

Amélioration de la stabilité des mini-implants orthodontiques

Manuel NIENKEMPER^{1*}, Benedict WILMES¹, Stéphane RENGER²,
Mathilde MAZAUD-SCHMELTER³, Dieter DRESCHER¹

¹ Poliklinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Moorenstr. 5, Geb. 18.21, D-40225 Düsseldorf, Allemagne

² 13 rue du Temple, 68300 St Louis, France

³ Dres. Niegel, Huestr. 4, 44787 Bochum, Allemagne

(Reçu le 2 mars 2012, accepté le 22 mars 2012)

MOTS CLÉS :

Orthodontie /
Ancrage squelettique /
Mini-implant

KEYWORDS:

Orthodontics /
Skeletal anchorage /
Mini-implant

RÉSUMÉ – Dans le domaine de l'ancrage squelettique, le recours aux mini-implants orthodontiques ne cesse de se développer. Cependant, le principal problème reste leur taux relativement élevé de perte de 16,4 %. Si l'on analyse les publications traitant des causes de perte d'implants, il s'avère que l'insertion de mini-implants plus importants en taille dans la région antérieure et médiane du palais aboutit à une grande stabilité ainsi qu'à un taux élevé de succès. De plus, la stabilité du couplage mini-implant/suprastructure est déterminante dans le succès. L'utilisation de mini-implants dont la tête possède un pas de vis interne permet la mise en place vissée stable de différents types d'*abutments* (piliers). Grâce à de longues plaques perforées spéciales, il est possible de relier deux mini-implants entre eux et d'augmenter ainsi leur stabilité. Un système d'éléments préfabriqués permet l'élaboration rapide de différents types de mécaniques orthodontiques efficaces (systèmes mécaniques efficaces).

ABSTRACT – *Improvement of mini-implant stability in orthodontics.* Orthodontists are continuing to increase the use of mini-implants as a source of skeletal anchorage. However, the relatively high 16.4% rate of their failures remains a problem. An analysis of articles in the literature on the loss of mini-implants shows that larger size anchorage screws and plates inserted in the anterior and median regions of the hard palate are highly stable and, accordingly, contribute to a high rate of optimum orthodontic outcomes. It is the reliability of the mini-implant/skeletal structure couple that is the principal factor in this success. With mini-implants whose heads possess internal threads, orthodontists can attach different types of stable, screwed-in abutments. And with long plates with specifically designed perforations splinting two mini-implants together, orthodontists can further increase the stability of this artificial anchorage. By employing a system with pre-fabricated components orthodontists can quickly create skeletal anchorage adaptable to the mechanics of different techniques.

1. Introduction

Un ancrage stable est à la base d'un traitement orthodontique réussi. L'application d'une force thérapeutique provoque en réaction une force qui peut

produire des effets indésirables tels qu'une perte d'ancrage [11, 15, 19]. Différentes techniques d'ancrage comme les arcs transpalatins, les élastiques intermaxillaires ou les arcs faciaux ont été décrites [5].

Par ailleurs, il est possible de recourir à un ancrage squelettique. À cette fin, le praticien a à sa disposition divers systèmes d'ancrage comme les

* Auteur pour correspondance :
manuel.nienkemper@uni-duesseldorf.de

mini-plaques [13] ou les implants palatins [23] qui offrent une grande stabilité, mais qui ont l'inconvénient d'être relativement invasifs et chronophages. En effet, préalablement à l'insertion et au retrait des mini-plaques, un lambeau doit être réalisé. Pour ce qui concerne l'implant palatin, il est nécessaire, avant sa mise en charge, de respecter une phase d'intégration et, après le retrait chirurgical, un important défaut osseux palatin persiste.

Une autre option consiste à recourir aux mini-implants qui, en raison de leur faible invasivité et de leur coût réduit, voient leur utilisation s'accroître [6, 7, 9, 16, 18, 25]. Cependant, leur taux de perte demeure assez élevé : les données retrouvées dans la littérature oscillent entre 10 et 30 % [1, 4]. Deux méta-analyses récentes s'accordent sur un taux moyen de perte de 16,4 % [20, 21].

Une revue de la littérature permet d'identifier certains facteurs impliqués dans la perte des mini-implants. La sélection de la région d'insertion semble être un facteur déterminant. Une insertion dans un os majoritairement spongieux ne permet qu'une faible stabilité [26]. Une importante épaisseur de gencive ou bien un site osseux recouvert de gencive libre sont également à l'origine d'une augmentation du taux de perte [27]. Un contact direct, voire une trop grande proximité radiculaire, concourent également à dégrader le pronostic [3, 12]. Pour ce qui concerne le design de l'implant, une faible longueur [2, 30], ainsi qu'un faible diamètre [17, 24] ont une influence négative sur le taux de succès.

2. Site d'insertion

La région palatine antérieure, exempte des facteurs de risques décrits dans la littérature comme favorisant la perte des mini-implants, se présente comme une zone adaptée à l'insertion. En effet, on y trouve un os de bonne qualité et d'une épaisseur suffisante [8, 10, 14]. Cette région est, en outre, intégralement recouverte de gencive attachée. En s'éloignant de la papille incisive en direction postérieure, on trouve quasi systématiquement une zone où la gencive palatine est de faible épaisseur [10]. La localisation de cette région s'effectue très simplement au moyen d'une sonde endodontique munie d'un stop en silicone (Fig. 1a et 1b).

Enfin, on peut, dans cette région, exclure toute proximité radiculaire, ainsi que tout contact radiculaire.

En résumé, grâce à une gencive attachée de faible épaisseur, à l'éloignement de toute racine ainsi qu'à la présence d'un os suffisant en quantité et qualité, la région palatine antérieure se révèle adaptée à l'implantation.

3. Implantation et système implantaire

Pour permettre une bonne stabilité, il faut éviter d'utiliser des mini-implants de trop faibles dimensions, cela abaissant le taux de succès [30]. Les dimensions $2,3 \times 11$ mm dans le cas d'une insertion unique et 2×11 mm et 2×9 mm lors de l'insertion de deux mini-implants sont recommandées. Concernant le préforage, il est conseillé, dans le premier cas, d'utiliser un foret de 1,6 mm de diamètre ; pour ce qui concerne les mini-implants de 2 mm de diamètre, on optera pour un foret de 1,4 mm de diamètre. Le préforage sur une profondeur de 4 mm est suffisant (Fig. 1b et 1c). Les niveaux de couple dans le cadre de ce protocole d'insertion se situent entre 10 à 20 Ncm. Ainsi, on garantit une stabilité primaire suffisante fondamentale pour réduire le taux de perte [22]. En outre, l'insertion dans la région médiane du palais antérieur exclut toute atteinte de structures anatomiques avoisinantes [14].

4. Couplage mini-implant et mécanique

La stabilité de la liaison entre mini-implant et mécanique (suprastructure) est un élément déterminant dans le succès clinique du système d'ancrage. Dans le cas contraire, il existe un risque de perte d'ancrage si l'on opte pour un mode d'ancrage indirect ou d'une réduction de l'efficacité de la mécanique et cela même en ancrage direct.

De plus, la suprastructure doit être d'insertion et de retrait facile, tout particulièrement lorsque les mini-implants seront amenés à supporter successivement différentes mécaniques.

C'est une connexion vissée qui permet de combiner la stabilité à la facilité d'emploi. À cet effet, la tête du mini-implant est pourvue sur sa face interne d'un pas de vis. Les 12 pans de son contour extérieur complètent la stabilité de la mécanique connectée par vissage (Fig. 2).

Grâce au système Benefit [28] (PSM ; Tuttingen, Allemagne), il est possible, après l'insertion d'un mini-implant, de le coupler à un *abutment* ou, après l'insertion de deux mini-implants, de les relier à une

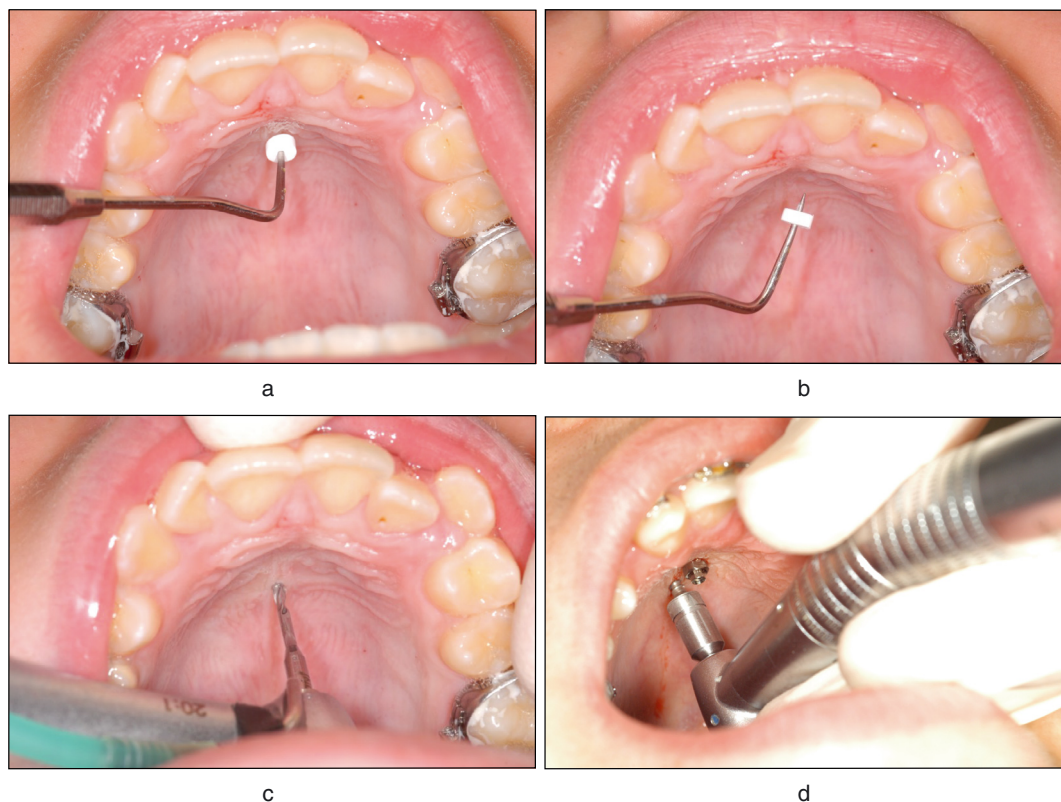


Figure 1

Insertion de mini-implants dans la région palatine antérieure. (a, b) Mesure de l'épaisseur de la gencive grâce à une sonde d'endodontie munie d'un stop en silicone. (c) Forage pilote sur une profondeur de 4 mm. (d) Insertion grâce à un contre-angle dentaire.



Figure 2

Mini-implant Benefit avec sa tête munie d'un pas de vis interne et d'un pas de 12 pans permettant un couplage vissé stable.

plaque de couplage spéciale : la Beneplaque [29] (Fig. 3 et 4). Celle-ci présente d'un côté une perforation longue qui assure un certain degré de tolérance en ce qui concerne la distance inter-implants.

Ce type de couplage vissé est le garant d'une très grande stabilité biomécanique lors de la sollicitation et cela tout particulièrement lorsque deux implants sont solidarisés [28].

Pour ce qui concerne la méthode ici décrite, les taux de perte sont de 10,3 % lorsqu'un seul mini-implant est utilisé et de 2,8 % lors de l'utilisation de deux mini-implants.

5. Mode de sollicitation

Les mini-implants peuvent être immédiatement mis en charge sans qu'il soit nécessaire de respecter un délai de cicatrisation [31]. Leur dimension comparativement plus importante et leur insertion dans une région présentant un os de très bonne qualité permettent de solliciter les mini-implants au-delà

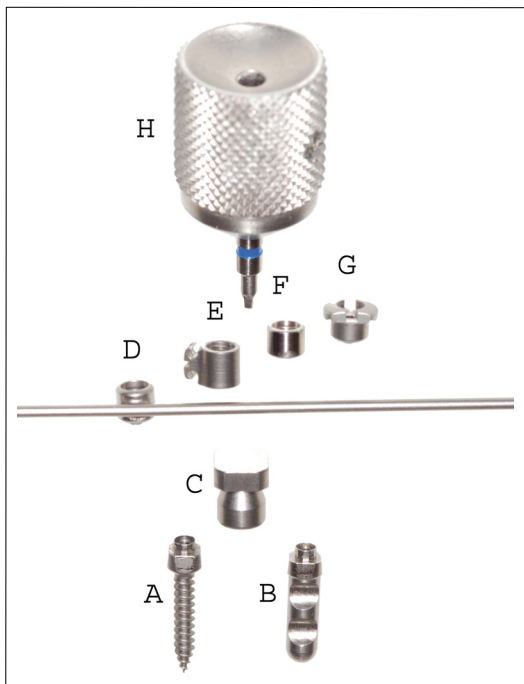


Figure 3

Mini-implant avec *abutment* vissé (système Benefit). A. Mini-implant 2×9 mm. B. Analogue de laboratoire. C. Chappe pour prise d'empreinte. D. *Abutment* avec arc (1,1 mm). E. *Abutment*-boîtier. F. *Abutment* standard. G. *Abutment* à tête fendue. H. Clef de fixation des *abutments* sur les mini-implants.

des 200 cN considérés comme la limite maximale dans les travaux de synthèse [31].

De plus, comme nous l'avons décrit précédemment, la stabilité de la connexion vissée entre mini-implant et suprastructure permet dans de nombreux cas d'augmenter le niveau de la sollicitation biomécanique applicable.

En outre, le type de sollicitation joue un rôle déterminant. Dans le cas de forces centrées ou bilatérales symétriques n'induisant pas de moment de rotation le long de l'axe implantaire, il est possible d'appliquer des forces plus grandes.

Dans les autres cas de figure, il faudra éventuellement recourir à la pose d'un mini-implant supplémentaire et le coupler au premier.

6. Élaboration des différents types de mécaniques

Une fois l'implantation dans la région palatine antérieure réalisée, suit l'élaboration des systèmes mécaniques en fonction des objectifs de traitement.

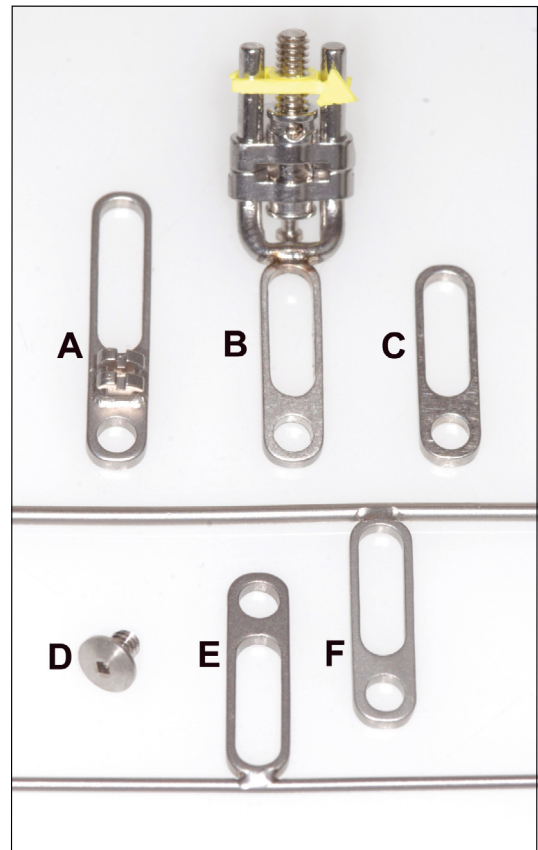


Figure 4

Système de Beneplaque. A. Plaque longue (18 mm) avec boîtier. B. Plaque courte (12 mm) avec vérin palatin. C. Plaque avec arc métal de diamètre 0,8 mm. D. Vis de fixation. E. Plaque courte avec arc métal de diamètre 1,1 mm. F. Plaque courte avec arc métal de diamètre 1,1 mm.

Afin d'éviter les problèmes techniques, organisationnels et financiers occasionnés par la soudure et le brasage, le système Benefit propose une large gamme de composants préfabriqués pour les *abutments* ainsi que pour les Beneplaques (Fig. 3 et 4). Ainsi, on peut les obtenir pourvu d'un arc soudé disponible en différents diamètres. Cela permet de réaliser des mécaniques actives à forces légères ou des appareils d'ancrage stable. En outre, lorsque l'on opte pour une variante intégrant un boîtier orthodontique, il est alors possible d'y relier différentes sortes d'arcs sectionnels.

La réalisation de ces appareils peut se faire au choix, soit directement au fauteuil, soit au laboratoire sur le modèle en plâtre après une prise d'empreinte. Dans ce dernier cas, les chapes pour empreintes et les analogues de laboratoires garantissent l'exactitude de la procédure (Fig. 3b et 3c).

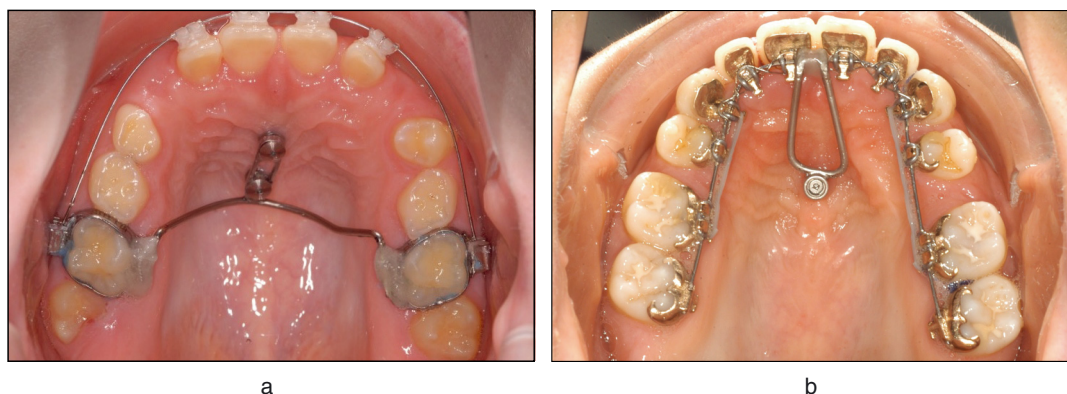


Figure 5

Mécaniques d'ancrage réalisées à l'aide de composants préfabriqués. (a) Ancrage molaire grâce à la Beneplaque connectée à un arc soudé (1,1 mm). (b) Ancrage antérieur par l'intermédiaire d'un arc soudé (1,1 mm).

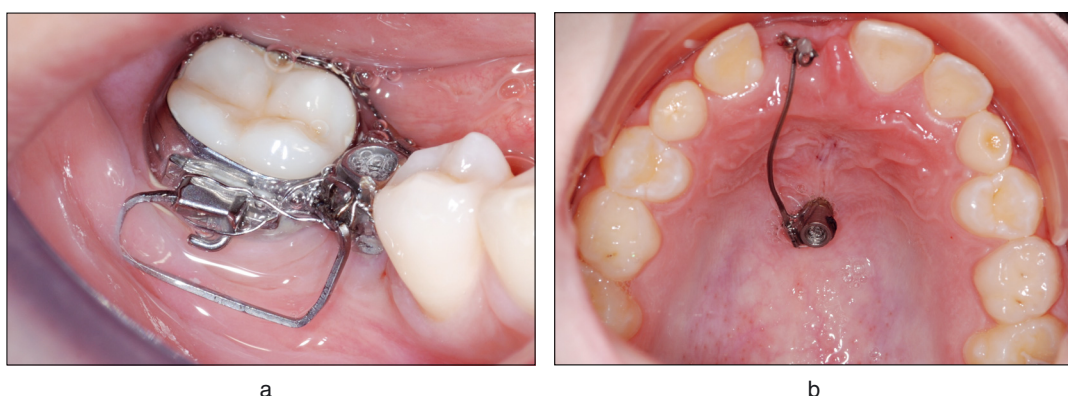


Figure 6

Mécaniques associant un *abutment*-boîte relié à un arc sectionnel. (a) Pour le redressement molaire (016x022 TMA). (b) Pour la mise sur arcade de dents incluses (016x022 TMA).

7. Utilisations cliniques

La pratique clinique a permis de valider un grand nombre de mécaniques standards qui, grâce aux composants du système Benefit, sont facilement réalisables. Grâce à leur connexion vissée, ces mécaniques sont d'insertion simple et leur couplage aux mini-implants est stable.

Les arcs en métal, reliés par une soudure stable aux *abutments* ou aux Beneplaques, permettent en quelques pliages de réaliser différentes mécaniques d'ancrage. Ceci vaut aussi bien, lors d'une rétraction du segment antérieur, dans le cas d'une mécanique d'ancrage molaire que lors d'une mésialisation des segments latéraux, dans le cas d'une mécanique d'ancrage des incisives (Fig. 5a et 5b). Concernant le redressement molaire et la mise sur l'arcade de dents incluses, il est possible de ligaturer des arcs

sectionnels à des boîtiers se trouvant sur les *abutments* (Fig. 6a et 6b).

La rigidité de la soudure de l'arc lui permet de faire fonction d'axe de guidage des molaires lors d'un ancrage squelettique direct ayant pour but leur distalisation ou leur mésialisation. Ce type d'appareil nommé Beneslider ou Mesialslider est d'une élaboration simple en laboratoire (Fig. 7 et 8).

8. Conclusion

L'insertion de mini-implants orthodontiques dans la zone antérieure du palais conduit, grâce la bonne qualité osseuse du site, à une grande stabilité. Les dimensions plus importantes ainsi que la connexion vissée stable les reliant à la suprastructure permettent aux mini-implants de supporter des sollicitations biomécaniques plus élevées. La région d'insertion



Figure 7

Appareil de distalisation (Beneslider) fixé sur deux mini-implants (en antérieur 2 × 11 mm, en postérieur 2 × 9 mm) avec ressorts de compression. (a) Après insertion de l'appareil. (b) Situation après 4 mois.

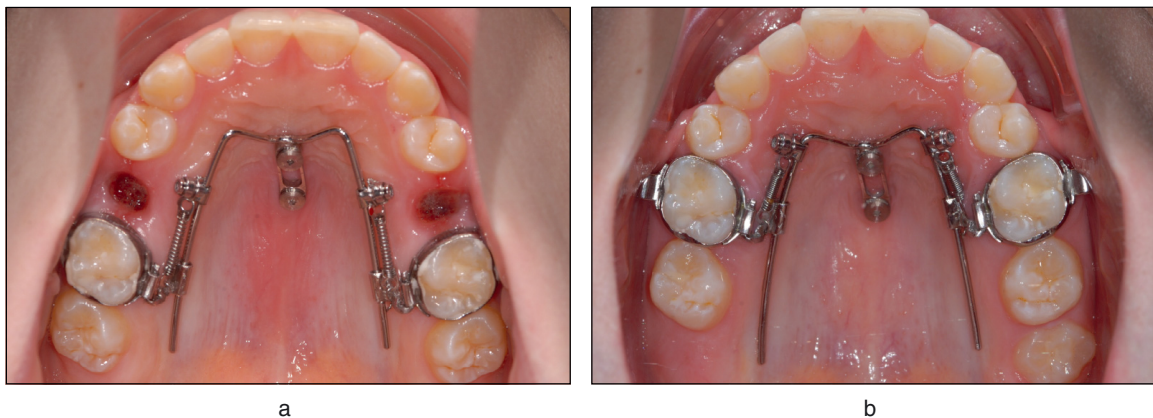


Figure 8

Appareil de mésialisation (Mesialslider) fixé sur deux mini-implants avec ressorts de traction. (a) Après insertion de l'appareil. (b) Situation après 10 mois.

réduit le risque de lésion radiculaire à la pose et de contact mini-implant/dent lors des déplacements dentaires. Les appareils localisés pour la plupart au palais n'entravent pas l'esthétique. La résolution des différents objectifs de traitement à partir de la région palatine antérieure nécessite parfois le recours à des supraconstructions plus complexes dont on peut simplifier l'élaboration en recourant à la vaste gamme de composants préfabriqués du système Benefit.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent être en rapport avec la société commercialisant les mini-implants dont il est question dans l'article.

Bibliographie

- [1] Berens A, Wiechmann D, Dempf R. Mini- and micro-screws for temporary skeletal anchorage in orthodontic therapy. *J Orofac Orthop* 2006;67:450–458.
- [2] Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, *et al.* The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:1209–1213.
- [3] Chen YH, Chang HH, Chen YJ, Lee D, Chiang HH, Yao CC. Root contact during insertion of miniscrews for orthodontic anchorage increases the failure rate: an animal study. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:99–106.
- [4] Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:100–106.
- [5] Diedrich P. Different orthodontic anchorage systems. A critical examination. *Fortschr Kieferorthop* 1993;54:156–171.

- [6] 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.
- [7] Fritz U, Ehmer A, Diedrich P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage—preliminary experiences. *J Orofac Orthop* 2004;65:410–418.
- [8] 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:S74–S81.
- [9] Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997;31:763–767.
- [10] Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:177–182.
- [11] Kokich VG, Mathews DP. Surgical and orthodontic management of impacted teeth. *Dent Clin North Am* 1993;37:181–204.
- [12] 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:S68–S73.
- [13] Lai EH, Yao CC, Chang JZ, Chen I, Chen YJ. Three-dimensional dental model analysis of treatment outcomes for protrusive maxillary dentition: comparison of headgear, miniscrew, and miniplate skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:636–645.
- [14] Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger GS, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. *J Clin Orthod* 2011;45:433–441; quiz 467.
- [15] Melsen B, Bosch C. Different approaches to anchorage: a survey and an evaluation. *Angle Orthod* 1997;67:23–30.
- [16] Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. *Clin Orthod Res* 2000;3:23–28.
- [17] Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:373–378.
- [18] Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. *J Clin Orthod* 2001;35:417–422.
- [19] Paulson RC, Speidel TM, Isaacson RJ. A laminographic study of cuspid retraction versus molar anchorage loss. *Angle Orthod* 1970;40:20–27.
- [20] Schatzle M, Mannchen R, Zwahlen M, Lang NP. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:1351–1359.
- [21] Stanford N. Mini-screws success rates sufficient for orthodontic treatment. *Evid Based Dent*;12:19.
- [22] Su YY. Primary stability of orthodontic mini-implants: analysis of biomechanical properties and clinical relevance. Department of orthodontics Düsseldorf: Heinrich-Heine-Universität, 2009.
- [23] Wehrbein H, Merz BR, Diedrich P, Glatzmaier J. The use of palatal implants for orthodontic anchorage. Design and clinical application of the orthosystem. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:410–416.
- [24] Wiechmann D, Meyer U, Buchter A. Success rate of mini- and micro-implants used for orthodontic anchorage: a prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:263–267.
- [25] Wilmes B (ed). *Fields of application of mini-implants*. London: Quintessence, 2008.
- [26] Wilmes B, Drescher D. Impact of bone quality, implant type, and implantation site preparation on insertion torques of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40:697–703.
- [27] Wilmes B, Drescher D. Impact of insertion depth and predrilling diameter on primary stability of orthodontic mini-implants. *Angle Orthod* 2009;79:609–614.
- [28] Wilmes B, Drescher D. A miniscrew system with interchangeable abutments. *J Clin Orthod* 2008;42:574–580; quiz 595.
- [29] Wilmes B, Drescher D, Nienkemper M. A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 2009;43:494–501.
- [30] Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop* 2006;67:162–174.
- [31] Crismani AG, Bertl MH, Celar AG, Bantleon HP, Burstone CJ. Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:108–113.