

# Forschung · Wissenschaft Recherche · Science

---

## **Publisher Herausgeber Editeur**

Schweizerische Zahnärzte-  
Gesellschaft SSO  
Société Suisse  
d'Odonto-Stomatologie  
CH-3000 Bern 7

## **Editor-in-chief Chefredaktor Rédacteur en chef**

Adrian Lussi, Bern

## **Editors Redaktoren Rédacteurs**

Urs Belser, Genève  
Andreas Filippi, Basel  
Rudolf Gmür, Zürich

## **Assistant Editors Redaktions-Assistenten Rédacteurs assistants**

Brigitte Zimmerli, Bern  
Klaus Neuhaus, Bern

---

## **Adresse der wissenschaftlichen Redaktion**

Prof. Adrian Lussi  
Klinik für Zahnerhaltung,  
Präventiv- und Kinder-  
zahnmedizin  
Freiburgstr. 7, 3010 Bern

## **Advisory board Gutachtergremium Comité de lecture**

T. Attin, Zürich  
P. Baehni, Genève  
J.-P. Bernard, Genève  
C.E. Besimo, Basel  
M.M. Bornstein, Bern  
D. Bosshardt, Bern  
S. Bouillaguet, Genève  
U. Brägger, Bern  
W. Buchalla, Zürich  
D. Buser, Bern  
M. Cattani, Genève  
B. Ciucchi, Genève  
K. Dula, Bern  
D. Ettlin, Zürich  
G. Eyrich, Zürich  
J. Fischer, Zürich  
L.M. Gallo, Zürich  
U. Gebauer, Bern  
R. Glauser, Zürich  
W. Gnoinski, Zürich  
T. Göhring, Zürich

K.W. Grätz, Zürich  
Ch. Hämmerle, Zürich  
N. Hardt, Luzern  
T. Imfeld, Zürich  
K.H. Jäger, Basel  
J.-P. Joho, Genève  
R. Jung, Zürich  
S. Kiliaridis, Genève  
I. Krejci, Genève  
J.Th. Lambrecht, Basel  
N.P. Lang, Bern  
T. Lombardi, Genève  
H.U. Luder, Zürich  
H. Lüthy, Neuchâtel  
C. Marinello, Basel  
G. Menghini, Zürich  
R. Mericske-Stern, Bern  
J. Meyer, Basel  
J.-M. Meyer, Chêne-Bougeries  
T. Mitsiadis, Zürich  
A. Mombelli, Genève  
W. Mörmann, Zürich  
F. Müller, Genève  
S. Palla, Zürich  
S. Paul, Zürich

T. Peltomäki, Zürich  
M. Perrier, Lausanne  
Ch. Ramseier, Bern  
M. Richter, Genève  
H.F. Sailer, Zürich  
G. Salvi, Bern  
J. Samson, Genève  
U.P. Saxer, Zürich  
J.-P. Schatz, Genève  
S. Scherrer, Genève  
P.R. Schmidlin, Zürich  
J. Türp, Basel  
H. van Waes, Zürich  
P. Velvart, Zürich  
T. von Arx, Bern  
T. Waltimo, Basel  
F. Weber, Zürich  
R. Weiger, Basel  
A. Wichelhaus, Basel  
A. Wiskott, Genève  
M. Zehnder, Zürich  
H.F. Zeilhofer, Basel  
N.U. Zitzmann, Basel

CHRISTOPH REICHERT  
ADRIAN KASAJ  
BRITA WILLERSHAUSEN

Poliklinik für Zahnerhaltung,  
Johannes Gutenberg-Universität,  
Mainz

**Korrespondenzadresse**

Dr. Christoph Reichert  
Poliklinik für Zahnerhaltung,  
Johannes Gutenberg-Universität,  
Mainz

Augustusplatz 2, 55131 Mainz

Tel. 06131-173605

Fax 06131-173406

E-Mail: c\_reichert@web.de

Schweiz Monatsschr Zahnmed 119:

784–791 (2009)

Zur Veröffentlichung angenommen:

3. März 2009

# Kieferorthopädie – Parodontologie: gestern – heute

## eine Literaturübersicht

Schlüsselwörter: interdisziplinäre Kieferorthopädie, Evidenz, Literaturrecherche, parodontale Therapie, regenerative Therapie, Leitlinien

**Zusammenfassung** Die zahnmedizinischen Disziplinen der Kieferorthopädie und der Parodontologie bieten eine Reihe von Schnittpunkten.

Durch Entwicklungen neuer Behandlungstechniken in der Parodontologie und Kieferorthopädie, z. B. der gesteuerten Geweberegeneration oder den orthodontischen Implantaten, stellen sich neue Behandlungsmöglichkeiten parodontal erkrankter Patienten dar.

Die vorliegende Arbeit ist eine Literaturübersicht über Studien und Behandlungskonzepte der letzten 30 Jahre mit dem Ziel, deren Ak-

tualität nach heutigen Gesichtspunkten zu überprüfen.

Die aus einer systematischen Literaturrecherche resultierenden Arbeiten konnten aufgrund ihrer Heterogenität und der geringen Anzahl nicht in einer quantifizierenden Übersicht zusammengefasst werden. Aus diesem Grund wurde eine deskriptive Übersicht erstellt.

Unsere Ergebnisse führen zu dem Schluss, dass in vielen Bereichen dieser interdisziplinären Therapie ein weiterer Bedarf an qualitativ hochwertigen Studien besteht.

## Einleitung

Die Zahnheilkunde unterliegt, wie jede Wissenschaft, einem ständigen Wandel. Neuerungen in der Parodontologie, z. B. der Einsatz von Laser, gesteuerter Geweberegeneration (GTR) oder Schmelz-Matrix-Proteinen (SMP), haben zu einem deutlichen Wandel in der parodontalen Therapie beigetragen. Überarbeitete Nomenklaturen sowie veränderte Leit- und Richtlinien kennzeichnen ebenfalls den Paradigmenwechsel der letzten Jahre.

Auch in der Kieferorthopädie gab es in der Vergangenheit durch kieferorthopädische Verankerungsimplantate oder unsichtbare Behandlungstechniken einige Innovationen, welche die Therapie erheblich beeinflussten.

Bereits 1982 während der «Fifth International Conference of Orthodontics» in München war das Leitthema «Kieferorthopädie und Parodontologie». In der Folge erschienen eine Reihe von Fallberichten und Studien, welche dieses Thema näher untersuchten. Viele der resultierenden Erkenntnisse wurden Mitte der 90er-Jahre in einer Serie von Übersichtsarbeiten dargestellt (DIEDRICH 1996; KOKICH 1996; THILANDER 1996; WENNSTROM 1996; ZACHRISSON 1996; MATHEWS & KOKICH 1997).

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist, einen Überblick existierender Artikel über klinische Studien zur kieferorthopädischen Behandlung parodontal erkrankter Patienten zu geben, bestehende Richtlinien herauszuarbeiten sowie deren Gültigkeit nach heutigem Erkenntnisstand zu prüfen.

## Methodik

Die Erfassung der Literatur erfolgte durch eine elektronische Schlagwortsuche in der Literaturdatenbank PubMed (URL: [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)). Die Limitierungen wurden für den Zeitraum vom 1.1.1980 bis 1.1.2008 eingestellt. Die verwendeten Suchbegriffe waren «periodontics», «orthodontics», «bone quality», «guided tissue regeneration», «periodont», «gingiva», «bone defect», «clinical trial» in unterschiedlicher Kombination. Weiterhin erfolgte eine manuelle Recherche in den Datenbanken der Zeitschriften «Fortschritte der Kieferorthopädie», «American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics», «Journal of Clinical Periodontology», «Journal of Periodontology», «European Journal of Orthodontics» sowie den Quellen resultierender Artikel.

## Ergebnisse

Die resultierenden Publikationen aus der elektronischen Recherche in PubMed gliederten sich für die Schlagwortkombinationen wie folgt: «periodontics and orthodontics» n = 786; «orthodontics and bone quality» n = 122; «orthodontics and guided tissue regeneration» n = 65; «orthodontics and periodont» n = 0; «orthodontics and gingiva» n = 493; «orthodontics and bone defect» n = 154; «orthodontics and clinical trial» n = 1416. Ferner konnten drei ergänzende Arbeiten über die manuelle Recherche identifiziert werden.

Durch Ausschluss doppelter Arbeiten und Selektion über die entsprechenden Zusammenfassungen wurden insgesamt 86 Publikationen identifiziert, welche im weiteren Sinne die Behandlung parodontaler Defekte in einem interdisziplinären Therapieansatz aus Parodontologie und Kieferorthopädie beschreiben.

Die resultierenden Artikel stellten sich in ihrer Form sehr heterogen dar (Übersichtsartikel, Tagungsbeiträge, Interviews, Fallberichte, Tiermodelle sowie 15 klinische Studien verschiedener Evidenzgrade).

Die 15 klinischen Studien waren wegen unterschiedlicher Fragestellungen, Messparameter oder Behandlungsapparaturen sehr uneinheitlich und somit nicht direkt vergleichbar.

Aus diesem Grund erfolgte die Informationssynthese über eine deskriptive Literaturübersicht ohne quantifizierende Methoden. Klinische Studien zum Thema «kieferorthopädische Therapie im parodontal erkrankten Gebiss» wurden in tabellarischer Form gegenübergestellt (Tab. I).

Da mit der interdisziplinären Zusammenarbeit aus Kieferorthopädie und Parodontologie ein sehr umfangreiches Thema aufgearbeitet wurde, sind die Schwerpunkte basierend aus den 15 identifizierten Studien auf die Bereiche «Gesundheit des Zahnhalteapparates als Voraussetzungen einer kieferorthopädischen Behandlung» (n = 5), «Anforderungen an das Hartgewebe» (n = 7), «Anforderungen an das Weichgewebe» (n = 4) und «regenerative Therapie» (n = 2) gelegt.

Für die allgemeine Darstellung der angesprochenen Themen wurde deren Entwicklung berücksichtigt und bestehende Richtlinien sowie Probleme herausgearbeitet. Diese wurden im Anschluss diskutiert.

## Problematik der kieferorthopädischen Behandlung eines parodontal geschädigten Gebisses

Eine kieferorthopädische Behandlung gesunder Patienten, welche unter den biologischen Grundprinzipien kieferorthopädischer Zahnbewegungen durchgeführt wird, bewirkt keinen Schaden für das Parodont (POLSON ET AL. 1988).

Die kieferorthopädische Behandlung parodontal erkrankter Patienten hingegen wurde in der Vergangenheit kontrovers diskutiert. Anfang der 1980er-Jahre reichten die Meinungen von Zweifeln am Nutzen einer solchen Behandlung (CHASENS 1972) bis zur Feststellung, dass eine Parodontopathie negativ beeinflusst werden kann (ZACHRISSON & ALNAES 1973; ZACHRISSON & ALNAES 1974). Auf der anderen Seite wurde in Tierexperimenten (ERICSSON & THILANDER 1980) und klinischen Studien (ELIASSON ET AL. 1982) gezeigt, dass eine kieferorthopädische Behandlung keinen primären Einfluss auf den parodontalen Abbau ausübt. Weiterhin beschrieben Fallberichte unter bestimmten Umständen sogar begünstigende Wirkungen auf das Parodont (GOLDSTEIN & FRITZ 1976; DIEDRICH 1986).

Diese Erkenntnisse wurden in einer Empfehlung von MATHEWS & KOKICH (1997) zusammengefasst, nach der vor jeder kieferorthopädischen Planung und Behandlung die Aspekte

- Gesundheit des Zahnhalteapparates
- Knochendimension
- Qualität des Weichgewebes

berücksichtigt werden sollen, um mögliche Folgeschäden zu vermeiden. Denn die Grundlage jeglicher kieferorthopädischen Therapie besteht in parodontalem Gewebeumbau.

### a) Gesundheit des Zahnhalteapparates als Voraussetzung einer kieferorthopädischen Behandlung

Im gesunden Gebiss findet ein kieferorthopädisch induzierter Umbau des Zahnhalteapparates unter dem Schutz eines gesunden marginalen Parodons statt. Hierbei beobachtet man an der Druckseite eine Resorption und an der Zugseite eine Apposition von Knochen. 1976 wurde in einem Fallbericht (GOLDSTEIN & FRITZ) beschrieben, dass man Zähne nach ausgeheilten parodontalen Erkrankungen kieferorthopädisch behandeln kann.

In Tiermodellen wurde aber auch gezeigt, dass orthodontische Bewegung zu einer Progression der Parodontopathie führen kann. Der Grund hierfür ist die Tatsache, dass physiologische Schutzmechanismen bei einem parodontal destruierenden Prozess aufgehoben sind. Bildet sich nach antiinfektiöser Therapie eines erkrankten Parodons nur ein langes epitheliales Attachment, so ist kein Gewebe vorhanden, welches einen kieferorthopädischen Gewebeumbau ermöglicht. Eine Bewegung in einen solchen Bereich kann eine Progression der knöchernen Destruktion nach sich ziehen (ERICSSON ET AL. 1977; ERICSSON & THILANDER 1978).

Weiterhin wurde tierexperimentell dargestellt, dass im schlimmsten Fall durch Bewegung von schlecht gereinigten Zähnen in vorhandene Knochendefekte eine Verlagerung von supragingivaler Plaque in subgingivale Bereiche stattfindet (WENNSTROM ET AL. 1993). Dies führt zu einem rapiden Einbruch der knöchernen Strukturen (ERICSSON ET AL. 1977).

### b) Anforderungen an das Hartgewebe

Werden um die zu bewegenden Zähne ossäre Defekte beobachtet, so muss dem veränderten Knochenlager und dem verlagerten dentalen Widerstandszentrum mit einer Anpassung des einwirkenden Kraftsystems Rechnung getragen werden (DIEDRICH 1990; THILANDER 1996).

Teilweise kann man durch orthodontische Bewegungen das knöcherne Lager verändern und somit die Parodontaltherapie unterstützen.

### Ausgleich von Knochendefekten

In der Vergangenheit wurde beschrieben, dass infolge einer Zahnextrusion knöcherne Defekte abgeflacht werden konnten (LEMON 1982). Studien von MELSEN ET AL. (1988; 1989) beschrieben sogar einen Neugewinn von verlorenem Attachment durch intrusive Bewegungen.

### Aufrichten von Zähnen

Weiterer Benefit der Hartgewebssituation kann durch das Aufrichten gekippter Zähne erzielt werden (DIEDRICH 1986). In klinischen Studien wurde beobachtet, dass parodontale Parameter durch diese Therapie nicht verbessert, aber konserviert blieben (LUNDGREN ET AL. 1992, DIEDRICH & FRITZ 2004). Eine andere Arbeit beschreibt sogar die Reparatur angulärer Knochendefekte durch Zahnaufrichtung (JUZHANX & GIOVANNOLI 2007). Sicher jedoch ist, dass durch diese Massnahme die Hygienefähigkeit entscheidend verbessert werden kann und ein positiver Einfluss auf die parodontale Situation gegeben ist.

Tab. I Eine Übersicht klinischer Studien mit dem Thema «kieferorthopädische Therapie im parodontal erkrankten Gebiss». Die Sortierung fand nach dem Grad der Evidenz unter der Einteilung des *Agency For Healthcare Policy And Research* statt. Stärkste Evidenz auf Stufe Ia, schwächste Evidenz auf Stufe IV.

Autor	Jahr	Erscheinungs-ort	Kurzbe-schreibung	Fallzahl	Beobachtungs-zeitraum	Kontroll-gruppe	Zusammenfassung	Evidenz-grad
RE ET AL.	2000	International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry	Beurteilung der Effektivität eines chirurgischen und eines nicht chirurgischen Vorgehens bei der kieferorthopädisch-parodontologischen Therapie	267 Patienten mit chirurgischer und 128 Patienten mit nicht chirurgischer PA Therapie	12 Jahre nach PA Therapie	Ja	Es konnte eine signifikante Verbesserung der parodontalen Parameter nach Abschluss der Behandlung und dem Follow-up gegenüber dem Behandlungsbeginn verzeichnet werden. Eine Kontraindikation zur kieferorthopädischen Behandlung parodontal geschädigter Patienten scheint somit nicht mehr gegeben zu sein.	Ila
GLANS ET AL.	2003	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	Vergleich des Blutungsindex kieferorthopädisch behandelter Patienten mit Crowding gegenüber Patienten ohne Crowding vor, während und nach der Behandlung	220 Davon genauere Untersuchungen bei 45 mit und 52 ohne Crowding	Bis 48 Wochen nach Behandlungsbeginn und am Ende der Behandlung	Ja	Eine Verbesserung des Blutungsindex konnte in der Gruppe mit Crowding im Behandlungsverlauf beobachtet werden.	Ila
MELSEN ET AL.	1989	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	Auswirkung einer Intrusionsbewegung unter Verwendung verschiedener Apparaturen auf OK Inzisivi mit reduziertem Knochenangebot	30	6–18 Monate kieferorthopädische Therapie	Ja	Die beste Intrusionsbewegung wurde mit einem Base Arch erreicht. In fast allen Behandlungen kam es zu Wurzelresorptionen. Am günstigsten war das Ergebnis, wenn leichte Kräfte durch das Widerstandszentrum, eine gesunde Gingiva und keine perioralen Störfaktoren vorlagen.	Ilb
BOYD ET AL.	1989	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	Dokumentation des parodontalen Status parodontal erkrankter und gesunder Patienten während kieferorthopädischer Behandlung und kontrollierter Mundhygiene	40 Patienten Davon 20 gesunde Jugendliche, 10 gesunde Erwachsene, 10 parodontal Geschädigte Erwachsene nach antiinfektiöser Therapie	18 Monate während der Behandlung und 12 Monate nach der Behandlung	Ja	Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass Patienten mit gesundem, aber reduziertem Knochenangebot bei guter Mundhygiene einer kieferorthopädischen Behandlung ohne weiteren Knochenbruch unterzogen werden konnten.	Ilb
NGAN ET AL.	1991	Die Quintessenz	Untersucht wurde der Einfluss kieferorthopädischer Retrusion auf Rezessionen. Es erfolgte ein Vergleich zwischen Rezessionen, welche zuvor durch ein freies Schleimhauttransplantat versorgt wurden, gegenüber solchen, die nicht behandelt wurden.	20 Davon 10 mit FST und 10 ohne	Durchschnittlich 24 Monate Behandlungszeit	Ja	Es zeigte sich in allen Fällen eine Verbesserungstendenz der Rezession. Ein Unterschied zwischen Rezessionen mit FST und ohne lag nicht vor.	Ilb
TIEFENGRABER ET AL.	2002	Fortschritte der Kieferorthopädie	Membrangestützter Erhalt von Extraktionsalveolen und anschliessende kieferorthopädische Bewegung – Splitmouth Design	3	Bis Lückenschluss	Ja	Eine günstigere Ausgangssituation gegenüber der Kontrollseite lag bei den behandelten Arealen vor. Nach der Bewegung wurden in allen Kontrollseiten Gingivainvaginationen dokumentiert, welche auf der Behandlungsseite nicht auftraten.	III
LUNDGREN ET AL.	1992	European Journal of Orthodontics	Ein interindividueller Vergleich der parodontalen Situation zwischen mesial gekippter und aufgerichteter Molaren wurde vorgenommen.	69	?	Ja	Es konnte keine statistisch signifikante Veränderung der Messparameter gefunden werden.	III

Autor	Jahr	Erscheinungs-ort	Kurzbe-schreibung	Fallzahl	Beobachtungs-zeitraum	Kontroll-gruppe	Zusammen-fassung	Evidenz-grad
ELIASSON ET AL.	1982	European Journal of Orthodontics	Es wurde der Einfluss von kieferorthopädischer Behandlung auf die parodontale Kondition von Patienten mit reduziertem Zahnhalteapparat untersucht.	20	Anfang bis Ende der kieferorthopädischen Behandlung	Nein	Es konnten keine signifikanten Verbesserungen der parodontalen Parameter beobachtet werden. Eine Behandlung scheint die Situation aber nicht zu verschlechtern, wenn die Mundhygiene in einem guten Zustand ist.	IV
DIEDRICH ET AL.	1996	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	Translatorische Bewegung endständiger Prämolaren als Alternative zu Implantaten	24	Durchschnittlich 9,6 Jahre	Nein	Die Distalisation war möglich, ein Vitalitätsverlust lag nicht vor, parodontale Parameter verschlechterten sich nicht entscheidend, Wurzelresorptionen waren zu verzeichnen.	IV
CARDARO-POLI ET AL.	2001	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	Behandlungskonzept zur kieferorthopädischen Intrusion migrierter oberer Inzisivi nach parodontaler Vorbehandlung unter konsekutiver Dokumentation radiologischer und parodontaler Parameter	10	Durchschnittlich 10 Monate	Nein	Die Ergebnisse zeigten eine Verbesserung der radiologischen und klinischen Situation durch das vorliegende Therapiekonzept.	IV
CORRENTE ET AL.	2003	Journal of Periodontology	Behandlung pathologisch migrierter oberer Frontzähne. Bewegung der Zähne in Knochendefekte mit anschließender Kontrolle der Taschentiefen, des Attachment und des radiologischen Knochendefekts	10	Ca. 10 Monate aktive Behandlung	Nein	Eine signifikante Reduktion der Taschentiefen, des klinischen Attachment und des radiologischen Knochenabbaus war zu verzeichnen.	IV
RE ET AL.	2003	Orthodontics and Craniofacial Research	Verringerung von Rezessionen der Oberkiefer Frontzähne durch Intrusionsbewegungen	28	1 Jahr nach Abschluss der Kieferorthopädie	Nein	Alle gemessenen Parameter zeigten eine Verbesserung der parodontalen Situation. Dies blieb auch in der Nachkontrolle stabil.	IV
CARDARO-POLI ET AL.	2004	Journal of Clinical Periodontology	Behandlungskonzept zur Rekonstruktion der Papille der oberen, mittleren Inzisivi durch kieferorthopädische Massnahmen	28	Behandlungsdauer und 1 Jahr Nachkontrolle	Nein	Es zeigte sich eine Verbesserung der gingivalen Situation durch das vorliegende Therapiekonzept.	IV
CARDARO-POLI ET AL.	2006	International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry	Evaluation, ob eine mögliche Zahnbewegung in ein Biomaterial zur Füllung von Knochendefekten möglich ist	3	6 Monate nach Behandlungsende	Nein	Eine Bewegung in diese Areale ist möglich, und ein positiver Effekt für die Gesamttherapie konnte verzeichnet werden.	IV

### Verbreiterung des Kieferkammes

GOLDSTEIN & FRITZ (1976) sowie McLAIN ET AL. (1983) beschrieben nach Extraktionen einen Erhalt oder sogar einen Neugewinn von Knochen durch nachfolgenden Lückenschluss. DIEDRICH & ERPENSTEIN (1986) griffen diese Beobachtung auf und zeigten im Rahmen einer Studie einen Neugewinn von verlorenem Knochen im «Windschatten» translatorischer Zahnbewegungen endständiger Prämolaren entlang atrophierter Kieferareale. Somit besteht sogar durch eine kieferorthopädische Behandlung eine Möglichkeit zur Kieferkammaugmentation ohne chirurgischen Eingriff.

### c) Anforderungen an das Weichgewebe

Für das funktionelle und ästhetische Ergebnis der kieferorthopädischen Behandlung sind Qualität und Quantität von Gingiva und Mukosa entscheidend. Galten in früherer Zeit paro-

dontal erkrankte Patienten, nachdem sie sich häufig sehr radikalen Therapieformen mit entsprechend fraglichem ästhetischem Behandlungsergebnis unterzogen, als ausgeheilt (ZACHRISSON 1996), so sind im Zuge der Weiterentwicklung der parodontalen Chirurgie die Anforderungen von Patient und Behandler an das Therapieergebnis gestiegen. Da in den letzten Jahren die Anzahl kieferorthopädischer Eingriffe bei Erwachsenen stetig zunahm, und da sich dieses Patientengut häufig aufgrund ästhetischer Korrekturen diesen Behandlungen unterzieht, muss altersgemässen Veränderungen des Weichgewebes vermehrt Rechnung getragen werden.

### Gingivale Grenzdiskrepanzen

Häufige Befunde des Weichgewebes, welche der Kieferorthopäde vor, während oder nach der Behandlung evaluiert, sind u. a. unharmonische Gingivaverläufe, schwarze interdendale



Dreiecke oder Rezessionsdefekte. Ferner sind Schnittpunkte von parodontaler Chirurgie und Kieferorthopädie die Verlagerung von Wangenbändern oder modellierende Eingriffe bei der Behandlung eines «gummy smile». Das ästhetische Erscheinungsbild wird massgeblich durch die gingivale Grenzsituation der oberen sechs Frontzähne geprägt. Vor diesem Hintergrund stellte KOKICH (1996) als Zusammenfassung seiner Forschungsergebnisse vier Forderungen an die ideale Ästhetik der Gingivaarchitektur:

- Die gingivalen Grenzen der beiden zentralen Inzisiven sollten sich auf einem Niveau befinden.
- Die gingivale Grenze der zentralen Inzisiven sollte apikal positioniert sein als diejenige der lateralen Inzisiven.
- Die Kontur der labialen Gingiva sollte der Schmelz-Zement-Grenze folgen.
- Jeder Zahnzwischenraum sollte eine regelgerecht proportionierte Interdentalpapille aufweisen.

Therapeutisch sollte man nur dann eingreifen, wenn die Situation nicht von der Lippe bedeckt wird. In diesen Fällen kann gegebenenfalls durch eine Gingivektomie, eine Rekonturierung des Kontaktpunktes, eine gezielte Extrusion oder Intrusion der Frontzähne, eventuell in Kombination mit Rekonstruktion abraderter Schneidekanten, ein befriedigendes Ergebnis erzielt werden (KOKICH 1996).

#### Rezessionen

Neben der ästhetischen Komponente sollten auch funktionelle Überlegungen einer parodontologisch-kieferorthopädischen Kombinationstherapie zugrunde liegen. So wurde für die Entstehung lokaler Rezessionen beschrieben, dass in vielen Fällen neben einer ungünstigen Lage von Kronenrändern oder tief ansetzenden Bändern eine vestibuläre Position der betreffenden Zähne im Zahnbogen ursächlich ist (DIEDRICH 1995; KASAB & COHEN 2003). Da eine solche Position auch durch eine kieferorthopädische Behandlung induziert werden kann, wurden von WENNSTROM (1996) einige biologische Grundsätze für das Verhalten des Weichgewebes während einer orthodontischen Therapie beschrieben. Im Einzelnen beobachtet man, dass eine orale Zahnbewegung innerhalb der knöchernen Alveole in den meisten Fällen zu einer Verdickung der Gingiva und als Folge zu einem Gewinn von weichgewebigem und knöchernem Attachment führt. Reaktiv erfährt der Zahn eine scheinbare Verkürzung der klinischen Kronenlänge. Eine vestibuläre Bewegung hingegen bewirkt einen Verlust der gingivalen Breite sowie in einigen Fällen eine relative Reduktion des weichgewebigen Attachment. Diese imponiert durch eine scheinbare Verlängerung der klinischen Krone des bewegten Zahnes.

Jedoch führt eine vestibuläre Zahnbewegung nicht zwingend zu einer Rezession. In den meisten Fällen findet jene sogar ohne Einfluss auf das bedeckende Weichgewebe oder Attachmentlevel statt. Selbst bei Durchtritt des Zahnes aus der Alveole resultiert nicht zwangsläufig eine Rezession (WENNSTROM 1996; KRISHNAN ET AL. 2007). Da aber jede Fazialbewegung eine Ausdünnung der keratinisierten Gingiva bewirken kann und es gesichert ist, dass dies ein Risikofaktor für erhöhte Plaqueakkumulation und mechanische Traumata mit einer nachfolgenden Dehiszenz darstellt (ERICSSON & LINDHE 1984), sollte jede körperliche Zahnbewegung in Bereichen mit schwach ausgeprägter Kortikalis und dünner Weichgewebsbedeckung mit grosser Vorsicht stattfinden (DIEDRICH 1995; WENNSTROM 1996).

#### d) Regenerative Therapie

Das Ziel der regenerativen Therapie besteht in der Wiederherstellung verlorener Gewebe in Funktion und Struktur. Eine

alleinige Wurzelglättung resultiert häufig nur in der Ausbildung eines langen Saumepithels (NYMAN ET AL. 1982). Folglich kann man in einem solchen Fall nicht von einer Regeneration, sondern vielmehr nur von einer Reparatur des parodontalen Defektes sprechen. Wie zuvor erwähnt, zieht eine Bewegung in einen solchen Bereich eine weitere Destruktion des Alveolarknochens nach sich (JUZANX & GIOVANNOLI 2007) und würde somit eine kieferorthopädische Behandlung ausschliessen. Durch die gesteuerte Geweberegeneration (GTR) und gesteuerte Knochenregeneration (GBR) als Methoden der regenerativen Therapie sind frühere Limitierungen überholt.

So zeigten DIEDRICH ET AL. (2003) in einem Tiermodell, dass unter präorthodontischer Verwendung von Schmelz-Matrix-Proteinen und Barrieremembranen ein echter Attachmentgewinn erzielt werden kann und eine anschliessende Zahnbewegung möglich ist. Jüngere Fallberichte beschrieben sogar eine Langzeitstabilität des gewonnenen Attachment (AGUIRRE-ZORZANO ET AL. 1999; MAEDA ET AL. 2005).

#### GBR zum Erhalt von Extraktionsalveolen

Eine weitere Indikation von Barrieremembranen wurde in einer Verlaufskontrollstudie von TIEFENGRABER ET AL. (2002) vorgestellt. Durch einen frühzeitigen mit Membranen gestützten Alveolenerhalt konnten hier ein grosszügiges Knochenangebot konserviert und somit günstige parodontale Bedingungen für orthodontische Zahnbewegungen geschaffen werden. Dies verringert die Gefahr für ein Auftreten von Komplikationen wie Gingivainvaginationen oder Knochenfenestrationen.

#### Knochenersatzmaterialien in der Kieferorthopädie

Die Möglichkeit von Zahnbewegungen in mit Knochenersatzmaterialien (KEM) augmentierte Areale wurde sowohl in Tierexperimenten (HOSSAIN ET AL. 1996; ARAUJO ET AL. 2001) als auch in klinischen Studien (CARDAROPOLI ET AL. 2006) untersucht. Histologische Aufarbeitungen zeigten, dass einige KEM im Laufe der kieferorthopädischen Bewegung resorbiert wurden (HOSSAIN ET AL. 1996; ARAUJO ET AL. 2001). Jedoch kann man aufgrund der Vielzahl existierender KEM nicht pauschal die Zahnbewegung in diese Materialien empfehlen. So wurden, zum Beispiel in der Studie von HOSSAIN ET AL. (1996), auch Nebenwirkungen wie Wurzelresorptionen beschrieben.

#### Diskussion

##### Voraussetzungen für die kieferorthopädische Therapie parodontal geschädigter Patienten

Bei steigender kieferorthopädischer Behandlungsfrequenz älterer Patienten nimmt die Anzahl orthodontischer Behandlungen parodontal geschädigter Patienten deutlich zu (ZACHRISSON 2005). Eine orthodontische Zahnbewegung sollte in diesen Fällen in der Therapieplanung besonders gut bedacht werden. Die frühere Kontraindikation von Zahnbewegungen bei marginalem Knochenabbau (KESSLER 1976) kann heute fallen gelassen werden. Grundsätzlich ist eine solche Bewegung möglich (MELSEN ET AL. 1989; THILANDER 1996; MATHEWS & KOKICH 1997; RE ET AL. 2000) und stellt eine sinnvolle Erweiterung des therapeutischen Spektrums dar. Dies reicht dann von der präimplantologischen Kieferkammaugmentation (DIEDRICH & ERPENSTEIN 1986) über die Rezessionsbehandlung (WENNSTROM 1996) bis hin zur Therapie angulärer Defekte durch gezielte Zahnbewegungen (JUZANX & GIOVANNOLI 2007).

Unter keinen Umständen darf von der Forderung nach einer eingehenden parodontalen Befundaufnahme zu Beginn und

während der kieferorthopädischen Behandlung Abstand genommen werden (MATHEWS & KOKICH 1997). Vielmehr ist diese Massnahme nicht nur bei offensichtlich parodontal erkrankten Patienten sinnvoll, sondern wäre für jeden Patienten wünschenswert, um das Übersehen von Akutzuständen zu vermeiden.

### Behandlung

Die derzeitigen Empfehlungen für eine kieferorthopädische Behandlung parodontal geschädigter Patienten bestehen allgemein in einer antiinfektiösen Therapie vor der kieferorthopädischen Therapie mit anschliessend sechsmonatiger Reevaluation (MATHEWS & KOKICH 1997).

Da kieferorthopädische Zahnbewegungen durch Knochenresorption auf der Druckseite und Knochenapposition auf der Zugseite stattfinden, ist ein parodontales Attachment Voraussetzung für einen Gewebeumbau. Ein alleiniges Scaling führt häufig zur Ausbildung eines verlängerten Saumepithels. Eine Bewegung in diese Bereiche verstärkt den Knochenabbau. Bei einer solchen Ausgangssituation sollte im Vorfeld der Zahnbewegung eine regenerative Therapie erfolgen. Hierbei können GTR-Membranen oder Schmelz-Matrix-Proteine zum Einsatz kommen. Bewegungen entgegen eines ossären Defekts bedürfen jedoch keiner vorherigen regenerativen Therapie (JUZANX & GIOVANNOLI 2007). In jedem Fall sollte eine solche Zahnbewegung nicht vorbehaltlos und gegebenenfalls nur unter Verwendung von der Situation angepassten Kräften durchgeführt werden (CARDAROPOLI & GAVEGLIO 2007).

Im Anschluss ist eine Retention auf Lebenszeit wegen der hohen Rezidivneigung parodontal geschädigter Patienten empfehlenswert (ZACHRISSON 1996; MATHEWS & KOKICH 1997; JUZANX & GIOVANNOLI 2007).

### Probleme und Risiken

Da aber ein parodontal geschädigter Patient veränderte Voraussetzungen in seiner Biomechanik aufweist, (DIEDRICH 1990; THILANDER 1996) und da man durch die kieferorthopädische Therapie die parodontale Situation verschlechtern kann, wie Beispiele von Knochenperforationen, Gingivaduplikaturen, Ausdünnung der keratinisierten Gingiva oder sogar Rezessionen beweisen (WEHRBEIN & DIEDRICH 1992a, b; DIEDRICH 1995; KASSAB & COHEN 2003), wäre es hilfreich, klarere Therapierichtlinien in Grenzbereichen zu formulieren.

Eine weitere Grauzone sind Patienten mit erhöhten Sondierungstiefen nach Parodontalbehandlungen. Diese Residualtaschen stellen ein häufiges Problem dar. Klinisch stellt sich die Frage, ob ein Zahn nach parodontaler Vorbehandlung, der eine persistierende, wenn auch mikrobiologisch «saubere» Residualtasche aufweist, in eine kieferorthopädische Behandlung eingeschlossen werden darf oder einer weiteren gezielten Therapie bedarf. Leider gibt es auch hier einen Mangel an Evidenz.

### Nachuntersuchungen

Eine Untersuchung von AXELSSON ET AL. (2004) zeigte für parodontaltherapeutisch behandelte Patienten bei einem engmaschigen Recallsystem nach 30 Jahren ein signifikant besseres Langzeitergebnis. Auch gibt es einige Hinweise auf eine Langzeitstabilität von kieferorthopädisch-parodontologisch behandelten Patienten (AGUIRRE-ZORZANO ET AL. 1999; HARPENAU & BOYD 2000; RE ET AL. 2000; CARDAROPOLI ET AL. 2006). Dennoch ist die Datenlage sehr spärlich, und die Formulierung eines klaren Konzepts der Langzeitkontrolle für den behandelnden Kieferorthopäden wäre wünschenswert.

### Regenerative Therapie

Einen starken Einschnitt in der Parodontologie stellt die regenerative Therapie dar. Dass eine Zahnbewegung in frisch regenerierte Bereiche möglich ist und eine echte Regeneration sowie einen Neugewinn von Attachment nach sich zieht, ist belegt (DIEDRICH 1996; MAEDA ET AL. 2005; CARDAROPOLI ET AL. 2006; JUZANX & GIOVANNOLI 2007). Dennoch gibt es nach heutiger Datenlage nur wenige kontrollierte klinische Studien zu diesem Thema. Solche Studien sind aber unabdingbar für die Ausarbeitung von Richtlinien für die Auswahl der richtigen KEM, den optimalen Zeitpunkt eines Behandlungsbeginns sowie die richtigen Behandlungsmechaniken. Aus diesem Grund sollte diese Problematik zukünftig Gegenstand intensiverer Forschung sein, um eine bessere Evidenz in der kieferorthopädischen Behandlung parodontal geschädigter Patienten zu erzielen.

### Schlussfolgerung

Es ist nicht zu erwarten, dass eine kieferorthopädische Therapie die alleinige Lösung jeglicher parodontaler Problematik darstellt. Vielfach bleibt die chirurgische Therapie die einzige Möglichkeit, den ästhetischen Ansprüchen von Behandler und Patient zu entsprechen. Die kieferorthopädische Therapie stellt jedoch eine wenig invasive Therapieform und eine sinnvolle Ergänzung, wenn nicht sogar ein gänzlich anderes Behandlungskonzept für die Behandlung parodontal geschädigter Patienten mit relativ vorhersagbaren Behandlungsergebnissen dar.

Abschliessend kann man sagen, dass viele Richtlinien und Therapiekonzepte, die Mitte der 90er-Jahre erstellt wurden (DIEDRICH 1996; KOKICH 1996; THILANDER 1996; WENNSTROM 1996; ZACHRISSON 1996; MATHEWS & KOKICH 1997), auch heute noch Grundlage einer kombinierten Therapie aus Kieferorthopädie und Parodontologie sein sollten. Sie beschreiben fundamentale biologische Prozesse, welche ihre Gültigkeit behalten werden. Dennoch ist es wichtig, anzumerken, dass viele Beobachtungen, welche zu diesen Therapiekonzepten führten, auf Fallberichten, Tierexperimenten und Studien mit niedrigem Evidenzgrad beruhen. Auch wenn diese Therapiekonzepte sehr logisch erscheinen, ist dieser Mangel an Evidenz für die Kieferorthopädie als medizinische Wissenschaft langfristig nicht ausreichend.

### Summary

REICHERT C, KASAJ A, WILLERSHAUSEN B: **Orthodontics and periodontics in process of time – a review of the literature** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 119: 784–791 (2009)  
The dental disciplines of orthodontics and periodontics keep a variety of contact points.

The development of new treatment options in periodontics and orthodontics, e.g. guided tissue regeneration or orthodontic implants for temporary skeletal anchorage, offer new ways in treatment of periodontally affected patients.

The present work is a review of studies and treatment plans in the past thirty years and scrutinises their topicality and evidence.

The performance of a systematic review of literature led to a low number of resulting articles. For this reason and their heterogeneity it was not possible to perform a quantifying review.

Our results lead to the conclusion that this certain scope of interdisciplinary therapy has further demand for studies with high quality standards and evidence.

## Résumé

Les domaines dentaires de l'orthodontie et de la parodontologie offrent de multiples points de contacts. Le développement des nouveaux soins de l'orthodontie et de la parodontologie, p. ex. la régénération guidée des tissus ou les implants de l'orthodontie, offrent de nouvelles possibilités au sujet des soins des patients qui sont atteints de parodontose.

Cet exposé est un aperçu de la littérature disponible et épluche son actualité et évidence d'une manière critique.

En raison de leur hétérogénéité et de leur petite quantité, les articles qui résultent des recherches littéraires systématiques ne pouvaient pas être groupés en aperçu quantifié. Pour cette raison on a élaboré un aperçu descriptif.

Nos résultats mènent à la conclusion qu'il y a encore un besoin d'évidences prouvées par les études de qualité supérieure dans beaucoup de domaines de cette thérapie interdisciplinaire.

## Literatur

- AGENCY FOR HEALTH CARE POLICY AND RESEARCH (AHCPR): AHCPR Publication 92-0032: 100-107 (1992)
- AGUIRRE-ZORZANO L A, BAYONA J M, REMOLINA A, CASTANOS J, DIEZ R, ESTEFANIA E: Postorthodontic stability of the new attachment achieved by guided tissue regeneration following orthodontic movement: report of 2 cases. *Quintessence Int* 30: 769-774 (1999)
- ARAUJO M G, CARMAGNOLA D, BERGLUNDH T, THILANDER B, LINDHE J: Orthodontic movement in bone defects augmented with Bio-Oss. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 28: 73-80 (2001)
- AXELSSON P, NYSTROM B, LINDHE J: The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 31: 749-757 (2004)
- CARDAROPOLI D, GAVEGLIO L: The influence of orthodontic movement on periodontal tissues level. *Semin Orthod* 13: 234-245 (2007)
- CARDAROPOLI D, RE S, MANUZZI W, GAVEGLIO L, CARDAROPOLI G: Bio-Oss collagen and orthodontic movement for the treatment of infrabony defects in the esthetic zone. *Int J Periodontics Restorative Dent* 26: 553-559 (2006)
- CHASENS A I: Indications and contraindications for adult tooth movement. *Dent Clin North Am* 16: 423-437 (1972)
- DIEDRICH P: Die Aufrichtung gekippter Molaren als präprothetische und parodontitisprophylaktische Massnahme. *Dtsch Zahnärztl Z* 41: 159-163 (1986)
- DIEDRICH P: Biomechanische Prinzipien für orthodontische Bewegungen bei reduziertem Attachment. *Dtsch Zahnärztl Z* 45: 78-81 (1990)
- DIEDRICH P: Probleme und Risiken bei der Bewegung von Unterkieferfrontzähnen. *Fortschr Kieferorthop* 56: 148-156 (1995)
- DIEDRICH P, ERPENSTEIN H: Die Distalisierung endständiger Prämolaren – eine Alternative in der prothetischen Versorgung der verkürzten Zahnreihe. *Quintessenz* 37: 505-516 (1986)
- DIEDRICH P, FRITZ U: Präprothetische Kieferorthopädie. *Quintessenz* 55: 1155-1165 (2004)
- DIEDRICH P, FRITZ U, KINZINGER G, ANGELAKIS J: Movement of periodontally affected teeth after guided tissue regeneration (GTR) – an experimental pilot study in animals. *J Orofac Orthop* 64: 214-227 (2003)
- DIEDRICH P R: Guided tissue regeneration associated with orthodontic therapy. *Semin Orthod* 2: 39-45 (1996)
- ELIASSON L A, HUGOSON A, KUROL J, SIWE H: The effects of orthodontic treatment on periodontal tissues in patients with reduced periodontal support. *Eur J Orthod* 4: 1-9 (1982)
- ERICSSON I, LINDHE J: Recession in sites with inadequate width of the keratinized gingiva. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 11: 95-103 (1984)
- ERICSSON I, THILANDER B: Orthodontic forces and recurrence of periodontal disease. An experimental study in the dog. *Am J Orthod* 74: 41-50 (1978)
- ERICSSON I, THILANDER B: Orthodontic relapse in dentitions with reduced periodontal support: an experimental study in dogs. *Eur J Orthod* 2: 51-57 (1980)
- ERICSSON I, THILANDER B, LINDHE J, OKAMOTO H: The effect of orthodontic tilting movements on the periodontal tissues of infected and non-infected dentitions in dogs. *J Clin Periodontol* 4: 278-293 (1977)
- GOLDSTEIN M.C., FRITZ M.E. Treatment of periodontitis by combined orthodontic and periodontal approach: report of case. *J Am Dent Assoc* 93: 985-990 (1976)
- HARPENAU L A, BOYD R L: Long-term follow-up of successful orthodontic-periodontal treatment of localized aggressive periodontitis: a case report. *Clin Orthod Res* 3: 220-229 (2000)
- HOSSAIN M Z, KYOMEN S, TANNE K: Biologic responses of autogenous Bone and beta-tricalcium phosphate ceramics transplanted into bone defects to orthodontic forces. *Cleft Palate Craniofac J* 33: 277-283 (1996)
- JUZANX I, GIOVANNOLI J L: Kieferorthopädisch verursachter Gewebeumbau und parodontale Heilung. *Parodontologie* 18: 203-211 (2007)
- KASSAB M M, COHEN R E: The etiology and prevalence of gingival recession. *J Am Dent Assoc* 134: 220-225 (2003)
- KESSLER M: Interrelationship between orthodontics and periodontics. *Am J Orthod*: 154-172 (1976)
- KOKICH V G: Esthetics: The orthodontic-periodontic restorative connection. *Semin Orthod* 2: 21-30 (1996)
- KRISHNAN V, AMBILI R, DAVIDOVITZ Z, MURPHY N C: Gingiva and orthodontic treatment. *Semin Orthod* 13: 257-271 (2007)
- LEMON R: Simplified root extrusion technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*: 93-99 (1982)
- LUNDGREN D, KUROL J, THORSTENSSON B, HUGOSON A: Periodontal conditions around tipped and upright molars in adults. An intra-individual retrospective study. *Eur J Orthod* 14: 449-455 (1992)
- MAEDA S, MAEDA Y, ONO Y, NAKAMURA K, SASAKI T: Interdisciplinary treatment of a patient with severe pathologic tooth migration caused by localized aggressive periodontitis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 127: 374-384 (2005)
- MATHEWS D P, KOKICH V G: Managing treatment for the orthodontic patient with periodontal problems. *Semin Orthod* 3: 21-38 (1997)
- MCLAIR J B, PROFFIT W R, DAVENPORT R H: Adjunctive orthodontic therapy in the treatment of juvenile periodontitis: report of a case and review of the literature. *Am J Orthod* 83: 290-298 (1983)
- MELSEN B, AGERBAEK N, ERIKSEN J, TERP S: New attachment through periodontal treatment and orthodontic intrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 94: 104-116 (1988)
- MELSEN B, AGERBAEK N, MARKENSTAM G: Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 96: 232-241 (1989)
- NYMAN S, LINDHE J, KARRING T, RYLANDER H: New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. *J Clin Periodontol* 9: 290-296 (1982)
- POLSON A M, SUBTELNY J D, MEITNER S W, POLSON A P, SOMMERS E W, IKER H P, REED B E: Long-term periodontal status after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 93: 51-58 (1988)
- RE S, CORRENTE G, ABUNDO R, CARDAROPOLI D: Orthodontic treatment in periodontally compromised patients: 12-year report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 20: 31-39 (2000)
- THILANDER B: Infrabony pockets and reduced alveolar bone height in relation to orthodontic therapy. *Semin Orthod* 2: 55-61 (1996)
- TIEFENGRABER J, DIEDRICH P, FRITZ U, LANTOS P: Orthodontic space closure in combination with membrane supported healing of extraction sockets (mhe) a pilot study. *J Orofac Orthop* 63: 422-428 (2002)
- WEHRBEIN H, DIEDRICH P: Parodontale Veränderung nach orthodontischer Zahnbewegung – eine retrospektive histologische Studie am Menschen. 1. Mitteilung. *Fortschr Kieferorthop* 53: 167-178 (1992a)



**WEHRBEIN H, DIEDRICH P:** Parodontale Veränderung nach orthodontischer Zahnbewegung – eine retrospektive histologische Studie am Menschen. 2. Mitteilung. Fortschr Kieferorthop 53: 203–210 (1992b)

**WENNSTROM J L:** Mucogingival considerations in orthodontic treatment. Semin Orthod 2: 46–54 (1996)

**WENNSTROM J L, STOKLAND B L, NYMAN S, THILANDER B:** Periodontal tissue response to orthodontic movement of teeth with infrabony pockets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 103: 313–319 (1993)

**ZACHRISSON B U:** Clinical implications of recent orthodontic-periodontic research findings. Semin Orthod 2: 4–12 (1996)

**ZACHRISSON B U, BJORN U:** Zachrisson, DDS, MSD, PhD, on current trends in adult treatment, part 2. Interview by Robert G. Keim. J Clin Orthod 39: 285–296; quiz 315 (2005)

**ZACHRISSON B U, ALNAES L:** Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. I. Loss of attachment, gingival pocket depth and clinical crown height. Angle Orthod 43: 402–411 (1973)

**ZACHRISSON B U, ALNAES L:** Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. II. Alveolar bone loss: radiographic findings. Angle Orthod 44: 48–55 (1974)