

# Avanços na ancoragem esquelética com o uso de mini-implantes com *abutment* na maxila e miniplacas na mandíbula

Resumo / As dimensões reduzidas dos mini-implantes permitem que esses dispositivos sejam instalados em uma variedade de locais. Atualmente, o processo alveolar é o local de preferência para sua inserção; porém, devido a variações na qualidade do osso e ao risco de contatar uma raiz, a taxa de sucesso dos mini-implantes instalados no rebordo alveolar ainda precisa ser melhorada. Outros locais de inserção, como a região anterior do palato e a região do mento, proporcionam melhores condições para a sua inserção, uma vez que a quantidade e a qualidade de osso disponível são muito superiores. Mini-implantes com diferentes tipos de *abutments* e conectores permitem que aparelhos versáteis e de custo acessível sejam confeccionados para uma grande variedade de aplicações ortopédicas e ortodônticas. Utilizar mini-implantes na região anterior do palato e na região do mento elimina o risco de lesões radiculares e os mantém fora da rota da movimentação dos dentes. O *design* do sistema de *abutments* intercambiáveis fornece ao ortodontista um sistema de ancoragem esquelética que pode ser facilmente aplicado na prática clínica e permite o tratamento de casos que antes eram difíceis ou impossíveis. / Palavras-chave / Ancoragem esquelética. Mini-implante. Distalização. Tratamento de Classe III.

#### Benedict Wilmes

Professor Titular do Departamento de Ortodontia da Universidade de Düsseldorf. Professor Convidado da Universidade do Alabama, em Birmingham, EUA.

Como citar este artigo: Wilmes B. Avanços na ancoragem esquelética com o uso de mini-implantes com abutment na maxila e miniplacas na mandibula. Rey Clín Ortod Dental Press, 2015 jun-jul:14(3):56-67.

Enviado em: 16/03/2015 - Revisado e aceito: 18/04/2015

Endereço de correspondência: Benedict Wilmes E-mail: wilmes@med.uni-duesseldorf.de O autor declara não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros que representem conflito de interesse nos produtos e companhias descritos nesse artigo.

O(s) paciente(s) que aparece(m) no presente artigo autorizou(aram) previamente a publicação de suas fotografias faciais e intrabucais, e/ou radiografias.

### **INTRODUÇÃO**

Os mini-implantes têm se tornado comuns na Ortodontia, por serem versáteis, minimamente invasivos e apresentarem uma boa relação custo-benefício. Atualmente, o processo alveolar ainda é o local de preferência para a inserção<sup>1-5</sup>. Porém, devido às variações nas condições do osso e dos tecidos moles nessa região, os ortodontistas ainda enfrentam um índice de perdas de 16,1%, conforme descrito na literatura recente<sup>6-9</sup>.

Para aumentar os índices de sucesso, cinco estratégias foram desenvolvidas:

- 1. selecionar o local ideal para inserção;
- 2. evitar contatar as raízes;
- 3. sair do trajeto da movimentação dentária;
- 4. usar implantes pareados;
- 5. usar implantes com comprimento e diâmetro adequados.

Ao aplicar essas estratégias e escolher a região anterior do palato como local de inserção, pode-se reduzir os índices de perda para 2,1%<sup>10</sup>.

A opção de se instalar mini-implantes no palato duro e miniplacas na mandíbula tornou a inserção de mini-implantes no rebordo alveolar obsoleta. Com base em exemplos clínicos e avaliações científicas, estão disponíveis novas soluções para uma variedade de modalidades de tratamento, como: distalização ou mesialização de molares, intrusão ou extrusão de molares, fechamento de espaços assimétricos, correção da linha média e ancoragem de segmentos dentários laterais ou anteriores.

Uma nova geração de mini-implantes com abutments intercambiáveis (Sistema Benefit, PSM, Alemanha<sup>11</sup>) foi desenvolvida para permitir a integração com as mecânicas ortodônticas (Fig. 1). Para casos que demandam ancoragem de alta qualidade, são usados dois mini-implantes e, para pareá-los com maior facilidade, pode ser utilizada uma placa Beneplate<sup>12</sup> (PSM, Alemanha, Fig. 1H, disponível em dois tamanhos diferentes). Elas podem ser conectadas ao aparelho ortodôntico por meio de um fio de aço inoxidável (1,1mm ou 0,8mm) ou de um braquete metálico convencional. A placa Beneplate pode ser adaptada aos mini-implantes Benefit por meio de uma dobra feita no corpo ou no fio dessa miniplaca (Fig. 2).

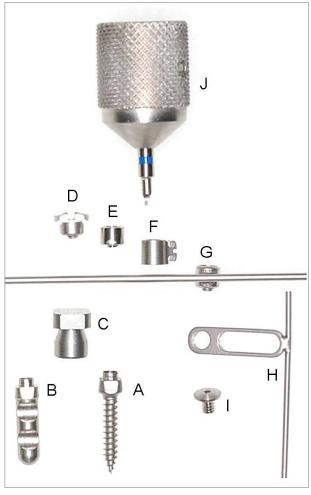


Figura 1: Sistema Benefit/Beneplate: A. Mini-implante. B. Análogo para o laboratório. C. Tampa para moldagem. D. Abutment de slot. E. Abutment padrão. F. Abutment de braquete. G. Abutment de fio, com o fio posicionado. H. Placa Beneplate com o fio posicionado. I. Parafuso de fixação. J. Chave para fixação dos abutments.



Figura 2: Dobra na Beneplate para se ajustar a dois mini-implantes.

## INSTALAÇÃO DOS MINI-IMPLANTES E ADAPTAÇÃO DA MECÂNICA

Devido à boa qualidade e quantidade óssea, a região anterior do palato é o local de inserção de preferência<sup>13</sup>. Se o paciente ficar apreensivo quanto ao uso de seringas, os mini-implantes podem ser instalados após a aplicação de apenas anestesia tópica (em gel). Em pacientes adultos, deve ser feita uma perfuração piloto (de 2 a 3mm de profundidade), devido à alta densidade óssea (Fig. 3); já em crianças e adolescentes, com mineralização óssea relativamente baixa, a perfuração piloto não é necessária. Mini-implantes com diâmetro

de 2mm ou 2,3mm e comprimento de 9mm (anteriores) ou 7mm (posteriores) são os preferidos, proporcionando maior estabilidade (Fig. 4, 5, 6)<sup>14-17</sup>.

Em muitos casos, o aparelho pode ser adaptado já na boca do paciente, o que, sem dúvida, implica em maior tempo de cadeira (Fig. 7). A alternativa seria adaptar o sistema em laboratório, por meio de moldagem em silicone, e transferir a configuração intrabucal para um modelo de gesso, com ajuda da tampa de moldagem do mini-implante (Fig. 2C) e do análogo para laboratório do sistema Benefit<sup>11</sup> (Fig. 2B).



Figura 3: Perfuração piloto, realizada de forma manual (necessária apenas em adultos).



Figura 4: Inserção utilizando peça de mão (PSM, Alemanha).



**Figura 5:** Inserção de dois mini-implantes na região posterior à rugosidade palatina. A distância entre os mini-implantes deve ser de 8 a 14mm.

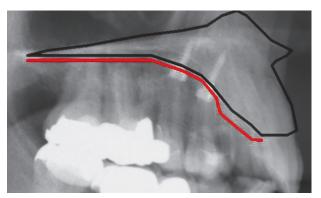


Figura 6: A angulação da inserção deve ser perpendicular ao osso. O tecido mole na região anterior é muito espesso.





Figura 7: A) Adaptação intrabucal de um Benetube para o dispositivo Beneslider. B) Adaptação intrabucal de uma placa Beneplate para o dispositivo Mesialslider.

## **IMPLICAÇÕES CLÍNICAS**

# Distalização de molares superiores (aparelhos Beneslider e Pendulum B)

A distalização de molares superiores pode ser exigida com frequência durante a correção de más oclusões. A indicação mais comum é para casos de má oclusão de Classe II (de origem dentoalveolar) com trespasse horizontal aumentado e/ou apinhamento na região anterior. Outra indicação, menos frequente, é para corrigir a compensação dentária em pacientes Classe III submetidos a cirurgia. Devido a limitações estéticas e à duração do tempo de uso do aparelho, a distalização de molares usando aparelho extrabucal torna-se uma opção desagradável para muitos pacientes 18,19, o que resultou na tendência de se preferir os aparelhos de distalização totalmente intrabucais, que exigem o mínimo de cooperação do paciente.

Infelizmente, a maioria dos aparelhos intrabucais convencionais para distalização de molares superiores sem necessidade de cooperação do paciente produzem efeitos colaterais indesejáveis, como perda de ancoragem, principalmente quando as forças de distalização são aplicadas por vestibular<sup>20</sup>. Uma possibilidade para se reduzir os efeitos indesejáveis produzidos por forças ortodônticas recíprocas é o uso de botões de Nance. Porém, a estabilidade da ancoragem desse dispositivo suportado em tecidos moles nem sempre é garantida. Além disso, a higienização bucal fica prejudicada, devido à cobertura parcial da região palatina. Se a unidade de ancoragem incluir os dentes, a mesialização e/ou a protrusão dos den-

tes anteriores devem ser consideradas como os principais inconvenientes<sup>21,22</sup>. O índice de perda de ancoragem quando se usam dispositivos intrabucais convencionais varia de 24% a 55%<sup>23</sup>. Embora a ancoragem indireta possa ser utilizada para dar suporte aos pré-molares durante a distalização de molares superiores, a inclinação dos mini-implantes e a deformação do fio podem resultar em perda de ancoragem e mesialização do pré-molar. Além disso, após a distalização de molares, o aparelho deve ser refeito para permitir a distalização de pré-molares e dentes anteriores. Assim sendo, é preferível realizar o procedimento de ancoragem direta.

Para aproveitar os benefícios oferecidos pela mecânica com ancoragem direta e pela escolha da região anterior do palato como o local mais apropriado para a inserção de mini-implantes, o dispositivo Beneslider<sup>5,11,12,24,25</sup> foi desenvolvido para ser fixado sobre mini-implantes com abutments intercambiáveis. O Beneslider faz uso da mecânica de deslizamento e se mostra um dispositivo confiável para distalização<sup>25</sup> (Fig. 8). Porém, se for preferível usar uma mecânica sem atrito e/ou se os molares precisarem ser verticalizados ou rotacionados simultaneamente com a distalização, pode-se fazer uso de uma mecânica com o Pendulum<sup>26</sup>. Vários autores apresentaram mecânicas esqueleticamente suportadas com o Pendulum, para evitar a perda de ancoragem<sup>27-30</sup>; porém, todos os aparelhos descritos necessitam de trabalho laboratorial adicional. O Pendulum B31 foi desenvolvido para permitir a adaptação de um aparelho Pendulum esqueleticamente suportado imediatamente após a instalação dos mini-implantes, sem procedimentos laboratoriais (Fig. 9).



Figura 8: Caso clínico: uso do dispositivo Beneslider para distalização de molares superiores.



Figura 9: Caso clínico: uso do dispositivo Pendulum B para distalização de molares superiores.

#### Fechamento de espaço superior (Mesialslider)

A ausência unilateral ou bilateral de dentes superiores é um problema que ocorre com bastante frequência: a ausência congênita de incisivos laterais/segundos pré-molares, os caninos extremamente deslocados ou traumas graves em um dos incisivos centrais são possíveis condições que resultam na diminuição da dentição superior. Nesses casos, as duas principais abordagens de tratamento são o fechamento de espaços ou a abertura de espaços para permitir a reposição protética com próteses fixas ou implantes unitários. As duas abordagens de tratamento podem comprometer a estética, a saúde periodontal e a função<sup>32</sup>. Em muitos casos, o fechamento de espaços em direção mesial parece ser o objetivo ideal de tratamento, pois o tratamento pode ser concluído assim que a dentição estiver completa<sup>33</sup>. A substituição do canino pode ser atingida, com bons resultados estéticos, por meio de reanatomização e posicionamento dentário, clareamento e uso de facetas de porcelana<sup>34,35</sup>.

Quanto mais para mesial for a ausência dentária, maior será a demanda por uma boa ancoragem, principalmente em casos assimétricos e com desvio da linha média. Se os incisivos centrais estiverem na posição correta (linha média, torque e angulação corretos), um arco em "T"11,12,36,37 pode ser colado na face lingual dos incisivos centrais como ancoragem indireta, com o objetivo de evitar a inclinação lingual desses dentes durante o fechamento de espaços<sup>12,37,38</sup>. Como alternativa ao arco em "T" (ancoragem indireta), o dispositivo Mesialslider<sup>12,38,39</sup> pode ser usado como um dispositivo de ancoragem direta. O Mesialslider permite que os clínicos mesializem os molares superiores de um só lado ou de ambos. Já que os incisivos não estão fixos, desvios da linha média podem ser corrigidos ao mesmo tempo. O Mesialslider pode ser utilizado para fechar espaços na arcada superior em sentido distomesial, como em casos de ausência de incisivos laterais (Fig. 10), caninos (Fig. 11), pré-molares (Fig. 12) ou molares. O Mesialslider também pode ser utilizado para protruir toda a dentição superior, para compensar más oclusões de Classe III suaves.



Figura 10: Caso clínico com incisivo lateral superior direito ausente: Mesialslider usado para mesialização superior unilateral.

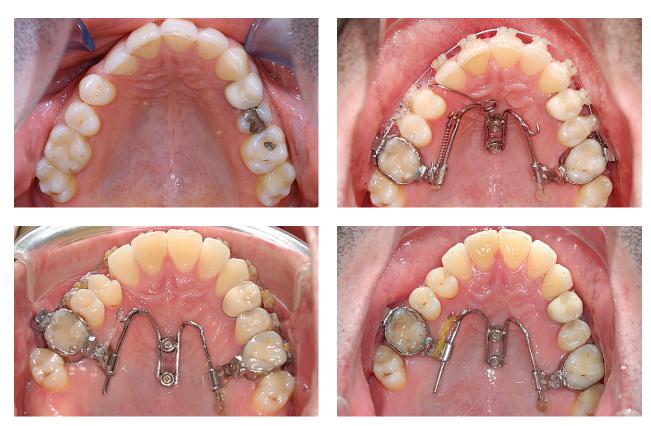


Figura 11: Caso clínico com canino superior direito ausente: Mesialslider usado para mesialização superior unilateral.





Figura 12: Caso clínico com segundos pré-molares superiores ausentes: Mesialslider usado para mesialização superior bilateral.

# Distalização assimétrica de molares e fechamento de espaço (Mesial-Distalslider)

Em muitos casos com ausência dentária unilateral, há desvio de linha média. O aparelho ideal para corrigir a linha média, fechar espaços unilaterais e distalizar o segmento contralateral é uma combinação do Mesialslider com o Beneslider: o Mesial-Distalslider<sup>40</sup> (Fig. 13).

# Expansão rápida da maxila e tratamento precoce de Classe III

A expansão rápida da maxila (ERM) é considerada o primeiro procedimento ortodôntico usado para se obter uma expansão esquelética da maxila. Hoje, a ERM é considerada o método a ser utilizado para promover a distração osteogênica sutural. Para o tratamento de



Figura 13: Caso clínico com canino superior direito ausente e desvio da linha média: Mesial-Distalslider usado para mesialização superior unilateral e distalização contralateral.

pacientes com Classe III devida ao retrognatismo maxilar, a ERM é associada ao uso de máscara facial, para protração da maxila. Como as forças ortopédicas são transmitidas às estruturas esqueléticas através dos dentes de ancoragem, a distribuição das forças para o maior número de dentes possível e o término do crescimento radicular são considerados essenciais. Porém, além da expansão esquelética planejada na terapêutica, efeitos colaterais — como a vestibularização dos dentes de ancoragem, fenestração da tábua óssea vestibular, reabsorções radiculares e recessões gengivais — foram relatados em alguns casos<sup>41,42</sup>. Para evitar essas complicações, causadas pelo caráter dentossuportado dos aparelhos convencionais, alguns autores sugerem dispositivos de ERM puramente osseossuportados. Vários desses disjuntores palatinos foram apresentados na última década<sup>43,44</sup>; porém, a inserção e a remoção desses

disjuntores suportados por miniplacas são procedimentos cirúrgicos invasivos, que requerem elevação de retalho, com risco de lesões radiculares e infecções<sup>43,45</sup>. Por isso, disjuntores desse tipo não conseguiram se estabelecer como os dispositivos padrão para a ERM. Para minimizar a etapa cirúrgica, Harzer<sup>46,47,48</sup> introduziu o disjuntor Dresden, suportado apenas por um implante e um mini-implante. Devido ao risco de lesão radicular causado pela inserção de implantes no processo alveolar lateral posterior e à falta de osso disponível na região média-posterior do palato, usávamos, também, os primeiros molares como unidade de ancoragem posterior. Na região anterior do palato, há uma quantidade maior de osso disponível para a inserção de mini-implantes<sup>13</sup> e, assim, o aparelho usado para a ERM é metade dentossuportado e metade osseossuportado - o qual é conhecido como o Hyrax Híbrido<sup>5,11,38,49,50,51</sup> (Fig. 14).



**Figura 14:** Aparelho Hyrax Híbrido: a ancoragem anterior é proporcionada por dois mini-implantes Benefit de 2mm x 9mm, instalados a 5mm de distância um do outro. Antes (**A**) e depois (**B**) da expansão rápida da maxila, e (**C**, **D**) tratamento de Classe III com o uso de máscara facial.

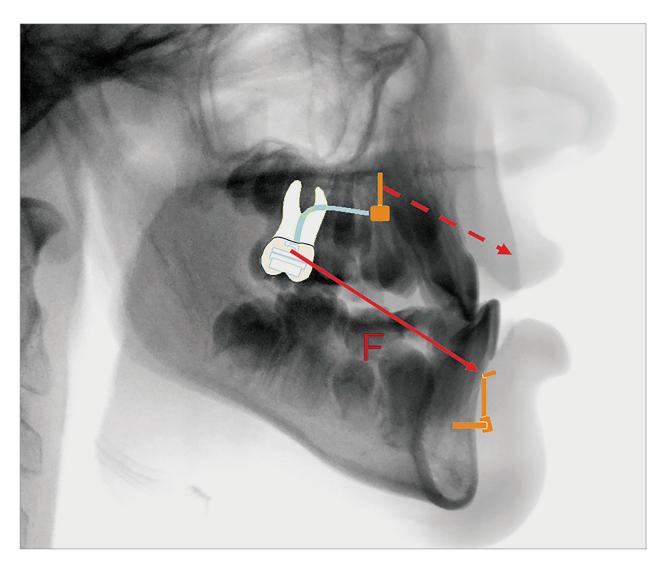




Figura 15: Tratamento precoce de Classe III, esqueleticamente suportado, usando o Hyrax Híbrido e uma placa Mentoplate.

A utilização do aparelho Hyrax Híbrido é minimamente invasiva, quando comparado aos dispositivos completamente osseossuportados para ERM, como os distratores<sup>43,44</sup>. Usar os primeiros molares ou os segundos molares decíduos como unidade de ancoragem posterior e os mini-implantes como unidade de ancoragem esquelética anterior apresenta inúmeras vantagens<sup>49,50,51</sup>:

- É aplicável em casos com baixa qualidade de ancoragem dentária anterior, devido à ausência de molares decíduos ou em casos onde os molares decíduos apresentam raízes curtas.
- É aplicável em casos com formação imatura da raiz dos pré-molares.
- Não apresenta riscos de comprometer o desenvolvimento radicular (raízes curvadas).
- Reduz os efeitos colaterais dentários, como a inclinação dos pré-molares<sup>50</sup>.
- Não é necessária colagem na dentição anterior, na fase de contenção, assim, o tratamento ortodôntico convencional pode ser iniciado mais cedo.
- É vantajoso em casos que necessitam de tratamento precoce da má oclusão de Classe III, nos quais a ERM favorece o avanço da maxila ao enfraquecer a sutura palatina mediana.
- Evita a mesialização da dentição superior durante o uso da máscara facial ou da placa Mentoplate<sup>49</sup>, intensificando os efeitos esqueléticos<sup>50</sup>.

As más oclusões esqueléticas de Classe III são, relativamente, pouco frequentes, e sua origem normalmente está associada a fatores genéticos<sup>52,53</sup>. A Classe III pode ser causada pelo retrognatismo maxilar, prognatismo mandibular ou ambos<sup>52,53</sup>. O tratamento de pacientes jovens com Classe III por deficiência maxilar é, usualmente, realizado com máscara facial. Como a força é aplicada aos dentes, a mesialização da dentição é inevitável e pode resultar em grave apinhamento na região anterior<sup>54</sup>. Além disso, frequentemente o efeito esquelético que se pretende alcançar com essa abordagem comum acaba sendo menor do que o esperado<sup>54</sup>. Para superar essas limitações e minimizar a mesialização dos molares, o suporte esquelético sagital proporcionado pelo aparelho Hyrax Híbrido é muito útil. Além disso, para facilitar o avanço da maxila, recomenda-se o procedimento de abertura da sutura palatina mediana por meio da expansão rápida da maxila (ERM)<sup>55</sup>. Com o objetivo de se evitar o uso de aparelhos extrabucais (máscara facial) e aplicar forças diretamente nas estruturas esqueléticas. De Clerck et al. 56 propuseram o uso de guatro miniplacas (duas na região anterior da mandíbula e duas na região posterior da maxila) associadas ao uso de elásticos de Classe III. Trata-se de uma nova abordagem puramente esquelética para corrigir discrepâncias esqueléticas. Para intensificar os efeitos esqueléticos produzidos pela abertura das suturas palatinas medianas, utilizamos o aparelho Hyrax Híbrido para permitir, simultaneamente, a expansão rápida da maxila e a protração maxilar esqueleticamente suportada. Na mandíbula, as miniplacas Bollard de De Clerck são, normalmente, inseridas após a erupção dos caninos. Para permitir a inserção precoce da miniplaca na mandíbula, desenvolvemos a placa Mentoplate (Fig. 15)49. Como a Mentoplate é inserida na região subapical dos incisivos inferiores, ela normalmente já pode ser usada em pacientes com 8 a 9 anos idade. Por meio da combinação do aparelho Hyrax Híbrido com a máscara facial ou a Mentoplate, as forças são aplicadas às estruturas esqueléticas apenas com o objetivo de produzir o efeito esquelético ideal (Fig. 15).

#### **CONCLUSÃO**

Em suma, o mini-implante Benefit associado à placa Beneplate aumenta as opções de ancoragem esquelética para o tratamento ortodôntico e reduz significativamente o índice de falhas. Os procedimentos de inserção e remoção são minimamente invasivos: o próprio ortodontista pode instalar os parafusos e aplicar carga imediatamente. Normalmente, os parafusos também podem ser removidos sem anestesia. A região anterior do palato é o local de inserção ideal, devido à sua qualidade óssea superior e aos baixos índices de instabilidade ou falha dos mini-implantes. A mucosa palatina apresenta um prognóstico melhor em comparação a outras regiões, e não apresenta riscos de danos aos dentes. Na mandíbula, miniplacas, como as Bollard ou Mentoplate, são recomendadas para fins ortopédicos e ortodônticos.

#### **ABSTRACT**

Advances in skeletal anchorage using mini-implants with abutments for the maxilla and miniplates in the mandible. / Objective / Their small size allows mini-implants to be inserted in a variety of sites. Currently, the alveolar process is the most preferred insertion site. However, due to the varying bone

quality and the risk of root contact, the survival rate of implants inserted in the alveolar ridge still needs improvement. Other regions, such as the anterior palate and the mental region, provide much better conditions for TAD insertion, since the amount and quality of available bone is far superior. Mini-implants with different types of abutments and connectors allow the construction of versatile and cost-efficient appliances for a large variety of orthopedic and orthodontic applications. Utilizing TADs in the anterior palate and the mental region eliminates the risk of root injury and takes the implants out of the path of tooth movement. The design of the interchangeable abutment system provides the orthodontist with a skeletal anchorage system that integrates easily into clinical practice and allows treatment of cases that were difficult or impossible to treat previously. / Keywords / Skeletal anchorage. Mini-implant. Distalization. Class III treatment.

#### Referências:

- Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1998;13(3):201-9. 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(4):358-63.
- Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod. 1997;31(11):763-7.
- Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. Clin Orthod Res.
- 2000;3(1):23-8.
  Wilmes B. Fields of application of mini-implants. In: Ludwig B, Baumgaertel S, Bowman J, editors Innovative anchorage concepts. Mini-implants in orthodontics. Berlin: Quintessenz; 2008.
- Berens A. Wiechmann D, Dempf R. Mini- and micro screws for temporary skeletal anchorage in orthodontic therapy. J Orofac Orthop. 2006;67(6):450-8. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective
- study of the risk factors associated with failure of minimplants used for orthodontic anchorage. Int J Oral Maxillofac Implants, 2004;19(1):100-6.
- Fritz U, Ehmer A, Diedrich P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage-preliminary experiences. J Orofac Orthop. 2004:65(5):410-8.
- 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(4):373-8. 10. Karagkiolidou A, Ludwig B, Pazera P, Gkantidis N, Pandis N, Katsaros C. Survival of palatal miniscrews used for orthodontic appliance anchorage: a retrospective cohort study. Am J Orthod Dentofacial
- Orthop. 2013;143(6):767-72.

  11. Wilmes B, Drescher D. A miniscrew system with interchangeable abutments. J Clin Orthod. 2008;42(10):574-80; quiz 595.
- Wilmes B, Drescher D, Nienkemper M. A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage.
- J Clin Orthod. 2009;43(8):494-501.

  13. 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(4 Suppl):S74-81.
- 14. Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY, Drescher D. Impact of implant design on primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop. 2008;69(1):42-50.
- 15. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop. 2006;67(3):162-74.

  16. Wilmes B, Su YY, Drescher D. Insertion angle impact
- on primary stability of orthodontic mini-implants. Angle
- Orthod. 2008;78(6):1065-70.

  17. Wilmes B, Su YY, Sadigh L, Drescher D. Pre-drilling force and insertion torques during orthodontic minimplant insertion in relation to root contact. J Orofac Orthop. 2008;69(1):51-8.

  18. Clemmer EJ, Hayes EW. Patient cooperation in
- wearing orthodontic headgear. Am J Orthod. 1979;75(5):517-24.
- Egolf RJ, BeGole EA, Upshaw HS. Factors associated with orthodontic patient compliance with intraoral elastic and headgear wear. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1990;97(4):336-48.

- 20. Antonarakis GS, Kiliaridis S. Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II malocclusion. A systematic review. Angle Orthod. 2008;78(6):1133-40
- 21. Bussick TJ, McNamara JA Jr. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2000;117(3):333-43.
- 22. Ghosh J. Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1996:110(6):639-46.
- 23. Fortini A, Lupoli M, Giuntoli F, Franchi L. Dentoskeletal effects induced by rapid molar distalization with the first class appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125(6):697-704.
- 24. Wilmes B, Drescher D. Application and effectiveness of the Beneslider: a device to move molars distally. World J Orthod. 2010;11(4):331-40.
  25. Nienkemper M, Wilmes B, Pauls A, Yamaguchi S,
- Ludwig B, Drescher D. Treatment efficiency of mini-implant-borne distalization depending on age and second-molar eruption. J Orofac Orthop. 2014:75(2):118-32.
- 26. Hilgers JJ. The pendulum appliance for Class II noncompliance therapy. J Clin Orthod. 1992;26(11):706-14. 27. Kircelli BH, Pektas ZO, Kircelli C. Maxillary molar
- distalization with a bone-anchored pendulum appliance. Angle Orthod. 2006;76(4):650-9.
- 28. Karcher H, Byloff FK, Clar E. The Graz implant supported pendulum, a technical note. J Craniomaxillofac Surg. 2002:30(2):87-90.
- 29. Kinzinger G, Wehrbein H, Byloff FK, Yildizhan F, Diedrich P. Innovative verankerungsalternativen zur molarendistalisation im oberkiefer - eine übersicht.
- J Orofac Orthop. 2005;66:397-413. 30. Oncag G, Akyalcin S, Arikan F. The effectiveness of a single osteointegrated implant combined with pendulum springs for molar distalization. Am J Orthod Dentofacial
- Orthop. 2007;131(2):277-84. 31. Wilmes B, Katyal V, Drescher D. Mini-implant-borne Pendulum B appliance for maxillary molar distalisation: design and clinical procedure. Aust Orthod J. 2014;30:230-9.
  32. Robertsson S, Mohlin B. The congenitally missing upper
- lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment, Eur J Orthod. 2000;22(6):697-710.
  33. Zachrisson BU, Rosa M, Toreskog S. Congenitally
- missing maxillary lateral incisors: canine substitution.
  Point. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;139(4):434, 436, 438 passim.
- 34. Zachrisson BU, Mjor IA. Remodeling of teeth by grinding. Am J Orthod. 1975;68(5):545-53.
  35. Thordarson A, Zachrisson BU, Mjor IA. Remodeling
- of canines to the shape of lateral incisors by grinding a long-term clinical and radiographic evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991;100(2):123-32.
- 36. Wilmes B, Bowman JS, Baumgaertel S. Fields of Application of mini-implants. In: Ludwig B, Baumgaertel S, Bowman JS, editors. Mini-implants in orthodontics. Innovative anchorage concepts. 1st ed. London: Quintessence; 2008. p. 91-122 37. Baumgaertel S. Maxillary molar movement with a new
- treatment auxiliary and palatal miniscrew anchorage J Clin Orthod. 2008;42(10):587-9; quiz 596.
- 38. Wilmes B, Drescher D. A miniscrew system with interchangeable abutments. J Clin Orthod. 2008;42(10):574-80; quiz 595. 39. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, et al. TAD-
- anchored maxillary molar mesialization using the Mesialslider. J Clin Orthod. in press.

- 40. Wilmes B, Nanda R, Nienkemper M, Ludwig B, Drescher D. Correction of upper-arch asymmetries using the Mesial-Distalslider. J Clin Orthod. 2013:47(11):648-55.
- 41. Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;129(6):749-58.
  42. Schuster G, Borel-Scherf I, Schopf PM. Frequency of
- and complications in the use of RPE appliances: results of a survey in the Federal State of Hesse, Germany. J Orofac Orthop. 2005;66(2):148-61. 43. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method
- of maxillary expansion. Br J Oral Maxillofac Surg. 1999:37(4):268-72.
- 44. Koudstaal MJ, van der Wal KG, Wolvius EB, Schulten AJ. The Rotterdam palatal distractor. introduction of the new bone-borne device and report of the pilot study. Int J Oral Maxillofac Surg. 2006;35(1):31-5. Epub 2005 Sep 8.
- 45. Fuck L, Wilmes B, Drescher D. Rapid palatal expansion with a transpalatal distractor. Kieferorthopädie. 2008;22:251-8. 46. Hansen L, Tausche E, Hietschold V, Hotan T,
- Lagravère M, Harzer W. Skeletally-anchored Rapid Maxillary Expansion using the Dresden Distractor. J Orofac Orthop. 2007;68(2):148-58. 47. Harzer W, Schneider M, Gedrange T. Rapid maxillary
- expansion with palatal anchorage of the hyrax expansion screw: pilot study with case presentation. J Orofac Orthop. 2004;65(5):419-24. 48. Harzer W, Schneider M, Gedrange T, Tausche E.
- Direct bone placement of the Hyrax fixation screw for Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion (SARPE).
- J Oral Maxillofac Surg. 2006;64(8):1313-7. 49. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, Kau CH Drescher D. Early Class III treatment with a Hybrid Hyrax-Mentoplate combination. J Clin Orthod.
- 2011;45(1):15-21; quiz 39. 50. Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant- and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. World J Orthod. 2010;11(4):323-30.
- 51. Ludwig B, Glas B, Bowman SJ, Drescher D, Wilmes B. Miniscrew-supported Class III treatment with the Hybrid RPE advancer. J Clin Orthod. 2010;44(9):533-9; quiz 561.
- 52. Litton SF, Ackermann LV, Isaacson RJ, Shapiro BL A genetic study of Class 3 malocclusion. Am J Orthod
- 53, Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ, Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES Ill survey. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1998;13(2):97-106.
- 54. Williams MD, Sarver DM, Sadowsky PL, Bradley E. Combined rapid maxillary expansion and protraction facemask in the treatment of Class III malocclusions in growing children: a prospective long-term study. Semin Orthod. 1997;3(4):265-74.
- Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA Jr, Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. Am J Orthod Dentofacial Orthop.
- 1998;113(3):333-43. 56. De Clerck HJ, Cornelis MA, Cevidanes LH, Heymann GC, Tulloch CJ. Orthopedic traction of the maxilla with miniplates: a new perspective for treatment of midface deficiency. J Oral Maxillofac Surg 2009;67(10):2123-9.