinen Unterschied zwischen Test- und Kontrollbereichen. Die Ergebnisse der Zunahme bei den KG-Werten waren für die GTRF-Gruppe günstiger, aber der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war bei diesem Parameter nicht statistisch signifikant.

Die prozentuale Wurzeldeckung betrug in beiden Gruppen insgesamt mehr als 90 %. Dieses Ergebnis

war genauso günstig wie andere Ergebnisse, von denen mehrere Autoren berichtet haben^{17, 20-24}. Vermutlich haben die CAL-Zunahmen im Zusammenhang mit einer fehlenden Veränderung der Sondierungstiefe etwas mit einem neuen Attachment an der Wurzel zu tun. Um diese Annahme zu bestätigen, müsste allerdings eine histologische Analyse durchgeführt werden. Die Zunahme der KG stimmt mit den meisten anderen Studien überein, in denen zur Behandlung von gingivalen Rezessionen GTR-Techniken verwendet wurden^{16, 25, 26}. Die KG-Zunahme sollte mit der Gewebereifung nach der Einheilung korreliert werden, ebenso damit, dass die Mukogingivalgrenze dazu neigt, ihre genetisch bestimmte Position beizubehalten^{27, 28}. Eine weitere Erklärung für die KG-Zunahme könnte die Qualität der Gewebeheilung unter dem Lappen sein, da die induktiven Eigenschaften des parodontalen Ligaments, die durch das regenerative Verfahren ausgelöst werden, eine Oberflächenkeratinisierung veranlassen können^{27, 28}. In neueren Studien und histologischen Analysen wurde das Vorhandensein von neuem Bindegewebsattachment mit Fasern des parodontalen Ligaments, die funktionell in neuen Knochen und Zement inserierten, bestätigt^{29, 30}. In der vorliegenden Studie ist vermutlich die erhöhte Oberflächenkeratinisierung ein Zeichen dafür, dass die Heilung, die mit der Membraninsertion erzielt wurde, in gewissem Maß eine Geweberegeneration ist.

Der Unterschied zwischen den GD-Werten der Ausgangssituation und der abschließenden Untersuchung in der Kontrollgruppe war statistisch nicht signifikant. In der Testgruppe hingegen war er signifikant. Außerdem war der Unterschied bei der abschließenden GD-

Zunahme zwischen den Gruppen zugunsten der GTRF-Areale signifikant. Offenbar führt bei der Behandlung einer gingivalen Rezession die Verwendung einer Kollagenmembran, die durch ein Xenotransplantat abgestützt wird, zu einer Erhöhung der Gewebedicke, wenn dies zusammen mit einem CAF erfolgt. Da die Stabilisierung des Fibrinkoagulums eine Bedingung für eine regelrechte Heilung ist, kann die Verwendung einer Membran sinnvoll sein, um die Wundstabilität zu verbessern und das Koagulum vor äußeren Zugkräften zu schützen. Hypothetisch gesehen könnte die Verwendung eines Transplantats zur Stabilität des Regenerationsgewebes beitragen und die Spannung des reifenden Koagulums mindern. Außerdem ist der Erhalt des Platzes zwischen der Membran und der Wurzeloberfläche entscheidend für den Erfolg des GTR-Verfahrens, da für die Migration der pluripotenten Zellen zur Wurzeloberfläche ein Kanal vorhanden sein muss^{31, 32}.

Ein mukogingivaler chirurgischer Eingriff allein (mit einem koronal verschobenen Lappen) oder in Kombination mit einem GTR-Verfahren (mit einer resorbierbaren Membran und einem mit Kollagen vermischten Xenotransplantat), war für die Behandlung bukkaler gingivaler Rezessionen geeignet. Die Ergebnisse beider Verfahren sorgten für eine gute Wurzeldeckung, eine Zunahme des klinischen Attachmentlevels, einen gesunden, nicht blutenden Sulkus und Zunahmen des keratinisierten Gewebes. Allerdings zeigten die Testbereiche, die mit der GTR-Technik behandelt worden waren, bei der Dicke des Gingivagewebes bessere Ergebnisse als die Kontrollbereiche.

Literatur

1. Wennström J, Pini Prato G. Mucogingival therapy-periodontal plastic surgery. In: Lindhe J, Karring T, Lang N (eds). *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Copenhagen: Munksgaard, 2003:576-649.
2. Albandar JM, Kingman A. Gingival recession, gingival bleeding, and dental calculus in adults 30 years of age and older in the United States, 1988-1994. *J Periodontol* 1999;70:30-43.
3. Wennström J. Mucogingival therapy. *Ann Periodontol* 1996;1:671-701.
4. Guilha R, el Khodeiry S, Mota L, Caffesse R. Histological evaluation of healing and revascularization of the subepithelial connective tissue graft. *J Periodontol* 2001;72:470-478.
5. Cortellini P, Pini Prato GP, DeSanctis M, Baldi C, Clauser C. Guided tissue regeneration procedure in the treatment of a bone dehiscence associated with a gingival recession: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1991;11:460-467.
6. Cortellini P, Clauser C, Prato GP. Histologic assessment of new attachment following the treatment of a human buccal recession by means of a guided tissue regeneration procedure. *J Periodontol* 1993;64:387-391.
7. Rocuzzo M, Lungo M, Corrente G, Gandolfo S. Comparative study of a bioresorbable and a non-resorbable membrane in the treatment of human buccal gingival recessions. *J Periodontol* 1996;67:7-14.
8. Wang HL, Bunyaratavej P, Labadie M, Shyr Y, MacNeil RL. Comparison of 2 clinical techniques for treatment of gingival recession. *J Periodontol* 2001;72:1301-1311.
9. Paolantonio M. Treatment of gingival recessions by combined periodontal regenerative technique, guided tissue regeneration, and subpedicle connective tissue graft. A comparative clinical study. *J Periodontol* 2002;73:53-62.

10. Paolantonio M. Combined periodontal regenerative technique in human intrabony defects by collagen membranes and anorganic bovine bone. A controlled clinical study. *J Periodontol* 2002;73:158-166.
11. Wang HL, Kimble K, Eber R. Use of bone grafts for the enhancement of a GTR-based root coverage procedure: A pilot case study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:119-127.
12. Miller PD Jr. A classification of marginal tissue recession. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1985;5:8-13.
13. Pini-Prato G, Baldi C, Pagliaro U, et al. Coronally advanced flap procedure for root coverage. Treatment of root surface: Root planing versus polishing. *J Periodontol* 1999;70:1064-1076.
14. Amarante ES, Leknes KN, Skavland J, Lie T. Coronally positioned flap procedures with or without a bioabsorbable membrane in the treatment of human gingival recession. *J Periodontol* 2000;71:989-998.
15. Pini-Prato G, Tinti C, Vincenzi G, Magnani C, Cortellini P, Clauser C. Guided tissue regeneration versus mucogingival surgery in the treatment of human buccal gingival recession. *J Periodontol* 1992;63:919-928.
16. Pini-Prato G, Clauser C, Cortellini P, Tinti C, Vincenzi G, Pagliaro U. Guided tissue regeneration versus mucogingival surgery in the treatment of human buccal recessions. A 4-year follow-up study. *J Periodontol* 1996;67:1216-1223.
17. Harris RJ. A comparison of 2 root coverage techniques: Guided tissue regeneration with a bioabsorbable matrix style membrane versus a connective tissue graft combined with a coronally positioned pedicle graft without vertical incisions. Results of a series of consecutive cases. *J Periodontol* 1998;69:1426-1434.
18. Borghetti A, Glise JM, Monnet-Corti V, Dejou J. Comparative clinical study of a bioabsorbable membrane and subepithelial connective tissue graft in the treatment of human gingival recession. *J Periodontol* 1999;70:123-130.
19. Tatakis DN, Trombelli L. Gingival recession treatment: Guided tissue regeneration with bioabsorbable membrane versus connective tissue graft. *J Periodontol* 2000;71:299-307.
20. Zucchelli G, Clauser C, De Sanctis M, Calandriello M. Mucogingival versus guided tissue regeneration procedures in the treatment of deep recession type defects. *J Periodontol* 1998;69:138-145.
21. Jepsen K, Heinz B, Halben JH, Jepsen S. Treatment of gingival recession with titanium reinforced barrier membranes versus connective tissue grafts. *J Periodontol* 1998;69:383-391.
22. Rosetti EP, Marcantonio RA, Rossa C Jr, Chaves ES, Goissis G, Marcantonio E Jr. Treatment of gingival recession: Comparative study between subepithelial connective tissue graft and guided tissue regeneration. *J Periodontol*. 2000;71:1441-1447.
23. Boltchi FE, Allen EP, Hallmon WW. The use of a bioabsorbable barrier for regenerative management of marginal tissue recession. I. Report of 100 consecutively treated teeth. *J Periodontol* 2000;71:1641-1653.
24. Jepsen S, Heinz B, Kermanie MA, Jepsen K. Evaluation of a new bioabsorbable barrier for recession therapy: A feasibility study. *J Periodontol* 2000;71:1433-1440.
25. Dodge JR, Greenwell H, Drisko C, Wittwer JW, Yancey J, Rebitski G. Improved bone regeneration and root coverage using a resorbable membrane with physically assisted cell migration and DFDBA. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:398-411.
26. Matarasso S, Cafiero C, Coraggio F, Vaia E, de Paoli S. Guided tissue regeneration versus coronally repositioned flap in the treatment of recession with double papillae. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18:444-453.
27. Ainamo A, Bergenholtz A, Hugoson A, Ainamo J. Location of the mucogingival junction 18 years after apically repositioned flap surgery. *J Clin Periodontol* 1992;19:49-52.
28. Müller HP, Eger T, Schorb A. Gingival dimensions after root coverage with free connective tissue grafts. *J Clin Periodontol* 1998;25:424-430.
29. Weng D, Hürzeler MB, Quiñones CR, Pechstädt B, Mota L, Caffesse RG. Healing patterns in recession defects treated with ePTFE membranes and with free connective tissue grafts. A histologic and histometric study in the beagle dog. *J Clin Periodontol* 1998;25:238-245.
30. Parma-Benfenati S, Tinti C. Histologic evaluation of new attachment utilizing a titanium-reinforced barrier membrane in a mucogingival recession defect. A case report. *J Periodontol* 1998;69:834-839.
31. Kimble KM, Eber RM, Soehren S, Shyr Y, Wang HL. Treatment of gingival recession using a collagen membrane with or without the use of demineralized freeze-dried bone allograft for space maintenance. *J Periodontol* 2004;75:210-220.
32. Minabe M. A critical review of the biologic rationale for guided tissue regeneration. *J Periodontol* 1991;62:171-179.