

Manuel Nienkemper, Benedict Wilmes, Björn Ludwig, Alexander Pauls, Dieter Drescher

Klinische Untersuchung skelettal verankerter Mechaniken zur Einordnung retinierter Zähne

INDIZES Kieferorthopädie, retinierte Zähne, skelettale Verankerung, Mini-Implantate

Ziel: Ziel war die Ermittlung der Zuverlässigkeit der skelettalen Verankerung mittels Mini-Implantaten im Gaumen und spezieller Mechaniken zur Einordnung retinierter Zähne.

Material und Methoden: Die Einordnung von 53 retinierten Zähnen von 40 Patienten wurde auf Nebenwirkungen wie Lockerung der Mini-Implantate oder das Kippen der dentalen Verankerungseinheiten untersucht. Bei zusätzlicher sagittaler Platzproblematik kamen Kombinationsgeräte zur simultanen Mesialisierung oder Distalisierung und Einordnung zum Einsatz.

Ergebnisse: 98,1 % der retinierten Zähne konnten erfolgreich eingeordnet werden. Es lockerten sich drei von 56 Mini-Implantaten (Erfolgsrate: 94,6 %). Bei 93,3 % der indirekt verankerten Mechaniken zeigten sich keine dentalen Nebenwirkungen. Die Mesialisierungs- und Distalisierungsaufgaben konnten simultan gelöst werden.

Schlussfolgerung: Die skelettale Verankerung mittels Mini-Implantaten im Gaumen stellt eine zuverlässige Verankerungsmethode dar. Von entscheidender Bedeutung ist die individuelle Konstruktion der Mechanik bezüglich der biomechanischen Belastbarkeit und Stabilität. Die simultane Platzbeschaffung oder der Lückenschluss ist möglich.

Einleitung

Der Zahndurchbruch stellt einen komplexen Vorgang dar. Daher ist es nicht verwunderlich, dass Zahnretentionen mit einer relativ hohen Inzidenz auftreten. Neben den Weisheitszähnen (bis zu 39 %) sind häufig die oberen Eckzähne (0,92-3 %) und die oberen mittleren Schneidezähne (0,2 %) betroffen. 1,2 Per Definition liegt bei einer Retention ein ausbleibender Zahndurchbruch vor, das heißt ein vollständiger Durchbruch ist nach klinischer und radiologischer Untersuchung nicht zu erwarten.3 Häufig befinden sich retinierte Zähne zudem in einer ektopen Position. Die Retention und Verlagerung von Zähnen kann zu klinischen Komplikationen führen. Neben der Ausbildung von follikulären Zysten ist insbesondere die Gefahr der Schädigung von Nachbarzähnen zu beachten. Klinische Studien belegen das erhöhte Risiko von Wurzelresorptionen durch verlagerte Zähne. So können an 12 % der seitlichen Schneidezähne beim verlagerten Eckzahn Wurzelresorptionen unterschiedlicher Ausprägung diagnostiziert werden.^{4,5} Bei umfangreichen Resorptionen kann die Extraktion der betroffenen Zähne erforderlich werden.⁶ Der Grad der Wurzelresorptionen an seitlichen Schneidezähnen, verursacht durch verlagerte Eckzähne, hängt vom Grad der Eckzahnverlagerung ab.7

Daher kommt der Prävention der Verlagerung eine besondere Bedeutung zu. Auf diese Weise können Schäden vermieden und die besten Langzeitergebnisse erzielt werden.8

Maßnahmen, wie die vorzeitige Extraktion der Milchzähne, können in vielen Fällen eine weitere Verlagerung verhindern oder sogar zu einer Einstel-



Manuel Nienkemper Dr. med. dent. Poliklinik für Kieferorthopädie Universitätsklinikum Düsseldorf Moorenstr. 5 40225 Düsseldorf F-Mail Manuel.Nienkemper@ uni-duesseldorf.de

Benedict Wilmes

Priv.-Doz. Dr. med. dent. Poliklinik für Kieferorthopädie Universitätsklinikum Düsseldorf

Björn Ludwig

Dr. med. dent. Fachpraxis Traben-Trarbach

Alexander Pauls

Dr med dent Poliklinik für Kieferorthopädie Universitätsklinikum Düsseldorf

Dieter Drescher

Prof. Dr. med. dent. Poliklinik für Kieferorthopädie Universitätsklinikum

Manuskript Eingang: 07.09.2011 Annahme[,] 04.10.2011

lung des zuvor verlagerten Zahnes führen.^{7,9} Die Autoren geben an, dass in 91 % der Fälle, bei denen der verlagerte Eckzahn distal der Mittellinie der Wurzel des seitlichen Schneidezahnes liegt, durch die Extraktion der Milcheckzähne eine spontane Einstellung des Eckzahnes erfolgt. Beim Überschreiten der Mittellinie liegt der Erfolg dieser Maßnahme bei 64 %.¹⁰ Zudem können durch die Extraktion der Milcheckzähne oftmals das Ausmaß der Resorptionen an seitlichen Schneidezähnen und das Ausmaß der erforderlichen Maßnahmen reduziert werden.¹¹

Bei ausgeprägter Verlagerung ist eine kombiniert kieferorthopädisch/oralchirurgische Intervention erforderlich. Viele Autoren beurteilen dies anhand der radiologisch gemessenen Achsenabweichung des verlagerten Zahns.⁵ Die Therapie umfasst die chirurgische Freilegung von Teilen der Zahnkrone und das adhäsive Befestigen eines Attachments mit einer Kette auf der Kronenoberfläche. Anschließend kann eine extrusive Kraft zur Einordnung des verlagerten Zahnes appliziert werden. Zur Vermeidung parodontaler Schäden ist die Einstellung von Richtung und Größe der orthodontischen Kraft von großer Bedeutung.¹²

Viele Techniken wurden beschrieben, um verlagerte Zähne einzuordnen. 13–19 Die meisten dieser Mechaniken arbeiten mit langen Kraftarmen, sodass ein großes Drehmoment auf die Verankerungseinheit einwirkt. 20 Dadurch besteht die Gefahr, dass unerwünschte Nebenwirkungen im Sinne eines Verankerungsverlustes auftreten. 21 Dazu gehören in Bezug auf die vertikale Dimension die Intrusion der benachbarten Zähne oder sogar das Kippen der gesamten Okklusionsebene. Auch in transversaler oder sagittaler Ebene können Zahnbewegungen oder Kippungen auftreten. Dies kann unter anderem zu Störungen in der Okklusion führen.

Zur Einordnung verlagerter Zähne ist also eine stabile Verankerung erforderlich. Die skelettale Verankerung unter Verwendung von Mini-Implantaten hat sich in vielen klinischen Studien als verlässliche Verankerungsmethode erwiesen.^{22,23}

Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung der Zuverlässigkeit dieser Form der Verankerung bei der Einordnung retinierter Zähne. Inwiefern lassen sich die beschriebenen unerwünschten Nebenwirkungen durch den Einsatz von Mini-Implantaten reduzieren? Welche Rückschlüsse lassen sich in Bezug auf die befundbezogene Konstruktion der Mechaniken ziehen?

Material und Methoden

Untersuchte Patienten

Im Rahmen dieser Studie wurde die Einordnung retinierter Zähne mithilfe der skelettalen Verankerung anhand von Patientenfällen der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Düsseldorf untersucht. In die Studie wurden Patienten mit ein oder zwei verlagerten, retinierten oder traumatisch intrudierten Zähnen einbezogen. Es handelte sich gemäß der Definition der Retention um Zähne, bei denen ein Durchbruch nach klinischer und radiologischer Untersuchung nicht zu erwarten war.³ Patienten mit syndromalen Erkrankungen und mit multiplen Verlagerungen wurden nicht berücksichtigt.

Gemäß dieser Einschlusskriterien konnten 40 Patienten in die Untersuchungen einbezogen werden. Das Alter der Patienten reichte von 8–49 Jahren. Die Geschlechterverteilung zeigte 15 männliche und 25 weibliche Patienten. Es konnte so die Einordnung von 53 Zähnen beurteilt werden. Dabei handelte es sich hauptsächlich um obere Eck- und Schneidezähne (Tab. 1).

Verankerung und Mechaniken

Zur Verbesserung der Verankerungssituation wurden orthodontische Mini-Implantate der Größe 2 x 11 mm im anterioren Gaumen median inseriert. Bei Situationen mit gesteigertem Verankerungsbedarf wurde posterior des ersten ein zweites Mini-Implantat der Größe 2 x 9 mm eingebracht. Die Vorbohrung wurde bei beiden Mini-Implantat-Typen mit einem Bohrer von 1,4 mm Durchmesser auf eine Länge von 4 mm durchgeführt. Insgesamt wurden bei 22 Patienten ein und bei 18 Patienten zwei Mini-Implantate inseriert (Tab. 2). Zur Vereinfachung der Konstruktion geeigneter Mechaniken und zur Gewährleistung einer kippstabilen Verbindung zwischen Mini-Implantat und Einordnungsmechanik wurde ein Mini-Implantatsystem mit aufschraubbaren Abutments und Platten verwendet (Benefit-System®; Beneplate-System®; PSM medical solutions, Tuttlingen; Abb. 1).^{24,25} Die vorgefertigten Systemkomponenten ermöglichen dabei die Herstellung der Apparaturen und Mechaniken mit geringem technischen Aufwand.

Tab. 1 Anzahl und Verteilung der retinierten Zähne im Bezug auf den Zahntyp.

Zahntyp	Anzahl (n)
oberer Eckzahn	34
oberer mittlerer Schneidezahn	14
oberer seitlicher Schneidezahn	2
oberer zweiter Prämolar	2
oberer Weisheitszahn	1
gesamt	53

Tab. 2 Anzahl und Verteilung der skelettalen Verankerungselemente.

Mini-Implantate	Anzahl (n)
singulär (ein Mini-Implantat)	22
Tandem-Implantat (zwei Mini-Implantate)	18
gesamt	56

Tab. 3 Gestaltung und Verteilung der skelettal verankerten Mechaniken.

Verankerungstyp	Mechaniken	Anzahl (n)
direkt		12
indirekt	singuläre Mechanik	12
	Kombinations- mechanik	18
gesamt		42

Es kamen verschiedene Verankerungs- und Einordnungsmechaniken zum Einsatz. Insgesamt wurden bei den 40 Patienten 42 Mechaniken eingesetzt. In zwei Fällen wurde die Apparatur im Laufe der Behandlung zur Variation der erforderlichen Zugrichtung modifiziert. Es wurden in zwölf Fällen ein direkter und in 30 Fällen ein indirekter Verankerungsmodus gewählt (Tab. 3).

Einfache Mechaniken

Zur Verwendung der Standardmechanik zur Einordnung mithilfe einer direkten Verankerung wird zunächst ein Mini-Implantat im anterioren Gaumen median inseriert. Anschließend wird ein vorgefertigtes Abutment mit einem Bracket auf den Mini-Implantat-Kopf aufgeschraubt, in das ein Teilbogen

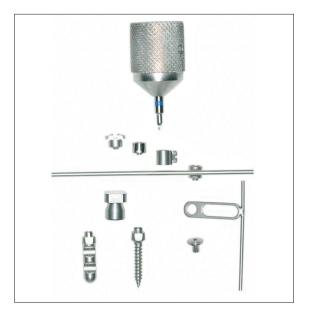




Abb. 1 Benefit- und Beneplate-System (PSM medical solutions; Tuttlingen) mit verschiedenen aufschraubbaren Abutments und Platten.

Abb. 2 Standardmechanik zur Einordnung retinierter Zähne mittels direkter Verankerung.

aus Titanmolybdän einligiert ist. Dieser Teilbogen wird anschließend zur Erzeugung einer extrusiven Kraft auf die Durchtrittsstelle des Kettchens durch die Schleimhaut gebogen und dabei elastisch verformt. Dort wird er mit einer Stahlligatur an dem Kettchen befestigt (Abb. 2). Die Größe der applizierten Kraft kann klinisch direkt gemessen und eingestellt werden, da es sich um ein statisch bestimmtes System handelt. Es wurden dabei, wie auch bei allen weiteren Mechaniken, je nach Zahntyp Kräfte zwischen 10 und 15 cN appliziert. Durch die modifizierte Länge des Teilbogens und die Aktivierung in mesialer oder distaler Richtung kann die Kraftrichtung variiert werden. Die stabile, leicht zu handhabende Kopplung ermöglicht den konsekutiven Einsatz verschiedener Mechaniken und damit die bei komplizierteren Befunden erforderliche Variation der Zugrichtung (Abb. 3).





Abb. 3 Variation der Zugrichtung mittels einligierter TMA-Teilbögen bei direkter Verankerung und zweier gekoppelter Mini-Implantate (a: nach distal, b: nach okklusal).



Abb. 4 Die indirekte Verankerung im Sinne eines skelettal verankerten TPA erhöht die Verankerungsqualität zur Einordnung von zwei retinierten Zähnen.



Abb. 5 Standardmechanik zur Einordnung retinierter Zähne mittels indirekter Verankerung.

Bei gesteigertem Verankerungsbedarf, zum Beispiel bei der simultanen Einordnung von zwei verlagerten Zähnen, können zwei Mini-Implantate inseriert werden, die mittels einer Langlochplatte (Beneplate®) und zwei Fixierschrauben verbunden werden. Zur Realisierung der Mechanik kann entweder eine Platte mit bereits angeschweißtem Draht (0,8 mm SS) oder mit integriertem Bracket zur Aufnahme eines Teilbogens verwendet werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Verankerungsqualität ist die Einbeziehung von Zähnen in die Verankerungseinheit, im Sinne einer indirekten Verankerung. Dazu werden ein Abutment oder eine Platte mit angeschweißtem Edelstahldraht verwendet und eine Verankerung im Sinne eines skelettal stabilisierten Transpalatinalbogens hergestellt (Abb. 4).

Die indirekte Verankerung bietet sich insbesondere bei Befunden an, bei denen eine Kraftapplikation von vestibulär erfolgen soll. Dabei werden die ersten Molaren mithilfe von ein oder zwei Mini-Implantaten immobilisiert. Zur Schaffung einer möglichst rigiden Konstruktion kann eine zusätzliche transversale Verstärkung aus einem Edelstahldraht (1,1 mm) an die orthodontischen Bänder angelötet werden. Die Kraftapplikation erfolgt durch einen in die Slots der Bänder eingesetzten Extrusionsbogen aus Titanmolybdän, der analog zum einzelnen Teilbogen durch elastische Verformung und Fixierung aktiviert wird (Abb. 5). Es handelt sich ebenfalls um eine statisch determinierte Mechanik.

Kombinationsmechaniken

Fin weiterer Grund für die Wahl einer indirekten Verankerung ist ein kombinierter Befund eines verlagerten Zahns bei gleichzeitigem sagittalen Platzmangel. Durch Aufwanderung der Seitenzähne kann es zu einem Platzmangel für den verlagerten Zahn kommen. Bei symmetrischer Aufwanderung ergibt sich zudem oft eine Frontmittenverschiebung. In anderen Fällen liegt zusätzlich zur Verlagerung eine Aplasie benachbarter Zähne vor. sodass ein zusätzlicher Lückenschluss gewünscht ist. In solchen Fällen kann die Mechanik zur Einordnung verlagerter Zähne mit Distalisierungs- und Mesialisierungsgeräten kombiniert werden, die durch Mini-Implantate gestützt sind. Diese Geräte bestehen aus einem stabilen Führungsbogen aus Edelstahl (1,1 mm), der mittels Abutment oder Platte an ein oder zwei Mini-Implantaten fixiert ist. Auf diesem befindet sich beiderseits ein spezieller Reiter, der mittels Tube gleitend entlang des Führungsbogens bewegt werden kann und mittels Palatinalschlössern über ein orthodontisches Band an den zu bewegenden Zahn gekoppelt wird. Mithilfe eines Feststellreiters kann zur Erzeugung der gewünschten Kraft eine Nickel-Titan-Feder komprimiert oder gedehnt werden.²⁶

Die Extrusionsmechanik kann an mehreren Stellen der Distalisierungs- oder Mesialisierungsgeräte befestigt werden. So kann ein elastischer Teilbogen an der Platte zwischen zwei Mini-Implantaten beziehungsweise am Abutment eines einzelnen Mini-Implantats, am vertikalen Verbindungselement, am Feststellreiter, am Gleitreiter oder in den vestibulären Slot des orthodontischen Bandes eingesetzt werden. Der Charakter des Verankerungsmodus wandelt sich dabei fließend von einer eher direkten Verankerung bei einer Kopplung an die Platte zwischen den Mini-Implantaten bis hin zum klassischen Design einer indirekten Verankerung mit palatinaler Stabilisierung der bandtragenden Zähne und vestibulär einligierter Mechanik (Abb. 6). Durch die Fixierung des Gleitreiters am Feststellreiter mittels Stahlligatur kann jede Distalisierungs-/Mesialisierungsappartur passiv gemacht werden und dient anschließend als Verankerungsapparatur für die zuvor bewegten Zähne und die Einordnung des verlagerten Zahnes. Diese Kombinationsgeräte kamen bei 18 Patienten zum Einsatz.

Auswertung

Bei allen Patienten der Untersuchungsgruppe wurde ermittelt, ob die verlagerten Zähne erfolgreich in den Zahnbogen eingeordnet werden konnten und es wurde die daraus resultierende prozentuale Erfolgsquote errechnet.

Des weiteren erfolgte die Beurteilung der Verankerungsstabilität. Dazu gehörte die Berechnung der Verlustrate der Mini-Implantate, wobei bereits eine klinisch messbare Lockerung als Verlust gewertet wurde. Lediglich die Mini-Implantate, die über die gesamte Einordnung stabil blieben und nicht gekippt waren, wurden als erfolgreich eingestuft. Bei Mechaniken mit einer indirekten Verankerung wurde zudem der dentale Anteil der Verankerungseinheit auf seine Ortsständigkeit hin überprüft. Als Misserfolg galt eine nachweisbare Bewegung im Sinne einer Aufwanderung, Intrusion oder Kippung. Anschließend wurde die prozentuale Häufigkeit des Auftretens dieser unerwünschten Nebenwirkungen in Bezug auf die Anzahl der Mechaniken und die Anzahl der einzuordnenden Zähne errechnet.

Die Beurteilung von Ortsständigkeit und Kippstabilität der skelettalen und dentalen Verankerungselemente erfolgte anhand von Gipsmodellen, klinischen Fotos, Orthopantomogrammen und Fernröntgenseitenaufnahmen zu Behandlungsbeginn und nach Abschluss der Einordnung der verlagerten Zähne. Zudem wurden die verlagerten Zähne anhand der beschriebenen Röntgenbilder und klinischen Befunderhebung auf externe Wurzelresorptionen untersucht.

■ Ergebnisse

52 der 53 verlagerten Zähne konnten erfolgreich in den Zahnbogen eingeordnet werden. Lediglich ein oberer mittlerer Schneidezahn stellte sich als ankylosiert heraus und musste im weiteren Behandlungsverlauf extrahiert werden. Das entspricht einer Erfolgsrate bezüglich der Einordnung von 98,1 % (Tab. 4).

Von den 56 inserierten Mini-Implantaten für eine bessere Verankerungssituation lockerten sich drei im Laufe der Einordnung. Es handelte sich in allen Fällen um singuläre Mini-Implantate mit einem direkten Verankerungsmodus. Einer dieser Patienten wies

Abb. 6 Kopplungsmöglichkeiten zwischen den Mesialisierungsund Distalisierungsgeräten sowie den Extrusionsmechaniken.











 Tab. 4
 Ergebnisse der Untersuchungen.

Untersuchung der	Erfolgsquote (%)
Einordnung retinierter Zähne	98,1
Stabilität der Mini-Implantate	94,6
Vermeidung von Zahnkippungen (indirekte Verankerung, bezogen auf Mechaniken)	93,3
Einordnung ohne Nebenwirkungen (gesamt, bezogen auf retinierte Zähne)	90,6

die bereits erwähnte Ankylose am einzuordnenden Zahn auf. Bei dem zweiten Patienten, bei dem eine Lockerung des Mini-Implantats festgestellt wurde, handelte es sich um eine direkt verankerte Mechanik zur simultanen Einordnung von einem oberen mittleren und einem oberen seitlichen Schneidezahn desselben Quadranten. Der dritte Befund mit Verlust des Mini-Implantats zeigte deutliche Entzündungszeichen des periimplantären Gewebes. Weitere Bewegungen der Mini-Implantate wie Kippungen oder

Abb. 7 Patientenbeispiel: Befunde Oberkiefer: Aplasie von 12, 23, 15, 25; Verlagerung von 13; Persistenz von 52, 53, 55, 65 (a). Behandlungsplan: Extraktion von 52, 55, 65, Einordnung von 13, Mesialisierung von 16, 26 (b). Einordnung (b) von 13 und Mesialisierung (d) der Seitenzahnreihen mittels Kombinationsmechanik. Zustand nach Mesialisierung der Seitenzahnreihen (e) und Einordnung von

13 (f).













körperliche Wanderungen konnten nicht festgestellt werden. Die Erfolgsrate bezüglich der Stabilität der Mini-Implantate lag somit bei 94,6 %.

Die Untersuchung der dentalen Verankerungselemente der Mechaniken mit indirekter Verankerung ergab in zwei Fällen Nebenwirkungen im Sinne von Zahnkippungen. Dabei handelte es sich in beiden Fällen um Kombinationen aus singulären Mini-Implantaten und einzelnen Zähnen. In beiden Fällen kam es nicht zur Lockerung oder Kippung des Mini-Implantats, sondern

zur plastischen Verformung der Verankerungskonstruktion. Insgesamt konnten so 95,2 % der Zähne mit indirekter Verankerung nebenwirkungsfrei in Bezug auf die dentalen Verankerungselemente eingeordnet werden. Bei 93,3 % der indirekt verankerten Mechaniken zeigten sich keine dentalen Nebenwirkungen.

Bei den 18 beschriebenen Kombinationsgeräten konnten die zusätzlich bestehenden sagittalen Probleme durch Mesialisierung und Distalisierung gelöst werden (Abb. 7).

Die Untersuchung der externen Resorptionen ergab einen sowohl röntgenologisch als auch klinisch nachweisbaren positiven Befund an einem mittleren Schneidezahn. Der Zahn konnte jedoch durch konservierende Maßnahmen erhalten werden.

Diskussion

Diese Studie untersuchte die Einordnung von retinierten Zähnen, insbesondere von oberen Eck- und Schneidezähnen. Diese Zahntypen sind relativ häufig von Verlagerungen betroffen. 1,2 Zudem sind sie von großer Bedeutung bezüglich der Funktion und Ästhetik.^{27,28} Falls diese Befunde nicht erkannt und behandelt werden, kann dies zu ernsthaften Komplikationen wie Wurzelresorptionen an benachbarten Zähnen führen.4,5 Die kieferorthopädische Einordnung dieser Zähne stellt in vielen Fällen die Therapie der Wahl dar. Zur Vermeidung von unerwünschten Nebenwirkungen ist dabei eine stabile Verankerung von großer Bedeutung.²¹ Daher wurden zur Steigerung der Verankerungsqualität skelettal verankerte Mechaniken verwendet. Als Insertionsregion diente der anteriore, mediane Gaumen. Hier finden sich eine gute Knochenqualität und -dicke.²⁹ Zudem ist der Gaumen mit befestigter Schleimhaut bedeckt, was die Erfolgsrate bei der Behandlung mit Mini-Implantaten steigert.30,31 Des weiteren wird das Risiko der Wurzelverletzung durch die wurzelferne Insertion minimiert.

Die verwendeten Mini-Implantate sind zur Steigerung der biomechanischen Belastbarkeit mit einer Größe von 2 x 9 mm und 2 x 11 mm höher dimensioniert als die üblicherweise im Alveolarfortsatz eingesetzten Mini-Implantate.

Die Ergebnisse bescheinigen mit einer Erfolgsrate von 94,6 % in Bezug auf die Verlustrate eine hohe Verankerungsqualität dieser Form der skelettalen Verankerung. Bei den drei gelockerten Mini-Implantaten kamen Mechaniken mit singulären Mini-Implantaten mit direktem Verankerungsmodus zum Einsatz. Bei dieser Methode ist die Belastung durch das Drehmoment der Kragarmmechanik besonders hoch. In einem der drei Fälle wurden mittels dieser Mechanik zwei obere

Frontzähne eines Quadranten simultan eingeordnet, was unter Umständen zu einer Überlastung des Mini-Implantats führte. Bei dem zweiten
Fall eines gelockerten Mini-Implantats handelte
es sich um den bereits genannten Einordnungsversuch des ankylosierten Schneidezahns. Durch
die ausbleibende Extrusion wurde die applizierte
Kraft kontinuierlich erhöht, sodass auch hier eine
erhöhte Belastung auf die Verankerungseinheit
vorlag. Der dritte Fall der Lockerung scheint mit
reduzierter Mundhygiene assoziiert. Neben einer
allgemein schlechten Mundhygiene wies die Region um das Mini-Implantat typische Merkmale
einer Periimplantitis auf.

Die zwei Fälle von Zahnkippungen sind Hinweis auf die Bedeutung einer rigiden Verankerungsmechanik bei simultaner Einordnung mehrerer Zähne. Die Stabilität kann dabei durch einen erhöhten Drahtdurchmesser oder zusätzlich transversale Streben bei langen Distanzen gesteigert werden.

Die sorgfältige Auswahl einer geeigneten Mechanik zur Einordnung ist von großer Bedeutung.8 Eine genaue Dosierung der Kraftgröße ist, insbesondere bei der Einordnung von Zähnen, sehr bedeutsam, da die Applikation extrusiver Kräfte ein hohes Risiko für die Entstehung externer Wurzelresorptionen darstellt. 12,32 Bei den hier verwendeten Mechaniken handelt es sich ausschließlich um statisch bestimmte Mechaniken, sodass die Kraftgröße klinisch kontrollierbar eingestellt werden konnte. Dies erklärt die seltenen externen Wurzelresorptionen bei den eingeordneten Zähnen. Bei dem mittleren Schneidezahn, bei dem resorptive Vorgänge beobachtet werden konnten, lag zu Beginn eine röntgenologisch nachweisbare Dilazeration geringer Ausprägung vor. Die Resorptionslakune lag an der Schmelzzementgrenze, was die typische Lokalisation für eine punktförmige Ankylose bei dilazerierten Zähnen darstellt.

In 18 Fällen kamen Kombinationsgeräte zur Einordnung verlagerter Zähne und zur sagittalen Molarenbewegung zum Einsatz. Bei verlagerten Zähnen kommt es durch Aufwanderung der Seitenzahnreihen häufig zur Lückeneinengung. Lediglich bei 17 % der labial verlagerten Eckzähne ist ausreichend Platz vorhanden.³³ Engstände und eine Aufwanderung der Seitenzähne stellen einen entscheidenden Faktor bei der Impaktion von Eck-

zähnen dar.^{8,34} Zur Behandlung von Verlagerungen in Kombination mit Engständen bedarf es einer komplexen kieferorthopädischen Behandlung.^{5,35} Der erste Schritt in der Behandlungsabfolge ist die Platzbeschaffung für den verlagerten Zahn.⁸ Orthodontische Mini-Implantate haben sich als Verankerungsquelle zur Seitenzahndistalisierung bewährt.^{36–38} Sowohl die Platzbeschaffung als auch die Einordnung sind zeitintensiv. Manche Autoren empfehlen zur Prophylaxe von Entkalkungen deshalb eine Entbänderung nach Platzbeschaffung.¹⁰ Die Einordnung sollte dann mittels Teilmechanik erfolgen und falls erforderlich sollte anschließend erneut bebändert werden.

Mit den beschriebenen Kombinationsgeräten sind eine simultane Platzbeschaffung und Einordnung möglich. Eine vollständige Bebänderung kann trotz hohem Verankerungsbedarf zur Lösung dieser Behandlungsaufgaben vermieden werden. Die Distalisierung bietet im Gegensatz zur Extraktion eine mögliche schrittweise Platzbeschaffung. Da die Einordnung von Zähnen risikobehaftet ist, sollte vor der Extraktion zur Platzbeschaffung für einen verlagerten Zahn ein Mobilisierungsversuch unternommen werden.⁸ Dies ist bei ausgeprägtem Platzmangel jedoch kaum realisierbar. Mithilfe der Kombinationsgeräte kann zunächst ausreichend Platz für einen Mobilisierungsversuch geschaffen werden. Verläuft dieser erfolgreich, wird bis zur vollständigen Lückenöffnung weiter distalisiert.

In einigen Fällen kann auch die Möglichkeit der simultanen Mesialisierung die Gesamtbehandlungszeit reduzieren. Aplasie und Hypoplasie der seitlichen Schneidezähne werden mit einem erhöhten Risiko einer Eckzahnverlagerung assoziiert.³⁹ Baccetti berichtet von einer genetischen Assoziation von verlagerten Eckzähnen und der Aplasie oberer zweiter Prämolaren.⁴⁰

Peck et al. berichten von einer erhöhten Wahrscheinlichkeit des Auftretens von verlagerten Eckzähnen in Kombination mit Zahnaplasien. ³⁹ Becker gibt eine 2,4-mal höhere Inzidenz verlagerter oberer Eckzähne in Verbindung mit aplastischen seitlichen oberen Schneidezähnen an. ⁴¹ Daher ist relativ häufig die Indikation zum Lückenschluss gegeben. In allen 18 Fällen konnte die sagittale Platzproblematik ohne weiteren apparativen Aufwand gelöst werden.

Zudem eigen sich mehrere Stellen der Distalisierungs- oder Mesialisierungsapparatur als Kopplungsstelle zur Extrusionsmechanik. Daher ist der Kraftansatzpunkt hoch flexibel und die Mechanik kann der individuellen Patientensituation angepasst werden. Die Art der Kopplung mittels Brackets und Tubes erlaubt ein Austauschen der aktiven Teilbögen, und die Zugrichtung kann im Laufe der Einordnung, falls erforderlich, variiert werden. Zudem können nach erfolgter Einordnung andere Mechaniken für weitere Behandlungsaufgaben aufgeschraubt werden. Die gezeigten Mechaniken stellen durch ihre nahezu ausschließlich palatinale Lage keine relevante ästhetische Beeinträchtigung für den Patienten dar.

Schlussfolgerungen

Die skelettale Verankerung mittels Mini-Implantaten im Gaumen erwies sich als eine zuverlässige Verankerungsmethode. Eine nebenwirkungsarme Einordnung verlagerter Zähne war möglich. Zudem erlauben die gezeigten Mechaniken ein hohes Maß an Flexibilität und individueller Anpassung, die den Patienten ästhetisch nur gering beeinträchtigen. Die zeitsparende simultane Platzbeschaffung oder der Lückenschluss ist möglich. Von entscheidender Bedeutung ist jedoch die individuelle Konstruktion der Mechanik bezüglich der erforderlichen biomechanischen Belastbarkeit und Stabilität. Nur so können unerwünschte Nebenwirkungen im Sinne von Lockerungen oder Kippungen der Mini-Implantate sowie eine Kippung der dentalen Verankerungseinheiten zuverlässig vermieden werden. Die Instruktion der Patienten in Bezug auf die Mundhygiene ist ebenfalls von Bedeutung.

Literatur

- Hattab FN, Rawashdeh MA, Fahmy MS. Impaction status of third molars in Jordanian students. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995;79:24-29.
- Bishara SE. Clinical management of impacted maxillary canines. Semin Orthod 1998;4:87-98.
- Thilander B, Jakobsson SO. Local factors in impaction of maxillary canines. Acta Odontol Scand 1968;26:145-168.
- Rimes RJ, Mitchell CN, Willmot DR. Maxillary incisor root resorption in relation to the ectopic canine: a review of 26 patients. Eur J Orthod 1997;19:79-84.
- Power SM, Short MB. An investigation into the response of palatally displaced canines to the removal of deciduous canines and an assessment of factors contributing to favourable eruption. Br J Orthod 1993;20:215-223.
- Alqerban A, Jacobs R, Lambrechts P, Loozen G. Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine: a literature review. Clin Oral Investig 2009;13:247-255.
- Ericson S, Kurol J. Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. Eur J Orthod 1988;10:283-295.
- Bedoya MM, Park JH. A review of the diagnosis and management of impacted maxillary canines. J Am Dent Assoc 2009:140:1485-1493.
- Becker A, Zilberman Y, Tsur B. Root length of lateral incisors adjacent to palatally-displaced maxillary cuspids. Angle Orthod 54:218-25, 1984
- Becker A. Palatally impacted canines. In: Becker A (Hrsg.).
 The Orthodontic Treatment of Impacted Teeth. London: Martin Dunitz Ltd.1998:86.
- Bjerklin K, Kurol J, Valentin J. Ectopic eruption of maxillary first permanent molars and association with other tooth and developmental disturbances. Eur J Orthod 1992;14: 369-375.
- 12. Vermette ME, Kokich VG, Kennedy DB. Uncovering labially impacted teeth: apically positioned flap and closed-eruption techniques. Angle Orthod 1995;65:23-32.
- Fischer TJ, Ziegler F, Lundberg C. Cantilever mechanics for treatment of impacted canines. J Clin Orthod 2000;34: 647-650.
- Park HS, Kwon OW, Sung JH. Micro-implant anchorage for forced eruption of impacted canines. J Clin Orthod 2004;38:297-302.
- Kim SH, Choo H, Hwang YS, Chung KR. Double-archwire mechanics using temporary anchorage devices to relocate ectopically impacted maxillary canines. World J Orthod 2008;9:255-266.
- Schubert M. A new technique for forced eruption of impacted teeth. J Clin Orthod 2008;42:175-179.
- Tausche E, Harzer W. Treatment of a patient with Class II malocclusion, impacted maxillary canine with a dilacerated root, and peg-shaped lateral incisors. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133:762-770.
- Kornhauser S, Abed Y, Harari D, Becker A. The resolution of palatally impacted canines using palatal-occlusal force from a buccal auxiliary. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996;110:528-534.
- Kalra V. The K-9 spring for alignment of impacted canines. J Clin Orthod 2000;34:606-610.
- Park HS, Oh YH. Forced eruption of a labially impacted canine using joined micro-implants. J Clin Orthod 2010;44: 108-113.

 Kokich VG, Mathews DP. Surgical and orthodontic management of impacted teeth. Dent Clin North Am 1993;37: 181-204.

COPY

- Yao CC, Lai EH, Chang JZ, Chen I, Chen YJ. Comparison of treatment outcomes between skeletal anchorage and extraoral anchorage in adults with maxillary dentoalveolar protrusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:615-624.
- Upadhyay M, Yadav S, Patil S. Mini-implant anchorage for en-masse retraction of maxillary anterior teeth: a clinical cephalometric study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:803-810.
- 24. Wilmes B, Drescher D. A miniscrew system with interchangeable abutments. J Clin Orthod 2008;42:574-580.
- Wilmes B, Drescher D, Nienkemper M. A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage. J Clin Orthod 2009;43:494-501.
- Wilmes B. Fields of application of mini-implants. In: Ludwig B, Baumgaertel S, Bowmann J (Hrsg.): Mini-implants in orthodontics. London: Quintessence, 2008:91-122.
- 27. Bishara SE. Impacted maxillary canines: a review. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:159-171.
- Freisfeld M, Dahl IA, Jager A, Dresher D, Schuller H. Xray diagnosis of impacted upper canines in panoramic radiographs and computed tomographs. J Orofac Orthop 1999;60:177-184.
- Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:74-81.
- Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:18-25.
- Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:9-15.
- 32. Han G, Huang S, Von den Hoff JW, Zeng X, Kuijpers-Jagtman AM. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intraindividual study. Angle Orthod 2005;75:912-918.
- Jacoby H. The etiology of maxillary canine impactions. Am J Orthod 1983;84:125-132.
- 34. Rayne J. The unerupted maxillary canine. Dent Pract Dent Rec 1969;19:194-204.
- Shapira Y, Kuftinec MM. Early diagnosis and interception of potential maxillary canine impaction. J Am Dent Assoc 1998;129:1450-1454.
- 36. Melsen B. Mini-implants: Where are we? J Clin Orthod 2005;39:539-547.
- 37. Kinzinger G, Gulden N, Yildizhan F, Hermanns-Sachweh B, Diedrich P. Anchorage efficacy of palatally-inserted miniscrews in molar distalization with a periodontally/miniscrewanchored distal jet. J Orofac Orthop 2008;69:110-120.
- 38. Oberti G, Villegas C, Ealo M, Palacio JC, Baccetti T. Maxillary molar distalization with the dual-force distalizer supported by mini-implants: a clinical study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135:282.
- 39. Peck S, Peck L, Kataja M. The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. Angle Orthod 1994;64:249-256.
- Baccetti T. A controlled study of associated dental anomalies. Angle Orthod 1998;68:267-274.
- Becker A. The orthodontic treatment of Impacted teeth. 2nd ed. Abington, Oxon, England, Informa Healthcare, 2007:1-228.

□ Carestream □ Carestream

Clinical investigation of skeletally anchored appliances for extrusion of retained teeth

KEYWORDS Orthodontics, Retained teeth, Skeletal anchorage, Mini-implants

Objective: The aim of this study was to evaluate the stability and effectivity of minimplant-borne appliances for the alignment of retained teeth.

Material and methods: The alignment of 53 retained teeth in 40 patients was evaluated regarding the incidence of side-effects such as loss of mini-implants or tipping of dental anchorage units. To achieve simultaneous mesialisation or distalisation, combination appliances were used.

Results: 98.1% of the retained teeth were successfully aligned. Three of 56 mini-implants were lost (sucess rate: 94.6%). In 93.3% of the alignments by appliances with indirect anchorage, no side-effects were observed. Simultaneous mesialisation or distalisation was successfully performed.

Conclusion: Palatal mini-implants can be regarded as a reliable anchorage for the alignment of retained teeth. Individual construction of the appliances is important with respect to biomechanical load capacity. Simultaneous space closure or opening can be performed.



Die Vorzüge von Flexibilität. Das neue CS 9300 System:

Die ultimative "All-In-One"-Lösung mit "Flexi-Field-Of-View"

Das neue CS 9300 liefert jederzeit optimale Ergebnisse für eine bessere und sicherere Diagnose. Das CS 9300 ermöglicht Ihnen die Auswahl eines optimalen Sichtfeldes für jede Diagnoseaufgabe.

Um eine hohe Bildqualität für jede Modalität mit der jeweils geringstmöglichen Strahlendosis zu erhalten, benötigen Sie nichts weiter als die "All-In-One"-Lösung CS 9300.

- "Flexi-Field-Of-View" mit wählbaren Volumengrößen von 5 cm x 5 cm bis 17 cm x 13,5 cm
- Panorama-, 3D- und optional Cephalometrie-Lösung in einem System
- Hervorragende Bildqualität mit einer Auflösung von bis zu 90 μm
- Intelligentes Dosismanagement

Weitere Informationen unter: www.carestreamdental.com oder Tel.: +49 (0)711 20707306

© Carestream Health, Inc. 2012.

