

Regeneration von mehreren benachbarten knöchernen Dehiszenzen mit gesteuerter Geweberegeneration nach einer kieferorthopädischen Proklination: Eine korrektive Behandlungsweise



Hilal Uslu Toygar, DDS, PhD*
Beyza Hancioglu Kircelli, DDS, PhD**

Eine transversale Expansion oder eine Proklination der Zähne sind bei einem Zahnengstand mögliche Alternativen zu einer Extraktion. Allerdings haben sich als Nebenwirkungen nach einer Verlagerung der Schneidezähne nach anterior eine mangelnde Stabilität und knöchernen Dehiszenzen gezeigt. Ziel dieser Studie war es, die knöchernen Dehiszenz im Zusammenhang mit einer Proklination der Schneidezähne zu korrigieren. Die multiplen benachbarten knöchernen Dehiszenzen wurden mit einer Titanmembran und Knochenmatrix behandelt. Die freiliegenden Wurzeloberflächen waren mit neugebildetem Gewebe bedeckt. Die Patientinnen in dieser Studie waren die Ersten, an denen die Behandlung von knöchernen Dehiszenzen gezeigt wurde, die durch eine kieferorthopädische Proklination entstanden waren. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2010;30:333–341.)

* Assistenzprofessor, Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Universität Baskent, Ankara, Türkei.

** Assistenzprofessor, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Universität Baskent, Ankara, Türkei.

Korrespondenz an: Dr. Hilal Uslu Toygar, Baskent University, Adana Uygulama ve Arastirma Merkezi, Kışla Sağlık Yerleşgesi, Kazım Karabekir m, 59 s, no. 91, 01120 Yuregir, Adana, Türkei; Fax: +90 322 3227979; E-Mail: usluhilaladana@yahoo.com

Eine gingivale Rezession wird als Freilegung der Wurzeloberfläche infolge einer apikalen Verlagerung der Gingiva definiert¹. In zahlreichen Studien wurde gezeigt, dass durch eine Therapie mit einer festsitzenden Apparatur in 1,3 % bis 10 % der behandelten Fälle eine irreversible Rezession verursacht werden kann^{2, 3}. Bei Affen⁴ und Hunden⁵ wurde gezeigt, dass eine kieferorthopädische Bewegung in labialer Richtung zum Verlust von marginalem Knochen und Bindegewebsattachment und zu einer gingivalen Rezession führen kann.

Eine transversale Expansion oder eine Proklination der Zähne sind bei einem Zahnengstand mögliche Alternativen zu einer Extraktion. Allerdings haben sich als Nebenwirkungen nach einer Verlagerung der Schneidezähne nach anterior eine mangelnde Stabilität und knöchernen Dehiszenzen gezeigt. Mills⁶ gab an, es sei nur in einer bestimmten Situation möglich, die Zähne aus der Alveole herauszubewegen. Wennström et al.⁷ erklärten, die Zähne könnten nicht aus dem Alveolenbereich herausbewegt werden.

Es wird allgemein davon ausgegangen, dass 2 mm keratinisierte Gingiva ausreichen, um den kieferorthopädischen Kräften standzuhalten und einer Rezession vorzubeugen.

gen, aber bereits bestehende mukogingivale Defekte können sich während der Zahnbewegung verschlimmern⁸. Deshalb ist es wichtig, Bereiche mit einem bereits bestehenden oder möglicherweise auftretenden mukogingivalen Defekt vor der kieferorthopädischen Therapie zu erkennen und zu korrigieren.

In experimentellen Studien mit Affen⁴ und Hunden⁵ wurde gezeigt, dass im Alveolarknochen Dehiszenzen auftreten können, wenn die unteren Schneidezähne nach anterior bewegt werden. Die Entwicklung einer knöchernen Dehiszenz ist ein ätiologischer Faktor bei der Pathogenese einer Rezession, wie in vielen Studien belegt wurde⁹⁻¹¹. Es wurde die Ansicht vertreten, dass die Entwicklung von knöchernen Dehiszenzen und gingivalen Rezessionen bei einer exzessiven Proklination der unteren Schneidezähne unausweichlich sei, vor allem bei Patienten mit dünnen Alveolenwänden⁹.

Für die Deckung von freiliegenden Wurzeloberflächen und den Aufbau des keratinisierten Gewebes bei gingivalen Rezessionsdefekten wurden mehrere unterschiedliche Vorgehensweisen beschrieben. Eine parodontale Regeneration lässt sich mit verschiedenen chirurgischen Verfahren erzielen, unter anderem mit einer Knochentransplantation, der Verwendung von Knochenersatz und einer gesteuerten Geweberegeneration (GTR). In mehreren Studien wurde gezeigt, dass bei gingivalen Rezessionsdefekten durch die Verwendung von nicht resorbierbaren und resorbierbaren Membranen das Weichgewebe aufgebaut wurde. Dies zeigte sich in der Zunahme des klinischen Attachments, der Reduzierung der Rezessionstiefe und der Zunahme des keratinisierten Gewebes¹²⁻¹⁶.

Ziel dieser Studie war es, die knöchernen Dehiszenz im Zusammen-

hang mit einer Proklination der Schneidezähne mit einer GTR und einem Knochentransplantat zu reparieren, um einer zukünftigen Weichgewebedehiszenz vorzubeugen und das faciale ästhetische Erscheinungsbild zu verbessern.

Material und Methode

Die Patientinnen und ihre Eltern wurden genau über alle Verfahren und die damit verbundenen Risiken und Vorteile informiert. Anschließend unterzeichneten sie die Einwilligung nach Information. Die Patientinnen erhielten außerdem Anweisungen zur Mundhygiene und zu den nötigen Maßnahmen für eine effektive Plaquebeseitigung.

Patientin 1

Ein 13-jähriges Mädchen (Abb. 1) wurde an die kieferorthopädische Abteilung der Universität Baskent überwiesen, weil die oberen Zähne beim Lächeln vorstanden, was die Ästhetik beeinträchtigte. Sie hatte eine typische Malokklusion der Angle-Klasse-II/2: steilstehende obere zentrale Schneidezähne und vorstehende laterale Schneidezähne, einen zurückliegenden Unterkiefer, steilstehende untere Schneidezähne, einen tiefen Überbiss und eine tiefe Speesche Kurve (Abb. 1a). Die Patientin wurde ohne Extraktion behandelt. Für die Korrektur der Klasse-II-Malokklusion wurde eine Vorschubdoppelplatte erwogen. Nachdem Unter- und Oberkiefer mit sequenziellen Nitinol-Drahtbögen ausgerichtet und nivelliert worden waren, wurde ein Jasper Jumper (American Orthodontics) inseriert. Zu diesem Zeitpunkt wurden 0,017 x 0,025 inch umlaufende Drahtbögen aus Edelstahl inseriert und im Ober- und Unterkiefer



Abb. 1a und 1b Patientin 1 (links) vor der kieferorthopädischen Behandlung (rechts) nach der Proklination der Schneidezähne.

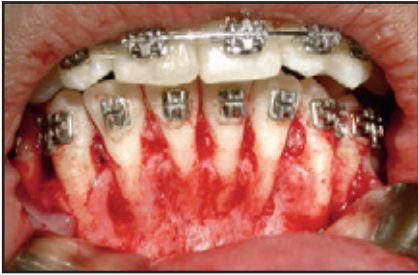


Abb. 1c und 1d Nach dem Lösen des Lappens waren die knöchernen Dehiszenzen (links) und die Position der Schneidezähne in der Alveole (rechts) zu sehen.



Abb. 1e Auf den Wurzeloberflächen hatte sich neues Gewebe gebildet.



Abb. 1f Klinische Ansicht ein Jahr nach der GTR.

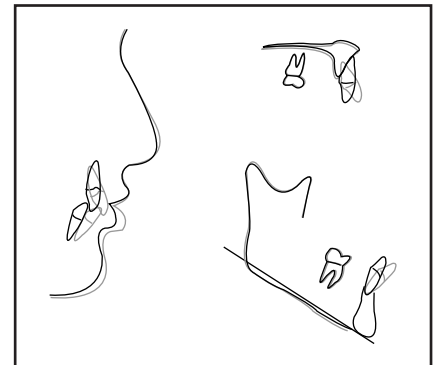


Abb. 1g Überlagerung der initialen und abschließenden Umriss, die die Neigung der Schneidezähne wiedergeben.

fixiert. Die Klasse-II-Korrektur war zwar erfolgreich gewesen, aber die signifikante Proklination der unteren Schneidezähne machte die Anwendung der Apparatur notwendig. Bei dieser Patientin wurde der Jasper Jumper entsprechend den Anweisungen des Herstellers um 4 mm aktiviert (Kraft von etwa 250 bis 300 g). Nach vier Monaten war bei den Eckzähnen und Molaren eine Klasse-I-

Okklusion erreicht und die Apparatur wurde entfernt. Nach der Unterkiefervorverlagerung war die Neigung der unteren Schneidezähne gegenüber der Unterkieferbasis um 14,6 Grad erhöht (Abb. 1b). Nach der Entfernung des Jasper Jumper erfolgte eine GTR-Behandlung. Die aktive kieferorthopädische Behandlung dauerte insgesamt 24 Monate.



Abb. 2a (links) Klinisches Foto von Patientin 2 vor der kieferorthopädischen Behandlung.

Abb. 2b (rechts) Nach dem Lösen des Lappens waren die knöchernen Dehiszenzen zu sehen.



Abb. 2c Neues Gewebe, das sich unter der Membran gebildet hatte.



Abb. 2d Klinische Ansicht 3 Monate nach Entfernung der Membran.

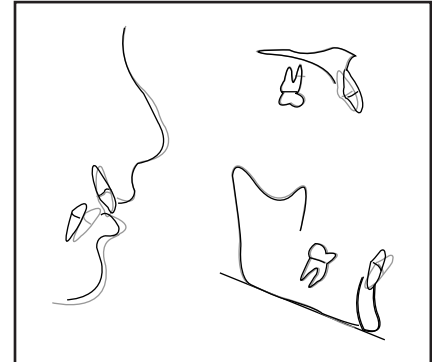


Abb. 2e Überlagerung der initialen und abschließenden Umriss, die die Neigung der Schneidezähne wiedergeben.

Patientin 2

Eine 22-jährige Frau (Abb. 2) wurde wegen einer starken Diskrepanz zwischen den oberen und unteren Zähnen überwiesen, die es ihr schwer machte, mit den oberen Zähnen zuzubeißen. Sie hatte eine typische Malokklusion der Angle-Klasse-II/1: einen engen, V-förmigen Oberkiefer, einen kleinen retrusiven Unterkiefer, normal geneigte obere Schneidezähne, leicht vorstehende untere Schneidezähne, einen starken Overjet und Überbiss und eine tiefe Speesche Kurve (Abb. 2a). Für diese Patientin wurde eine orthognathische chirurgische Behandlung geplant. Nachdem mit einer Hyrax-Apparatur eine chirurgisch unterstützte Erweiterung des Oberkiefers erfolgt war, wurde der Oberkiefer mit sequenzi-

ellen Nitinol-Drahtbögen ausgerichtet und nivelliert. Im Unterkiefer erfolgte die Ausrichtung der Frontzähne mit Nitinol-Drahtbögen. Dann wurde mit einem Utilitybogen Blue Elgiloy 0,016 x 0,022 inch (Rocky Mountain Orthodontics) durch Intrusion der Schneidezähne die Speesche Kurve nivelliert. Nach der Ausrichtung und Nivellierung des Unterkiefers war die Neigung der unteren Schneidezähne gegenüber der Unterkieferbasis um 7 Grad erhöht. Jetzt erfolgte die GTR-Behandlung. Die Unterkieferprotrusion und eine Klasse-I-Okklusion wurden mit einer bilateralen Obwegeser-Dal-Pont-Osteotomie erreicht, die zwei Monate nach dem regenerativen Verfahren durchgeführt wurde. Die kieferorthopädische Behandlung dauerte insgesamt 30 Monate.

Tabelle 1 Durchschnittl. (Bereich) klin. Messungen an den Schneidezähnen vor und nach der GTR

	Ausgangssituation (vor der GTR)				8 Wochen (bei der Wieder- eröffnung)	12 Mon. (nach der GTR)		
	GRD	AG	BDD	GT	BDD	GRD	AG	GT
Patientin 1	0,5 mm (0–1 mm)	0,83 mm (0–1 mm)	4,33 mm (3–7 mm)	0,43 mm (0,2–0,8 mm)	1 mm (0–2 mm)	0,33 mm (0–1 mm)	2 mm (1–3 mm)	0,95 mm (0,5–1,2 mm)
Patientin 2	0,5 mm (0–1 mm)	2,33 mm (1–4 mm)	5 mm (5–8 mm)	0,71 mm (0,5–1,4 mm)	0,33 mm (0–1 mm)	0,16 mm (0–1 mm)	2,66 mm (2–4 mm)	1,38 mm (1,3–2 mm)

GRD = Tiefe der gingivalen Rezession; AG = Breite der attached Gingiva; BDD = Tiefe der knöchernen Dehiscenz; GT = Dicke des gingivalen Gewebes.

Klinische Untersuchungen

Die klinischen Parameter wurden unmittelbar vor dem Eingriff und ein Jahr danach gemessen. Die Patientinnen erhielten eine einleitende Therapie, bestehend aus Anweisungen zur Mundhygiene, Zahnsteinentfernung und Wurzelglättung. Es lagen keine pathologischen Zahnfleischtaschen (Sondierungstiefe ≤ 3 mm) oder knöchernen Defekte zwischen den unteren Eckzähnen vor.

Mit einer Parodontalsonde (PCP-UNC 15, Hu-Friedy) wurden die folgenden Werte gemessen: (1) Tiefe der gingivalen Rezession (GRD): Abstand der Schmelz-Zement-Grenze zum Gingivarand; (2) Breite der attached Gingiva (AG): Abstand der Mukogingivalgrenze zum gingivalen Sulkus (nach der von Guglielmoni et al.¹⁷ beschriebenen Methode gemessen); (3) Tiefe der knöchernen Dehiscenz (BDD): Abstand ab 1 mm apikal

zur Schmelz-Zement-Grenze zum knöchernen Rand an dem mittig bukkalen Punkt des Defekts und (4) Dicke des gingivalen Gewebes (GT): Abstand von der Basis des gingivalen Sulkus zur Mukogingivalgrenze am mittig bukkalen Punkt (nach der Methode von Joly et al.¹⁸ gemessen). GRD und AG wurden vor der GTR und bei der Wiedereröffnung mit einem Tasterzirkel (Castroviejo-CLC4, Hu-Friedy) mittig bukkal gemessen (auf $\pm 0,1$ mm genau). Die BDD wurde nach der Lappenlösung mittig bukkal mit einem Tasterzirkel gemessen. Die klinischen Indizes und die Durchschnittswerte dieser Messungen wurden an den beiden unteren Eckzähnen und den vier Schneidezähnen gemessen. Der höchste und der niedrigste Wert für diese Zähne sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Chirurgisches Vorgehen

Alle Eingriffe wurden von demselben Chirurgen durchgeführt. Im Anschluss an die örtliche Betäubung (2 % Lidocain mit 1:100000 Epinephrin) wurde an der labialen Seite des Unterkiefers eine sulkuläre Inzision geführt. Vestibulär wurde ein Lappen voller Dicke gelöst. Die Wurzeloberflächen wurden mit Handinstrumenten (Universalkürette 4R-4L, Carl Martin) (Abb. 1c, 1d und 2b) geglättet. Es erfolgte ein GTR-Verfahren in Kombination mit Transplantatmaterialien. Der Alveolar-knochen um die Wurzeloberflächen wurde mit einem Parodontalmeißel (Ochsenbein 1913/1, Carl Martin) dekortiziert. Auf die freiliegenden Wurzeloberflächen wurde gleichmäßig demineralisierte Knochenmatrix (Grafton, Osteotech) aufgetragen. Auf der Höhe der Schmelz-Zement-Grenze wurde eine Titanmembran (Cytoflex Mesh, Unicare Biomedical)

aufgebracht. Sie war so zugeschnitten, dass sie 2 bis 3 mm des umliegenden Knochens bedeckte, damit die Stabilität der Wunde und des Transplantatmaterials gesichert waren. Für die Fixierung der Membran wurden keine Nähte oder Pins verwendet. Der bukkale Lappen wurde koronal so verlegt, dass er die Barriere vollständig bedeckte, und mit Umschlingungsnähten fixiert. Den Patientinnen wurde geraten, in den ersten 10 Tagen der Einheilung den Eingriffsbereich nicht mechanisch zu reinigen, um ihn nicht zu verletzen. Für die Plaquebeseitigung wurde zwei Wochen mit 0,12 % Chlorhexidinguconat gespült. Nach dem Eingriff nahmen die Patientinnen sieben Tage lang zweimal täglich 500 mg Amoxicillin und Schmerzmittel ein. Die Fäden wurden nach 10 Tagen entfernt. Die Patientinnen wurden nach einem individuellen Plan regelmäßig zum Follow-up einbestellt.

Die nicht resorbierbaren Titanmembranen wurden nach acht Wochen entfernt. Die Inzisionen für die Wiedereröffnung erfolgten 1 mm apikal zum Gingivarand. Der Lappen, der sich eng an die Titanmembran angepasst hatte, wurde gelöst, bis die Membran vollständig zu sehen war. Dabei wurde sorgfältig darauf geachtet, dass er nicht riss. Die Titanmembran wurde behutsam entfernt, um das neugebildete Gewebe darunter nicht zu beschädigen (Abb. 1e und 2c). Vor dem Lappenverschluss wurden die BDD-Messungen wiederholt. Der Lappen wurde koronal verschoben, um das regenerierte Gewebe um die Wurzeloberflächen abzudecken und zu schützen. Die Fäden wurden nach einer Woche entfernt.

Ergebnisse

Die Veränderungen der klinischen Indizes sind in Tabelle 1 angegeben.

Alle Eingriffsbereiche zeigten postoperativ eine minimale Barrierefreilegung ohne Anzeichen einer Entzündung. Die Membranfreilegung nahm in der achtwöchigen Einheilungszeit zu und es trat eine Gewebeperturbation auf.

Bei Patientin 1 deckte das verdickte Parodontalgewebe die Wurzeloberflächen ab, die vor dem Eingriff teilweise freigelegt hatten. Die attached Gingiva nahm während des Follow-up-Zeitraums von einem Jahr signifikant zu (Abb. 1f). Bei Patientin 2 waren alle freiliegenden Wurzeloberflächen von neugebildetem Gewebe bedeckt. Die Dicke der Gingiva und die Breite der attached Gingiva nahmen gegenüber der Ausgangssituation zu (Abb. 2d).

Die Neigung der Schneidezähne der beiden Patientinnen nach der kieferorthopädischen Behandlung ist in Abbildung 1g und 2e zu sehen.

Diskussion

Für lokalisierte gingivale Rezessionen werden zwar viele Ätiologien angeführt, die beiden wichtigsten Ursachen sind aber Traumata durch das Zähneputzen und durch gingivale Läsionen im Zusammenhang mit Plaque. Rezessionen, die infolge einer Parodontalerkrankung auftreten, finden sich in Bereichen mit dünnem gingivalem Gewebe, in denen außerdem der Knochen dünn bzw. kein Knochen vorhanden ist¹⁹.

Laut Hamp et al.²⁰ tritt eine pathologische Rezession wegen der Stellung im Kiefer am ehesten an den unteren Schneidezähnen auf. Dies führt zu vorstehenden Zähnen mit einer dünnen bzw. nicht existenten labialen Knochenwand und unzureichender bzw. nicht vorhandener keratinisierter Gingiva. Maynard und Ochsenbein²¹ sowie Maynard²² wiesen auf die Bedeutung der attached

Gingiva bei Kindern hin. Sie vertreten die Ansicht, dass in jeder Phase einer kieferorthopädischen Behandlung eine Weichgewebsaugmentation notwendig werden könne, um einem Attachmentverlust und einer Wurzelfreilegung vorzubeugen, wenn das keratinisierte Gewebe und die attached Gingiva unzureichend sind.

Shiloah et al.²³ stellten einen Fall mit einer Klasse-I/1-Malokklusion vor, die ohne Extraktion mit einem unteren Utilitybogen behandelt worden war. An einem unteren Schneidezahn lag labial eine Rezession vor, vermutlich wegen einer Proklination durch die labiale Knochenwand. In der vorliegenden Studie hatte die Patientin 2 zu Beginn der Behandlung protrudierte untere Schneidezähne. Nach der Ausrichtung und Intrusion mit dem Utilitybogen hatte die Proklination der unteren Schneidezähne um 7 Grad zugenommen.

Für die Gingivaaugmentation koronal zur Rezession werden viele verschiedene Vorgehensweisen angewandt. Auch die GTR wird für die Behandlung von Rezessionen vorgeschlagen²⁴⁻²⁷. Um mit einer Membran eine Regeneration zu erreichen, muss zwischen der Membran und der Wurzeloberfläche ausreichend Platz vorhanden sein. Bei gingivalen Rezessionsdefekten ist es schwierig, mit einer Membran ein ausreichendes Platzangebot für die Bildung von neuem Gewebe zu schaffen. Daher kann die Verwendung eines Transplantatmaterials unter der Membran von Nutzen sein. Cortellini et al.²⁸ berichteten von 3,66 mm neuem Bindegewebsattachment sowie 2,48 mm neuem Zement und 1,84 mm Knochenwachstum, das histologisch ermittelt wurde. Es werden zwar unterschiedliche Transplantatmaterialien verwendet, um in Kombination mit Membranen Platz zu schaffen, aber es gibt dazu nur wenige Studien²⁵⁻²⁷. Dodge et al.²⁵ verwendeten die GTR

mit demineralisiertem gefriergetrocknetem Knochenallotransplantat. Sie stellten fest, dass bei der Anwendung einer Polylactidmembran sowie einem Polyglactinnetz auf der Wurzeloberfläche und einem demineralisierten gefriergetrockneten Knochenallotransplantat die durchschnittliche Deckung des knöchernen Dehiszenzbereichs 75 % betrug. Bei resorbierbaren Polylactidmembranen betrug die Deckung 30 %.

Duval et al.²⁷ berichteten von einer signifikanten Wurzeldeckung und Verbesserungen beim keratinisierten Gewebe, bei der Gewebedicke und beim Knochenniveau, nachdem sie eine bioresorbierbare Membran mit und ohne ein demineralisiertes gefriergetrocknetes Knochenallotransplantat verwendet hatten. Sie waren der Ansicht, dass die Zunahme der Gewebedicke auf das ausreichende Platzangebot unterhalb der Membran zurückzuführen war.

Die Ergebnisse von Pini Prato et al.²⁹ lassen darauf schließen, dass die Dimensionen des keratinisierten Gewebes im Lauf der Jahre leicht zunehmen können, wenn für die Wurzeldeckung eine GTR-Technik angewandt wird, weil sich die Mukogingivalgrenze dann apikal verschiebt. Bei den beiden Patientinnen in dieser Studie nahm die attached Gingiva auch zu, aber die Zunahme der gingivalen Dicke war nach dem chirurgischen Eingriff signifikanter (0,67 mm bei Patientin 1 und 0,52 mm bei Patientin 2). Der Gingivarand war gegenüber der Ausgangssituation koronal verschoben. Die knöchernen Dehiszenzen waren aufgefüllt. Die vollständige Wiederherstellung des verloren gegangenen Parodontalgewebes durch eine GTR mit einem Transplantat sichert die langfristig stabile Position des Gingivarands.

Beide Patientinnen hatten knöchernen Dehiszenzen an der labialen Kortikalis der unteren Schneidezähne,

die durch eine kieferorthopädische Proklination entstanden waren. An beiden Patientinnen wurde zum ersten Mal die Behandlung mit einer Titanmembran und einem Knochen-Transplantat gezeigt. Mehrere Forscher verwendeten bei mukogingivalen Rezessionsdefekten titanverstärkte Barrieremembranen²⁹⁻³². Sie beobachteten signifikante Zunahmen des Knochen- und Alveolar-kammniveaus um die Dehiszenzen. Um für die GTR genügend Platz zu schaffen und zu erhalten, wurde eine titanverstärkte expandierte Polytetrafluoroethylenmembran verwendet. Titanmembranen werden klinisch zum Abdecken von Knochenersatz verwendet. Dies kann die Formbarkeit und mögliche Mikrobewegungen, die durch den Druck des Mukoperiostlappens ausgelöst werden, verringern. Strietzel et al.³³ untersuchten das Heilungsmuster von knöchernen Defekten, die mit unterschiedlichen Membrantypen abgedeckt wurden. Sie waren der Ansicht, dass nach der Verwendung eines dichten Barrierematerials die Defekte von neuem Faserknochen ausgefüllt wurden, der sich von den Defektwänden ausgehend bildete. In der aktuellen Studie wurde eine Barrieremembran aus Titan verwendet, weil sie ein guter Platzhalter ist und sich gut ins Gewebe integriert.

Schlussfolgerungen

Eine Resorption des labialen Alveolarfortsatzes, eine Verschiebung der Mukogingivalgrenze, eine Reduzierung der Breite der attached Gingiva und eine gingivale Rezession, die durch eine Proklination der unteren Schneidezähne verursacht ist, sind unerwünschte Ergebnisse einer kieferorthopädischen Zahnbewegung. Bei einer kieferorthopädischen Behandlung müssen die funktionellen



und ästhetischen Bedürfnisse der Patienten beachtet werden. Eine Rezession führt zu einer größeren Kronenlänge, und das ist ein ernstes ästhetisches Problem. Nach einer kieferorthopädischen Behandlung, die eine Proklination der Schneidezähne umfasst, ist ein ergänzendes Behandlungsprotokoll notwendig, mit dem langfristig zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden können. Die Behandlung der Wahl umfasst die Wiederherstellung des labialen Alveolarfortsatzes und der Mukogingivalgrenze mit einem kombinierten regenerativen Verfahren (GTR und Hartgewebetransplantat).

Literatur

1. Carranza FA, Rapley JW. Clinical features of gingivitis. In: Newman MG, Takei HH, Carranza FA. Carranza's Clinical Periodontology, ed 9. Philadelphia: W.B. Saunders, 2002:275.
2. Alstad S, Zachrisson BU. Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents. *Am J Orthod* 1979;76:277–286.
3. Dorfman HS. Mucogingival changes resulting from mandibular incisor tooth movement. *Am J Orthod* 1978;74:286–297.
4. Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol* 1981;52:314–320.
5. Karring T, Nyman S, Thilander B, Magnusson I. Bone regeneration in orthodontically produced alveolar bone dehiscences. *J Periodontol Res* 1982;17:309–315.
6. Mills JR. The long-term results of the proclination of lower incisors. *Br Dent J* 1966;120:355–356.
7. Wennström JL, Stokland BL, Nyman S, Thilander B. Periodontal tissue response to orthodontic movement of teeth with infrabony pockets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:313–319.
8. Proffit WR, Phillips C, Tulloch JF, Medland PH. Surgical versus orthodontic correction of skeletal Class II malocclusion in adolescents: Effects and indications. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1992;7:209–220.
9. Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:225–232.
10. Sperry TP, Speidel TM, Isaacson RJ, Worms FW. The role of dental compensations in the orthodontic treatment of mandibular prognathism. *Angle Orthod* 1977;47:293–299.
11. Bernimoulin J, Curilović Z. Gingival recession and tooth mobility. *J Clin Periodontol* 1977;4:107–114.
12. Trombelli L, Minenna L, Farina R, Scabbia A. Guided tissue regeneration in human gingival recessions. A 10-year follow-up study. *J Clin Periodontol* 2005;32:16–20.
13. Scabbia A, Trombelli L. Long-term stability of the mucogingival complex following guided tissue regeneration in gingival recession defects. *J Clin Periodontol* 1998;25:1041–1046.
14. Gottlow J, Nyman S, Karring T, Lindhe J. New attachment formation as the result of controlled tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 1984;11:494–503.
15. Pontoriero R, Lindhe J, Nyman S, Karring T, Rosenberg E, Sanavi F. Guided tissue regeneration in the treatment of furcation defects in mandibular molars. A clinical study of degree III involvements. *J Clin Periodontol* 1989;16:170–174.
16. Caffesse RG, Smith BA, Duff B, Morrison EC, Merrill D, Becker W. Class II furcations treated by guided tissue regeneration in humans: Case reports. *J Periodontol* 1990;61:510–514.
17. Guglielmoni P, Promsudthi A, Tatakis DN, Trombelli L. Intra- and inter-examiner reproducibility in keratinized tissue width assessment with 3 methods for mucogingival junction determination. *J Periodontol* 2001;72:134–139.



18. Joly JC, Carvalho AM, da Silva RC, Ciotti DL, Cury PR. Root coverage in isolated gingival recessions using autograft versus allograft: A pilot study. *J Periodontol* 2007;78: 1017–1022.
19. Wennström JL. The significance of the width and thickness of the gingiva in orthodontic treatment. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990; 45:136–141.
20. Hamp SE, Lundström F, Nyman S. Periodontal conditions in adolescents subjected to multiband orthodontic treatment with controlled oral hygiene. *Eur J Orthod* 1982;4:77–86.
21. Maynard JG Jr, Ochsenbein C. Mucogingival problems, prevalence and therapy in children. *J Periodontol* 1975; 46:543–552.
22. Maynard JG. The rationale for mucogingival therapy in the child and adolescent. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1987;7:36–51.
23. Shiloah J, Fry HR, Abrams ME, Binkley LH, Taylor RF. Soft tissue fenestration and osseous dehiscence associated with orthodontic therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1987;7:43–51.
24. Tinti C, Vincenzi GP. Expanded polytetrafluoroethylene titanium-reinforced membranes for regeneration of mucogingival recession defects. A 12-case report. *J Periodontol* 1994;65:1088–1094.
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. Harris RJ. Human histologic evaluation of a bone graft combined with GTR in the treatment of osseous dehiscence defects: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:510–519.
27. Duval BT, Maynard JG, Gunsolley JC, Waldrop TC. Treatment of human mucogingival defects utilizing a bioabsorbable membrane with and without a demineralized freeze-dried bone allograft. *J Periodontol* 2000;71:1687–1692.
28. 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.
29. Pini Prato GP, 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.
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. 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.
32. Lins LH, de Lima AF, Sallum AW. Root coverage: Comparison of coronally positioned flap with and without titanium-reinforced barrier membrane. *J Periodontol* 2003;74: 168–174.
33. Strietzel FP, Khongkhunthian P, Khattiya R, Patchanee P, Reichart PA. Healing pattern of bone defects covered by different membrane types—A histologic study in the porcine mandible. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;78:35–46.