

Beneslider装置を応用した 上顎大臼歯の遠心移動

山口修二¹⁾、Benedict Wilmes¹⁾、安香讓治²⁾、Manuek Nienkemper¹⁾、Dieter Drescher¹⁾

(デュッセルドルフ大学矯正歯科¹⁾ / ドイツ、せきど矯正歯科²⁾)

1. はじめに

日常臨床において、Ⅱ級不正咬合は最も頻繁にみられるケースの一つである。Ⅱ級不正咬合は、頭蓋顎顔面構造の骨格的なディスクレパンシーによるものとオーバージェットや前歯の叢生を伴う歯・歯槽性のディスクレパンシーによるものがある。非抜歯でⅡ級不正咬合を治療する場合、おもに下顎後退による骨格的な問題などを含むケース以外では、上顎大臼歯の遠心移動が望まれることが多い¹⁻³⁾。

これまで数十年にもおよび上顎大臼歯遠心移動のためのさまざまなコンセプト、バイオメカニクスや装置が考えられてきた。従来使用されてきた装置の一つにヘッドギアが挙げられるが、患者の協力や審美的な問題、作用力の調整の難しさなどにより臨床で一般的に受け入れられにくかった^{4, 5)}。その後、患者協力に依存しない上顎内の多様な装置が開発され応用されるようになった。しかしながら、そのほとんどの装置において小臼歯の近心移動や前歯の突出などを生じるアンカレッジロスという問題を含んでいた^{6, 7)}。

スケレタルアンカレッジという概念の出現により、患者コンプライアンスの必要性和アンカレッジロスを排除した上顎大臼歯遠心移動システムが

開発されるようになった⁸⁻¹⁰⁾。特に、矯正用アンカースクリューは外科的侵襲が少なく用途が広く、また低コストなどのメリットを有するため次第に注目されるようになった¹¹⁻¹³⁾。最近、アンカースクリューを使用した上顎大臼歯遠心移動のさまざまなメカニクスやシステムが臨床応用されている。

今回、Benefit-Systemで使用される装置の一つであるBeneslider装置を応用した上顎大臼歯の遠心移動について報告する。

2. Beneslider

Beneslider装置は、ドイツのデュッセルドルフ大学矯正歯科学教室とPSM Medical Solution社が開発したBenefit-Systemで使用される上顎大臼歯の遠心移動装置である。Beneslider装置はDistal Jetのコイルスプリングと活性化のための調整用ロック、Keles Sliderのヘッドギアチューブの要素と2本のアンカースクリュー (Benefit mini-implant) とそれを連結するミニプレート (Beneplate) を組み合わせた構成になっている。口蓋正中前方部に埋入された2本のBenefit mini-implantの上部にBeneslider装置の一部となるアバットメントのBeneplateを固定用スクリューで連結にすることにより上顎大臼歯移動時に必要とされる強固なアンカレッジを確立することができる^{14, 15)} (図1)。

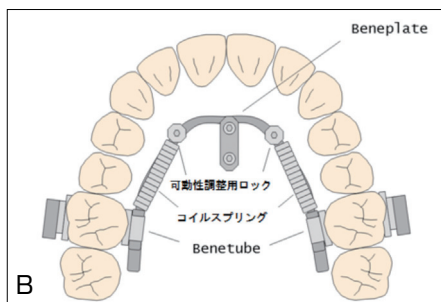


図1 Beneslider装置
A：口腔内に装着した状態
B：Beneslider装置のシェーマ

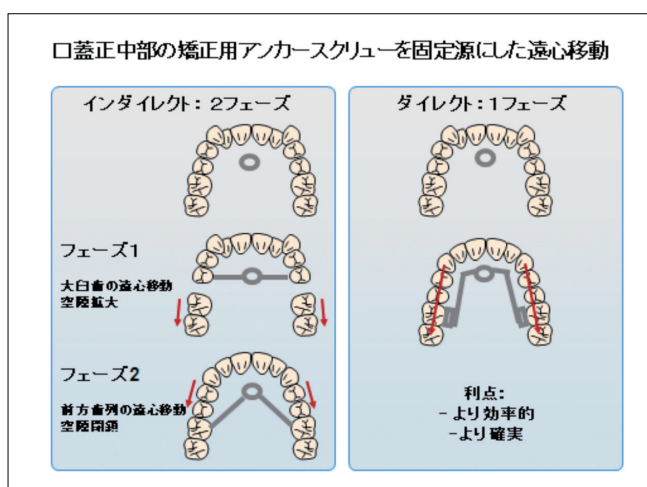


図2 インダイレクトアンカレッジとダイレクトアンカレッジの比較のためのシェーマ

3. Benesliderを応用した遠心移動のメカニクスと効果

上顎大臼歯を遠心移動する際に小臼歯を間接的固定源にするインダイレクトアンカレッジを利用することもできるが、アンカースクリューの傾斜や連結ワイヤーの変形によりアンカレッジロスや小臼歯の近心傾斜や移動が生じやすい。また、大臼歯の遠心移動後に小臼歯と前歯の遠心移動を行うために新しい矯正装置を再び装着する必要がある。そのため、Beneslider装置のような強固なスケレタルアンカレッジから移動させる大臼歯に直接

的に矯正力を与えるダイレクトアンカレッジによるメカニクスが適していると考えられる¹⁶⁾ (図2)。大臼歯の遠心移動後には、活性化エレメントをパッシブに固定することによりインダイレクトアンカレッジとして応用することができるので、大臼歯の遠心移動とその後の前歯や小臼歯の遠心移動を効率よく確実に行うことができる。

最近、臨床で主に使用されている口蓋側のスケレタルアンカレッジを応用した上顎大臼歯の遠心移動装置は、バイオメカニカルなコンセプトに基づいたもので2種類に分類される。一方は、ペンデュラム装置のような口蓋側に位置するヘリカルループをもつスプリングを使用するタイプ、他方はBeneslider装置のような口蓋側に位置するコイルスプリングを活性化するタイプである。ペンデュラム装置では、矯正力がヘリカルループを中心に大きな弧を描きながら大臼歯に伝わるため複雑に作用し、ほとんどのケースで大臼歯アップライトのための活性化も必要になる¹⁷⁾。Beneslider装置は、上顎大臼歯の根分岐部付近にある抵抗中心とほぼ同じ高さを通る強いステンレススチールワイヤーをガイダンスとして大臼歯に矯正力を与えることができる。そのため、活性化のための複雑な調整を必要せずに大臼歯の歯体移動を効率良く行うことができる (図3)。

Beneslider装置の上顎大臼歯遠心移動の効果に関

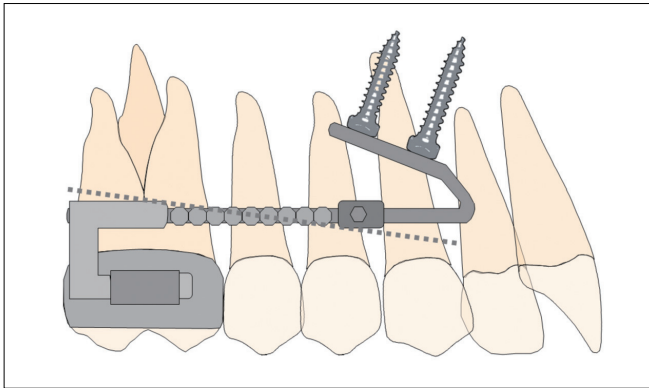


図3 Beneslider装置の側方面観のシェーマ
上顎大臼歯の抵抗中心とほぼ同じ高さを通る強いワイヤーをガイダンスとして利用できる。大臼歯の遠心移動と同時に圧下を行いたい場合は、ワイヤーを後上方に屈曲しガイダンスを調節する。

して、側方セファログラムで評価した最近の研究では、適切な治療期間で効果的に大臼歯を遠心に歯体移動することができると示された。従来の大臼歯遠心移動装置は前歯の突出や下顎のクロックワイズローテーションによる開咬をしばしば

生じることがあるが、この研究ではオーバーバイト、下顔面角などの治療前後の垂直的な変化に有意差が認められなかった。アンカレッジの優れた安定性と大臼歯の歯体移動の確立により、垂直的な影響を与えにくいと考えられる¹⁸⁾ (図4)。

4. Beneslider装置の臨床応用

まずはじめのステップは、口蓋正中前方部への2本のBenefit mini-implantの埋入である。局所麻酔を行った後、歯科用プローベを使用して予定埋入部の口蓋粘膜の厚さを測る。この時、大きなヘーベル効果の発生を抑え十分な初期固定が得られるように口蓋軟組織の厚さは2mm以下が望ましい¹⁹⁾。その後、歯科用モーターやコントラアングルを使用して誘導孔形成を軟組織の厚みを除く深さ3mm程度行い、通常 $\phi 2 \times 11$ (または $\phi 2 \times 9$) mmを前方に $\phi 2 \times 9$ (または $\phi 2 \times 7$) mmのBenefit mini-implant

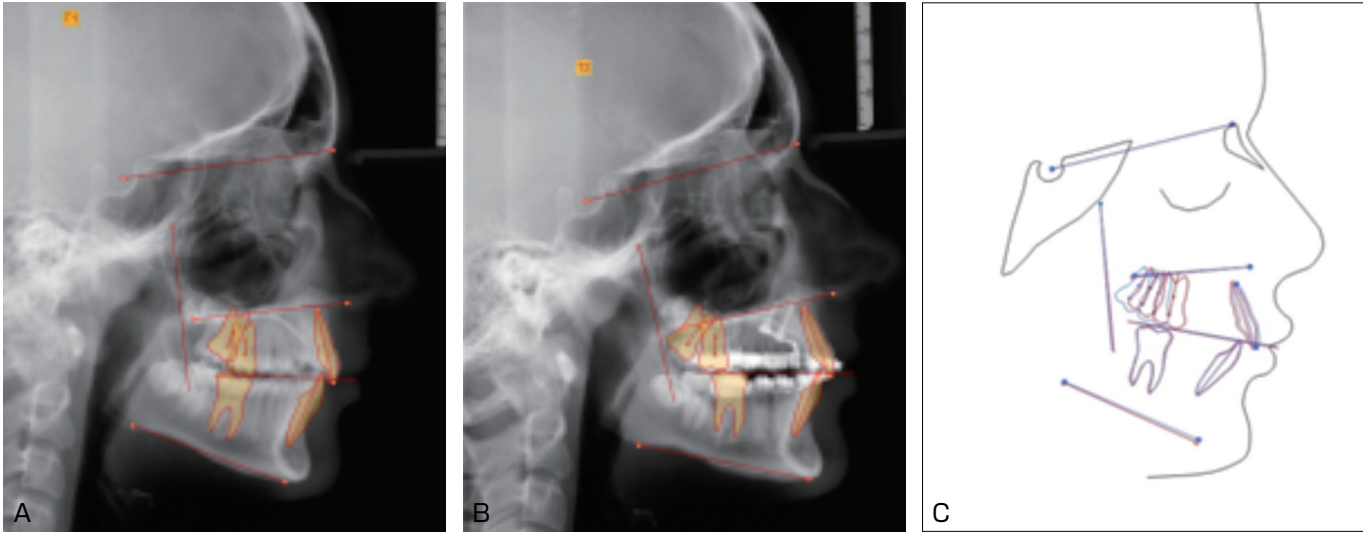


図4 側方セファログラム上での評価
A : 上顎大臼歯遠心移動前
B : Beneslider装置による大臼歯遠心移動後
C : インポーズ法による移動前後の比較。最近の研究で大臼歯の効果的な歯体移動が確認された。

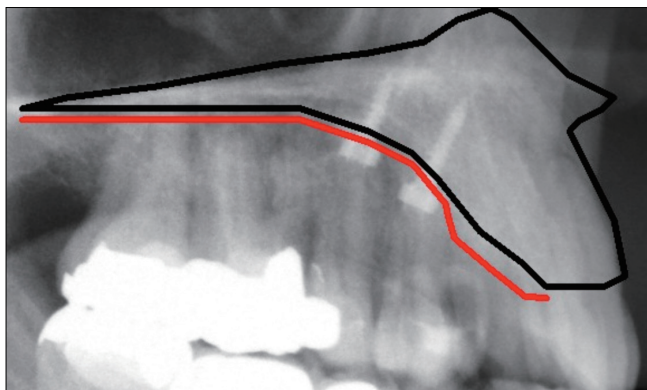


図5 口蓋正中前方部に埋入されたBenefit Mini-Implantの側方セファログラム
口蓋軟組織（赤線）が2mm以下の部位に、長さ前方11mmおよび後方9mmのアンカースクリュー2本がほぼ平行に埋入されている。

をほぼ平行に埋入する。アンカースクリューの直径と初期固定の安定性に関して正の相関関係がこれまでの研究で明らかにされているので、本システムでは確実な初期固定を得るため直径2.0mmのアンカースクリューを使用することが推奨される^{20, 21)}。アンカースクリューの長さは、セファレントゲン上で埋入予定部位の骨の厚みを診査して選択する（図5）。

リングルシースをもつバンドを上顎大臼歯に装着し、印象用キャップをアンカースクリュー頭部に取り付け印象採得を行う。印象内に保持された印象キャップ内に技工用アナログを挿入し、バンドを印象内の所定の位置に設置し石膏を流す（図

6）。印象採得前にバンドをセメント等で最終的に接着した後、MIAシステムR（ロッキーマウンテンモリタ）を利用し印象用キャップとともに印象を行うこともできる。

模型上で、アンカースクリューのアンカレッジをより安定強固にするためのBeneplateをアンカースクリュー頭部に固定用ねじで連結する。1.1mmステンレススチールワイヤーは、Beneplateにレーザー溶接されていて大臼歯の抵抗中心の高さを通るように後方へ屈曲することにより大臼歯遠心移動のための活性化エレメントのガイダンスとしての役目を果たす。Benetubesは、ステンレススチールワイヤーに沿って大臼歯を移動させるために、大臼歯バンドの口蓋側に取り付けられたシース内に挿入される。また、ガイド用ワイヤー上に活性化のための可動性調整用ロックと240gまたは500gのニッケルチタンコイルスプリングが取り付けられる。可動性調整用ロックを遠心方向にコイルスプリングを圧迫することによりBeneslider装置の活性化が行われる（図7）。

模型上で精確に作製されたBeneslider装置は、口腔内でアンカースクリュー頭部にBeneplateを連結し、手用回転ハンドピースなどを使用して固定用スクリューで確実に固定することができる。ガイド用ワイヤー上にあるBenetubeを大臼歯バンドの口蓋側に取り付けられたシースに挿入し、装置の装

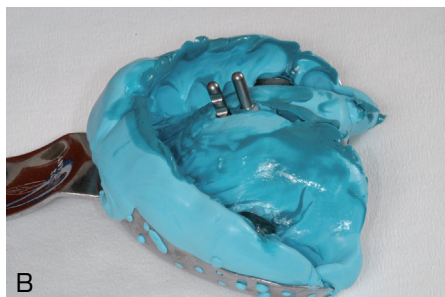
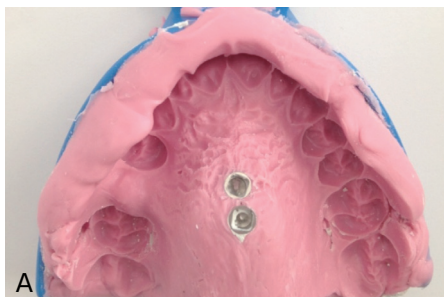


図6 A：印象キャップを利用した印象採得後。印象キャップが印象内に保持されている。
B：印象キャップ内に印象用アナログを挿入した状態。



図7 模型上で作製されたBeneslider装置
A：ガイド用ワイヤーは遠心移動量を考慮して短くする。
B：ガイド用ワイヤーは口蓋粘膜に触れないように屈曲する。このケースでは、印象および模型作製時にMIAシステムRを利用している。



図8 Beneslider装置による臨床例
A：上顎大臼歯の遠心移動前。
B：上顎大臼歯の遠心移動6ヵ月後。500gのニッケルチタンコイルスプリングを使用。遠心移動後は、活性化エレメントを固定しインダイレクトアンカレッジとしてそのままBeneslider装置を使用できる。

着完了となる。状況によっては、印象採得や模型作製を行わないでアンカースクリュー埋入後即日に直接口腔内でBeneslider装置を作製および装着することもできる。

5. 実際の臨床ケース

年齢13才、女性。アングルⅡ級2類。オーバージェット3.5mm。オーバースタート4mm。上顎両側犬歯の唇側転位、下顎前歯部の叢生が認められる、骨格性Ⅱ級症例である。治療方針として、上顎叢生を解消するためにBeneslider装置を用いて上顎大臼歯の遠心移動を行い、その後マルチブラケット装置を用いて小臼歯の遠心移動、上下顎前歯の圧下および骨格性Ⅱ級の改善を図ることとした。

通常、上顎第二大臼歯が未萌出のケースは、ニッケルチタンコイルスプリングは240gのものを使用し、萌出しているケースでは500gのものを使用する。本症例では、すでに両側の上顎第二大臼歯

が萌出しているので500gのコイルスプリングを使用した。コイルスプリングの活性化を毎月1回チェックを行い、6ヵ月後に遠心移動を終了した(図8)。その結果、アンカレッジロスを生じることなく上顎第一大臼歯の歯体移動が適切な治療期間で効果的に行うことができた。その後、小臼歯の遠心移動のために、活性化エレメントをパッシブに固定して、インダイレクトアンカレッジとしてBeneslider装置をそのまま使用した。本症例のように、上顎大臼歯の遠心移動に伴い小臼歯の遠心移動や犬歯の位置の改善が臨床上みられることも多い(図9)。

6. まとめ

2本の矯正用アンカースクリューを口蓋正中前方部に埋入しミニプレートで連結固定することにより強固なアンカレッジが得られる。Beneslider装置の応用は、上顎大臼歯の抵抗中心の近くを通る強



図9 口腔内側方写真
A：上顎大臼歯の遠心移動前。
Angle II 級2類症例。
B：上顎大臼歯の遠心移動後。大臼
歯の遠心移動により小臼歯や犬歯
の付随的な遠心移動や位置の改善
がみられる。

いステンレスチールワイヤーをガイダンスとしてニッケルチタンコイルスプリングを活性化することにより、適切な治療期間で上顎大臼歯の遠心への歯体移動を効果的に行うことができると考えられる。また、大臼歯の遠心移動後に活性化エレメントをパッシブに固定することにより、装置をそのまま使用して前歯や小臼歯の遠心移動のための安定したインダイレクトアンカレッジとして応用することができ、一連の治療が効率よく行える。印象用キャップやアナログを使用することにより口腔内の状況を模型上にシンプルかつ確実に再現することができ、ラボサイドで精密なBeneslider装置の作製を行うことが可能である。

参考文献

- 1) Antonarakis GS, Kiliaridis S. : Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II malocclusion. A systematic review. Angle Orthod ; 78 : 1133-1140, 2008.
- 2) Choi YJ, Lee JS, Cha JY, Park YC. : Total distalization of the maxillary arch in a patient with skeletal Class II malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop ; 139 : 823-833.
- 3) Fontana M, Cozzani M, Caprioglio A. : Soft tissue, skeletal and dentoalveolar changes following conventional anchorage molar distalization therapy in class II non-growing subjects : a multicentric retrospective study. Prog Orthod ; 13 : 30-41.
- 4) Clemmer EJ, Hayes EW. : Patient cooperation in wearing orthodontic headgear. Am J Orthod ; 75 : 575-524, 1979.
- 5) Egolf RJ, Begole EA, Upschaw HS. : Factors associated with orthodontic patient compliance with intraoral elastic and headgear wear. Am L Orthod Dentofacial Orthop ; 97 : 336-348, 1990.
- 6) Bussick TJ, McNamara JA Jr. : Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop ; 117 : 333-343, 2000.
- 7) Ghosh J, Nanda RS. : Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. Am J Orthod Dentofacial Orthop ; 110 : 639-646, 1996.
- 8) Wehrbein H, Glatzmaier J, Mundwiler U, Diedrich P : The Orthosystem : a new implant system for orthodontic anchorage in the palate. J Orofac Orthop ; 57 : 142-153, 1996.
- 9) Byloff FK, Karcher H, Clar E, Stoff F. : An implant to eliminate anchorage loss during molar distalization : A case report involving the Graz implant-supported pendulum. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg ; 15 : 129-137, 2000.
- 10) Sugawara J, Kanzaki R, Takahashi I, Nagasaka H, Nanda R. : Distal movement of maxillary molars in nongrowing patients with the skeletal anchorage system. Am J Orthod Dentofacial Orthop ; 129 : 723-733, 2006.
- 11) Kanomi R : Mini-implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod ; 11 : 763-767, 1997.
- 12) Costa A, Raffaini M, Melsen B. : Miniscrews as orthodontic anchorage ; a preliminary report. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg ; 13 : 201-209, 1998.
- 13) Melsen B, Costa A. : Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. Clin Orthod Res ; 3 : 23-28, 2000.
- 14) Wilmes B, Drescher D. : A miniscrew system with

- interchangeable abutments. J Clin Orthod ; 42 : 574-580 ; quiz 595, 2008.
- 15) Wilmes B, Drescher D, Nienkemper M. : A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage. J Clin Orthod ; 43 : 494-501, 2009.
 - 16) Wilmes B, Drescher D. : Application and effectiveness of the Beneslider : A device to move molars distally. World J Orthod ; 11 : 331-340, 2010.
 - 17) Kinzinger G, Syree C, Fritz U, Diedrich P. : Molar distalization with different pendulum appliances : in vitro registration of orthodontic forces and moments in the initial phase. J Orofac Orthop ; 65 : 389-409, 2004.
 - 18) Nienkemper M, Wilmes B, Pauls A, Yamaguchi S, Ludwig B, Drescher D. : Treatment efficiency of mini-implant borne distalization depending on age and eruption of the second molars. J Orofac Orthop. submitted.
 - 19) Wilmes B, Drescher D. : Impact of insertion depth and predrilling diameter on primary stability of orthodontic mini-implants. Angle Orthod ; 79 : 609-614, 2009.
 - 20) Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. : Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop ; 67 : 162-174, 2006.
 - 21) Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY, Drescher D. : Impact of implant design on primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop ; 69 : 42-50, 2008.