Wissenschaftliche Stellungnahme zur kieferorthopädischen Verankerung mit Kortikalisschrauben und Gaumenimplantaten

Heinrich Wehrbein[1], Britta A. Jung[1], Martin Kunkel[2]

[1]Poliklinik für Kieferorthopädie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Augustusplatz 2, 55131 Mainz

[2]Klinik für Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie Ruhr-Universität Bochum, 44892 Bochum

Korrespondenzadresse:
Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Wehrbein
Department of Orthodontics
University Hospital Mainz
Augustusplatz 2
55131 Mainz, Germany
Phone +49 6131 17-3024
Fax: +49 6131 17- 5569
E-mail: wehrbein@kieferotho.klinik.uni-mainz.de

Definitionen und Charakteristika

Kortikalisschrauben stellen letztlich von Osteosyntheseschrauben abgeleitete Verankerungselemente in der Regel aus Titan mit einer maschinierten Oberfläche dar. Sie werden in verschiedenen Längen und Durchmessern angeboten. Der Schraubenkopf dient im Rahmen einer direkten (Kraftsystem zwischen Schraube und den zu bewegenden Zähnen) oder indirekten Verankerung (Verbindung (Draht) zwischen Mini-Schraube und Verankerungszähnen) zur Aufnahme orthodontischer Drähte. Je nach Hersteller und Schraubensystem unterscheiden sich die Minischrauben in Gewindedesign und der Form des Schraubenkopfes [5, 16].

Gaumenimplantate leiten sich aus der konventionellen Implantattechnik ab und stellen längenreduzierte Implantate in der Regel aus Titan dar. Für die kieferorthopädische Behandlung wird das Implantatabutment zum Beispiel mit einer Aufbaukappe verschraubt, an die durch geeignete Laborverfahren orthodontische Bögen aus Stahl zur direkten (z.B. Pendulum-Apparatur) oder indirekten Verankerung (z.B. Trans-/Palatinalbügel) fixiert werden können.

Belastung und Osseointegration

Vom biomechanischen Prinzip der Primärstabilität her sind Minischrauben grundsätzlich direkt nach der Insertion belastbar [7, 8, 9]. In der Literatur finden sich jedoch auch Empfehlungen für unbelastete Einheilungszeiten, die zwischen 2 und 6 Wochen [17] liegen. Im Gegensatz zu den modernen Implantat-Oberflächen (mittel-rauhe, zumeist ablative Strukturierung), handelt es sich bei Mikroschrauben um maschinierte Oberflächen. Daher sind sie weniger rotationsstabil, was bei der Applikation orthodontischer Kräfte in der Therapieplanung zu berücksichtigen ist.

Gaumenimplantate sind gemäß Herstellerangeben in der Regel erst nach 12 Wochen funktionell belastbar und erreichen Knochenbedeckungsraten zwischen 34% und 93% [19]. Die Möglichkeit der Sofortbelastung wird diskutiert. Unter orthodontischer Kraftapplikation blei-

ben sie rotations- und positionsstabil und bieten damit die Möglichkeit einer 3-D Verankerungskontrolle.

Insertionsmöglichkeiten

Während Gaumenimplantate speziell für die Anwendung im Gaumen (paramedian/median) konzipiert wurden, können Mini-Schrauben in Abhängigkeit der individuellen kieferorthopädischen Behandlungsaufgabe an unterschiedlichen anatomischen Orten inseriert werden. Als Insertionsorte kommen dabei die interradikulären Septen im bukkalen und palatinalen Bereich von Ober- bzw. Unterkiefer, die Gaumenmitte sowie der retromolare Bereich im Unterkiefer in Frage. Andere Lokalisationen wie Subnasalregion, die Symphyse sowie die Tuberregion bieten zwar aus anatomischer Sicht ausreichende Knochendicken zur Verankerung [16], tatsächlich findet die Insertion aber entweder wegen der mobilen Schleimhaut (Subnasal und Symphyse), der spongiösen Knochenstruktur (Tuber) oder auch der schlechten Zugänglichkeit (lingual, palatinal) Grenzen. Da die Primärstabilität zwingende Voraussetzung für die Anwendung von Minischrauben ist, hängt deren Erfolg neben der Knochenquantität und -qualität insbesondere von der Dicke der Kortikalis des jeweiligen Insertionsortes ab.

Klinische Anwendung von Minischrauben und Gaumenimplantaten

Die klinischen Anwendungsmöglichkeiten für Minischrauben und Gaumenimplantaten sind vielfältig. Sie können zum Beispiel für folgende kieferorthopädische Behandlungsaufgaben eingesetzt werden:

a. Allgemeine Indikation

- Verminderte parodontale Belastbarkeit der Verankerungszähne
- Reduzierte Anzahl von Ankerzähnen
- Fehlen von Zahngruppen

b. Absolute Kontrolle der Verankerung in der sagittalen, vertikalen und transversalen Dimension

c. Selektive Zahnbewegung

- Intrusion von Front- und Seitenzähnen
- Einstellung von retinierten Zähnen
- En-masse Retraktion der Front
- Mesialisieren und Distalisieren von Seitenzähnen
- Isolierte Behandlungsaufgaben (z.B. Molarenaufrichtung)
- Kieferorthopädischer Lückenschluss

Da die Insertion von Minischrauben oft in bezahnte Kieferbereiche (interradikulär) erfolgt, muss bei der Positionierung der Umfang der geplanten Zahnbewegung bedacht werden, um Interferenzen zu vermeiden. Minischrauben, die in einem geringen Abstand zur Zugrichtung des zu bewegenden Zahnes inseriert werden, können ein Hindernis für die vollständige Realisierung der geplanten Zahnbewegung darstellen.

Die entscheidenden Vorteile der Minischrauben liegen in der sehr einfachen, atraumatischen Insertion und den geringen chirurgischen Umfeldkosten. Aufgrund der modernen, selbstbohrenden Schraubendesigns können diese Schrauben auch ohne chirurgische Bohrmaschinen eingebracht werden.

Gaumenimplantate bieten vor allem den Vorteil der Multifunktionalität. Aufgrund der Lokalisation im Bereich des anterioren Gaumens können durch Austausch oder Modifikation der jeweiligen Suprakonstruktion auch komplexe Behandlungsaufgaben gelöst werden. Allerdings liegen die chirurgischen Umfeldkosten höher als bei Kortikalisschrauben.

Komplikationen in Verbindung mit der chirurgischen Insertion

Chirurgische Komplikationen bei der Verwendung von Gaumenimplantaten und Minischrauben sind ausgesprochen selten.

Wie nach jedem operativen Eingriff können bei der Insertion von Gaumenimplantaten Schwellungen und Schmerzen auftreten. Darüber hinaus gehende Belastungen wie Wundinfektionen oder Nachblutungen sind zwar vorstellbar, die Wahrscheinlichkeit ist aber extrem gering. Wegen der speziellen Lokalisation am Gaumen sind Komplikationen wie zum Beispiel eine Schädigung der Zahnwurzeln (Frontzähne), eine Perforation des Nasenbodens oder die Schädigung des N. inzisivus zwar grundsätzlich möglich, tatsächlich kommt bei korrekter Anwendung eine solche Schädigung extrem selten vor.

Bei der Insertion von Minischrauben kann es in Ausnahmefällen je nach Insertionsort (z.B. interradikulär) zu einer Verletzung einer Zahnwurzel kommen. Tatsächlich führen oberflächliche Läsionen des Parodonts durch Bohrer oder Schrauben in solchen Fällen aber nur in extremen Ausnahmefällen zu relevanten Folgen, da eine spontane Reparatur des Parodontes eintritt [1]. Die Insertion einer Schraube unmittelbar in den Parodontalspalt kann jedoch die Stabilität der Schrauben nachteilig beeinflussen [14].

Problematisch kann bei der Verwendung kleiner Schraubendurchmesser (<1,6 mm) vor allem der Bruch einer Schraube bei sehr festen kortikalem Knochen sein. Bei der Verwendung von Schrauben mit 1,6 mm oder 2 mm Durchmesser sind solche Schraubenbrüche aber sehr selten. Obwohl die Verwendung von Schrauben in unmittelbare Nähe zur Kieferhöhle zu einer Perforation der Kieferhöhlenwand führen kann, führt dies, wie aus umfassenden Anwendungen in der Traumatologie und der Dysgnathiechirurgie bekannt ist, nicht zu relevanten Folgen. Titanschrauben werden, wie Implantate am Kieferhöhlenboden von der Schleimhaut gut toleriert.

Verletzungen des N. alveolaris inferior könnten, eher theoretisch, bei einer sehr tiefen Position auftreten, tatsächlich vermeidet die Insertion in der keratinisierten Schleimhaut diese Prob-

lematik aber nahezu sicher. Auch andere Komplikationen wie die Verletzung der A. palatina oder des N. inzisivus sind überwiegend theoretischer Natur und eher aus medikolegalen Gesichtspunkten erwähnenswert.

Komplikationen während der kieferorthopädischen Belastung

1.1. Schrauben-, Implantatverlust und -lockerung

Mögliche Komplikationen unter kieferorthopädischer Belastung sind der frühzeitige Verlust oder die Lockerung des Implantates [3, 12, 18, 20] oder der Minischraube [13, 9, 10].

Die Verlustrate von Gaumenimplantaten während der Einheilphase als auch unter funktioneller Belastung liegt zwischen 0 und 15%.

Für Minischrauben sind generell aufgrund der geringeren Knochendichte im Bereich des Oberkiefers mit Ausnahme des medianen Bereiches die Verlustraten im Vergleich zum Unterkiefer höher [13]. Insertionsorte auf der oralen Seite des Alveolarfortsatzes zeigen besonders hohe Verlustraten, die unabhängig von dem Schraubendurchmesser und -länge mit einer Verlusthäufigkeit zwischen 40 und 100% [17, 22] einhergehen.

Neben der geringeren Knochendichte im palatinal posterioren Bereich des Oberkiefers verhindert zusätzlich die Dicke der palatinalen Mukosa ein ausreichend tiefes Einbringen der Schraube in den Knochen. Auch wenn in diesen Fällen der Schraubenkopf bis auf Mukosaniveau versenkt wird, ist im Vergleich zu anderen Regionen des Oberkiefers mit geringerer Schleimhautdicke (z.B. bukkal oder median) ein relativ größerer Teil der Schraube nicht im Knochen fixiert und damit der Hebelarm relativ groß [4, 16]. Die Verlustraten liegen hier ca. zwischen 12 und 41% [2]. Dagegen liegen die Verlustraten für Minischrauben im Bereich der bukkalen Kortikalis überwiegend zwischen 0 und 17 % [2, 6, 22]. Bei eng stehenden Wurzeln sollte vor der Insertion eine konventionelle orthodontische Zahnbewegung zur Erweiterung des interradikulärem Abstandes erwogen werden. Diese Vorgehensweise bringt eine höhere Sicherheit als die Verwendung kleinerer Schrauben, da der Effekt einer Durchmesserredukti-

on zumeist unterhalb der erreichbaren Präzision der chirurgischen Positionierung liegt. Beispielsweise führt die Reduktion des Durchmessers von 1,6 auf 1,3 mm zu einer Erhöhung der Positions-Toleranz um 0,15 mm je Seite.

1.2. Weichgewebsirritationen

In der Regel zeigen sich bei der Verwendung von Gaumenimplantaten sowohl während der Einheilphase als auch unter Funktion typische leichte klinische Entzündungszeichen und eine Hyperplasie der periimplantären Mukosa [11, 12]. Dies stellt aber in der Regel keine klinisch relevante Problematik dar. Weder die Mukositis, noch die hyperplastische Reaktion im periimplantären Bereich führen zu Schmerzen oder zu einer Störung der Implantatstabilität.

Dagegen stellt die Reizung des umliegenden Weichgewebes eine klinisch relevante Problematik bei der Verwendung von Minischrauben dar. Wird die Schraube unterhalb der mukogingivalen Grenze inseriert, kommt es häufig zu einer Überwucherung des Schraubenkopfes. Zudem kann eine Infektion im periimplantären Bereich aufgrund der erschwerten Zugänglichkeit und damit erschwerten Hygienefähigkeit zu Schmerzen und einer bakteriellen Infektion führen. Aus diesen Gründen empfiehlt sich generell die Insertion im Bereich der „attached“ Gingiva. In diesem Fall sollte eine Suprakonstruktion am Verankerungselement fixiert werden, um die erforderliche Kraftwirkungslinie zu erzielen. Trotz der eher hohen Zahl von Schraubenverlusten im Vergleich zu anderen skelettalen Verankerungselementen ist die Häufigkeit klinisch wirklich relevanter Komplikationen wie Zahnverletzungen oder Schraubenfrakturen bei Minischrauben ausgesprochen gering, sofern technisch problematische Insertionsorte (linguale und palatinale Insertion) vermieden werden.

1.3. Verankerungsverlust

Kortikalisschrauben erreichen im Vergleich zu Gaumenimplantaten aufgrund der geringen Rauhigkeit meist geringere Knochenkontaktraten. Sie können unter kieferorthopädischer Be-

lastung migrieren [13, 15, 21]. Andererseits erleichtert die reduzierte Kontaktfläche nach Abschluss der orthodontischen Zahnbewegung eine atraumatische Explantation [17].

Unter funktioneller Belastung können Verankerungsverluste sowohl bei Gaumenimplantaten als auch bei Kortikalisschrauben auftreten. Die Verwendung von gering dimensionierten orthodontischen Drähten zum Beispiel im Bereich des Schraubenkopfes von Kortikalisschrauben kann bei indirekter Verankerungstechnik zu einer Deformation der Suprakonstruktion führen. Deformationen im Bereich der Suprakonstruktionen, zum Beispiel an gaumenimplantatgestützten Transpalatinalbögen (0,5-1mm) können aber durch Voraktivierung vermieden werden [20] .

Schlussbetrachtung

Minischrauben und Gaumenimplantate als skelettale Verankerungselemente ermöglichen vorhersagbare Behandlungsergebnisse auch bei komplizierten Verankerungsbedingungen. Das Risikopotenzial von Minischrauben und Gaumenimplantaten ist bei korrekter Anwendung sehr gering. Da es sich im Regelfall um eine elektive Behandlung handelt, sollten neben der relevanten Verlustrate gegebenenfalls auch seltene Risiken, insbesondere die Zahn- und Nervverletzung in einem Aufklärungsgespräch erörtert werden.

Literaturverzeichnis

1. Asscherickx K, Vannet BV, Wehrbein H, Sabzevar MM. Root repair after injury from mini-screw. Clin Oral Implants Res 2005; 16: 575-578.

2. Berens A., Wiechmann D, Rüdiger J. Erfolgsraten von Mini- und Mikroschrauben zur skelettalen Verankerung in der Kieferorthopädie. Inf Orthod Kieferorthop 2005; 37: 283-287.

3. Bernhart T, Freudenthaler J, Dortbudak O, Bantleon HP, Watzek G. Short epithetic implant for orthdontic anchorage in the paramedian region of the palate. A clinical study. Clin Oral Impants Res 2001; 12: 624-631.

4. Büchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U: Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. Clin Oral Implants Res 2005; 16: 473-479.

5. Bumann A, Wiemer K, Mah J. Tomas- eine praxisgerechte Lösung zur temporären kieferorthopädischen Verankerung. Kieferorthopädie 2006; 20: 223-232.

6. Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EH, Yao CC. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. Clin Oral Implants Res 2007; 18: 768-775.

7. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1998; 13: 201-209.

8. Favero L, Brollo P, Bressan E. Orthodontic anchorage with specific fixtures: related study analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 122: 84-94.

9. Freudenthaler JW, Haas R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. Clin Oral Implants Res 2001; 12: 358-363.

10. Friberg B. Treatment with dental implants in patients with severe osteoporosis : a case report. Int J Periodontics Restorative Dent 1994; 14: 348-353.

11. Jung BA, Kunkel M, Göde M, Wehrbein H. Clinical success parameters of paramedian insertion during growth. Z Zahnärztl Impl. 2007; 23: 28-35.

12. Jung BA, Kunkel M, Göllner P, Liechti T, Wehrbein H. Success rate of second generation palatal implants- preliminary results of a prospective study. Angle Orthod 2009; 79: 85-90.

13. Kravitz ND and Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 131: S43-51.

14. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage.Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007; 131(Suppl): S68-73.

15. Liou EJW, Pai BCJ, Lin JCY. Do miniscrews remain stable under orthodontic forces? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 126: 42-47.

16. Melsen B. Mini-Implants: Where are we? J Clin Orthod 2005; 39: 539-547.

17. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Ski K, Qu H, Kanomi R, Yamasaki KI, Okana T, Yamada S, Shibasaki Y. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 119: 489-97.

18. Tinsley D, O'Dwyer J, Benson P**,** Doyle P, Sandler J. Orthodontic palatal implants**:** clinical technique. J Orthod 2004; 31: 3-8.

19. Wehrbein H, Merz BR, Hämmerle CHF, Lang NP. Bone-to-implant contact of orthodontic implants in humans subjected to horizontal loading. Clin Oral Impl Res 1998; 9: 348-353.

20. Wehrbein H, Feifel H, Diedrich P. Palatal implant anchorage reinforcement of posterior

teeth: a prospective study. Am J Orthod and Dentofac Orthop 1999; 116: 678-686.

21. Wehrbein H und Göllner P. Skeletal anchorage in orthodontics- basics and clinical application. J Orofac Orthop 2007; 68: 443-461.

22. Wiechmann S, Meyer U, Büchter A: Success rate of mini- and micro-implants used for orthodontic anchorage: a prospective clinical study. Clin Oral Impl Res 2007; 18: 263-267.