

Hybridhyrax装置を応用した 上顎急速拡大とⅢ級不正咬合の治療

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

上顎急速拡大 (RPE: rapid palatal expansion) は、上顎骨の側方拡大を行う最適な治療方法と考えられている。上顎に顎矯正的な力をかけて歯列弓を拡大するという考え方は、1860年にAngellによりはじめて歯科の論文に報告されたが、当時はレントゲンによる上顎の顎矯正的な拡大が実証されていなかったもので一般的には認められなかった¹⁾。1908年にLandsbergにより、その有効性が再確認されたが、上顎急速拡大法が確立される20世紀半ばまで長い時間を費やした²⁾。今日、上顎急速拡大は上顎正中口蓋縫合の仮骨延長としてみなされている。また、上顎劣成長を伴うⅢ級不正咬合患者のためにフェイシャルマスクを使用した上顎骨の前方牽引と上顎急速拡大を併用する治療方法が普及している。

従来の上顎急速拡大装置の矯正力は、アンカーとなる歯を経由して骨格構造に伝わるので、アンカーとなる歯の歯根の十分な発達と可能な限り多くの歯に力を分散させることが必要と考えられる。これらの考慮にも関わらず、歯冠の頬側傾斜、歯肉退縮、頬側皮質骨のフェネストレーションと側方歯群の歯根吸収が報告されている^{3, 4)}。そのような、合併症を避けるためにしだいにスケレタルア

ンカレッジによる上顎急速拡大法が開発、応用されるようになった^{5, 6)}。しかしながら、拡大装置の装着と除去は侵襲的な歯肉のフラップ形成が必要になり、術中での歯根の損傷と感染のリスクを伴うことがある^{5, 7)}。そのため、これらのタイプの拡大装置は上顎急速拡大の標準的な装置と考えられなかった。

外科的処置の範囲を制限するために、Harzerらは一本のインプラントと矯正用アンカースクリューが取り付けられたDresden-Distracterを開発した^{8, 9)}。近年、矯正用アンカースクリューは多面的応用、最小限の侵襲と低コストという多くのメリットを有するため注目を浴びるようになってきた¹⁰⁻¹²⁾。

矯正用アンカースクリューの埋入部位としては、口蓋の後方側方歯槽部はスクリュー埋入時に歯根損傷のリスクをもつ。また、口蓋後方正中部は比較的骨量が少ない。一方、口蓋正中前方部はアンカースクリュー埋入のための十分な骨が利用できる¹³⁾。

最近、新しいタイプの上顎急速拡大装置がドイツのデュッセルドルフ大学矯正歯科で開発応用されている¹⁴⁾。この装置は、後方のアンカレッジとして第一大臼歯、前方のアンカレッジとして矯正用アンカースクリューが使用される。歯と骨によるアンカレッジを応用するためにHybridhyrax装置と呼ばれる¹⁵⁾。

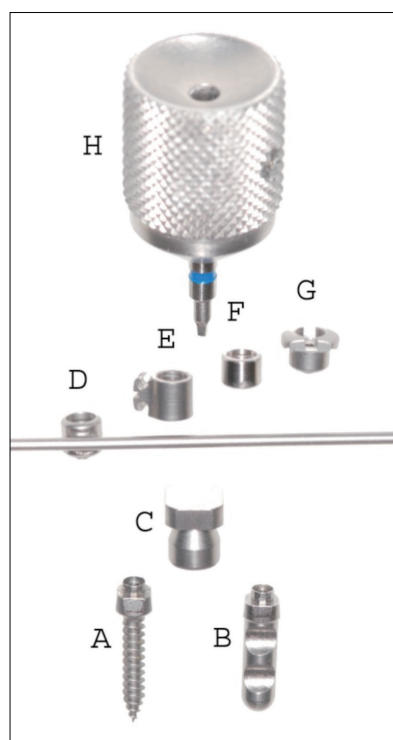


図1 Benefit-System
A: Benefit mini-implant
B: 技工用アナログ
C: 印象用キャップ
D: ワイヤー付きアバットメント
E: ブラケット付きアバットメント
F: 標準アバットメント
G: スロット付きアバットメント
H: アバットメント固定用スクリュードライバー



図2 口蓋前方正中縫合部の両脇に埋入された2本の矯正用アンカースクリュー (φ2×7mm; Benefit-System, PSM, Tuttlingen)



図3 技工用アナログと大白歯用バンドが設置された作業用模型

2. Hybridhyrax装置の構成と臨床応用

口蓋前方正中部に局所麻酔を行なった後に、歯科用プローブで粘膜の厚みを計測して口蓋粘膜の薄いアンカースクリューに適した部位を確定する。粘膜の薄い部位に埋入することは、十分な初期固定を得ることを目的にし、アンカースクリューヘッド部に生じる好ましくないこの作用力を避けるためである。

口蓋前方正中縫合部の両脇に、2本のBenefit mini-implant (φ2x9mmまたはφ2x7mm)を埋入する(図1A、図2)。アンカースクリュー埋入の際、若年患者は骨の石灰化が低いいため誘導孔形成の必要がないことが多い。印象用キャップ(図1C)をアンカースクリューヘッド部に取り付け、上顎第一大臼歯にあらかじめ試適したバンドとともにシリコン印

象を行う。2本のアンカースクリュー間の距離が近い場合は、印象用キャップが互いに干渉しないようにトリミングをする。さらに、印象用キャップ間の位置を固定するために光重合型レジンにて両方の印象用キャップを接着結合する。

印象内に保持された、印象キャップ内に技工用アナログ(図1B)を挿入し、バンドを印象内の適切な位置に設置して石膏を流す。これにより、口腔内の状況が作業模型上に精密に再現できる(図3)。次に、Benefit-Systemの2つの標準アバットメント

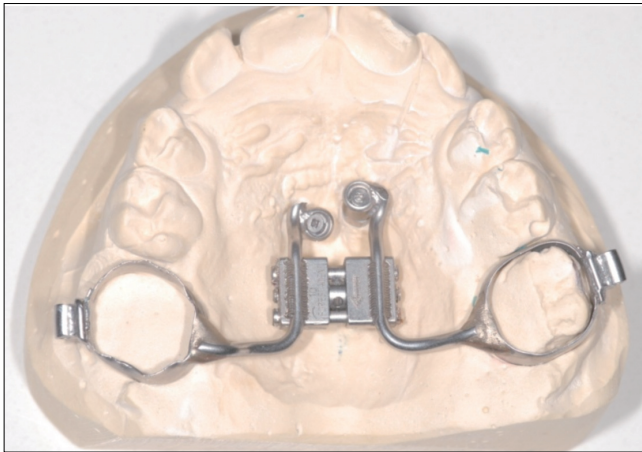


図4 作業用模型上で作製されたHybridhyrax

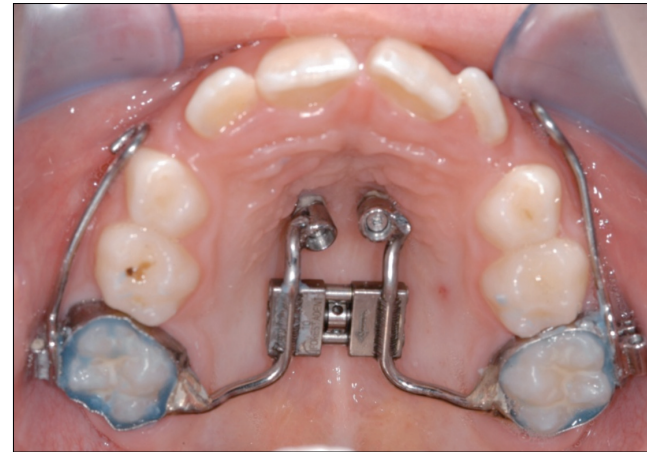


図5 口腔内に装着されたHybridhyrax



図6 側方拡大ネジの活性化



図7 上顎急速拡大後

(図1F) を技工用アナログにネジ止めし、通常使用されるパラタルエクスパンションスクリューを2つの標準アバットメントと大白歯用バンドにレーザー溶接する(図4)。

完成した装置は、アンカースクリューを埋入してから7～10日後に装着される(図5)。装着の際は、アンカースクリュー上にアバットメントに内蔵されているネジで固定するとともに大白歯用バンドをセメントで最終的に接着する。装着のための十分な作業時間を確保するために光重合型レジンセメントを使用するとよい。

側方拡大ネジは、Hybridhyraxの装着後に90°の回転を1日に2回行うが、これにより1日0.8mmの活性化を行うことができる(図6)。上顎急速拡大は、30%の過治療が達成されるまで行われる(図7)。Hybridhyraxは、上顎拡大後少なくとも3カ月間の保定期間中さらに使用される(図8)。

3. Hybridhyraxとフェイシャルマスクの併用治療

上顎劣成長を伴う骨格Ⅲ級の早期治療において、上顎急速拡大とフェイシャルマスクの併用治療が



図8 保定期間中にみられる前歯離開の改善

行われる¹⁶⁾ (図9)。中顔面にある骨縫合部は、上顎骨を前方に牽引することにより延長する効果が期待される。上顎急速拡大装置は、フェイシャルマスクから上顎歯列や上顎骨をゴムで牽引する際の固定源となる。上顎骨の前方牽引の際に上顎急速拡大を行うことは、前方牽引に対する上顎の反応を賦活化すると考えられている。

デンタルアンカレッジを利用する従来の上顎急速拡大は、前述の合併症がしばしばみられるが、スケレタルアンカレッジを応用したHybridhyraxを使用することにより合併症を最小限に抑えることができる。

従来の上顎急速拡大装置をフェイシャルマスクと併用し、前方牽引する際にしばしばみられるアンカレッジとなる歯の近心移動は大きな問題の一つである¹⁷⁾。このことは、前歯の叢生を生じたりや顎矯正的な治療効果を少なくする原因となる¹⁸⁾。口蓋前方部に強固なスケレタルアンカレッジを応用するHybridhyraxを併用することで、その問題を解決することができる¹⁹⁾。

上顎の前方牽引は患者が若年齢（平均年齢9.5±1.3歳）である場合、優れた骨格的な治療効果が得



図9 上顎前方牽引のために装着されたフェイシャルマスク

られ、特に8歳以前に治療を開始するとより効果があると考えられている^{20, 21)}。従来の上顎急速拡大装置に対して、Hybridhyraxは前方の歯のアンカレッジを必要としないのため、すでに歯根吸収が進んだ乳歯や乳歯が喪失した症例にとって有利である (図10)。

上顎の前方牽引は、ネジの拡大と同時に開始される。前方への牽引力が咬合平面に対して20～30°の傾斜になるようにフェイシャルマスクを調節する (図11)。また、牽引力はフォースゲージを使用して確認し、両側にゴムによる400 gの牽引力が適用される。

臨床例として、8歳の男性患者のケースを挙げる。開咬を伴う骨格性Ⅲ級不正咬合 (Wits：-5.6mm/図12)。Hybridhyraxとフェイシャルマスクの併用治療を行った。治療開始5ヶ月後に咬合とプロファイルの改善がみられた (Wits：-2.1mm/図13)。

4. HybridhyraxとMentoplateの併用治療

今日、フェイシャルマスクを使用は一般的になっているが、審美的な問題、取扱の煩雑さや違和



図10 乳歯の喪失や歯根吸収が進行している場合は、口蓋前方部のスケレタルアンカレッジが有利である。

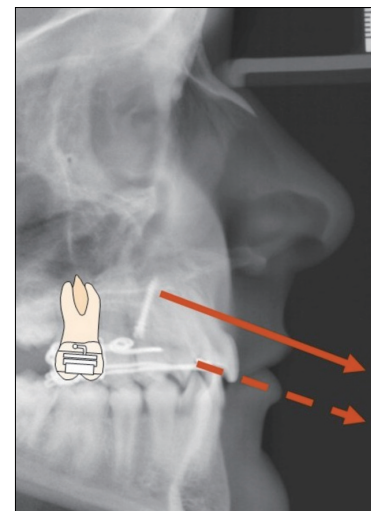


図11 前方への牽引力は、咬合平面に対して20～30°下方に設定する。

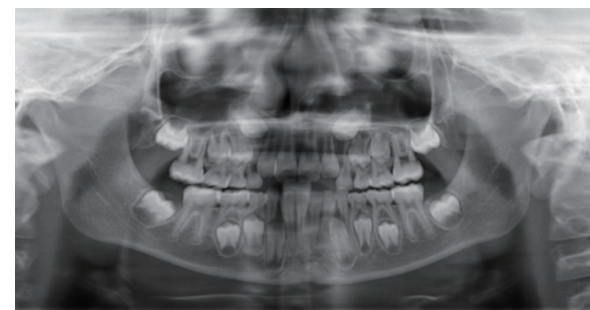
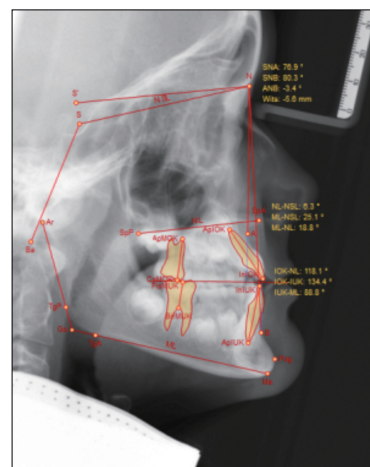


図12 治療前



感などの理由からしばしば患者のコンプライアンスが問題となることがある。DeClerckは4つのミニプレート（下顎骨前方部に2つ、上顎骨後方部に2つ）とⅢ級ゴムの使用により骨格的構造に対して直接矯正力を作用させるシステムを開発し、顎外牽引

装置の必要性を排除した²²⁾。しかし、DeClerckの装置は下顎犬歯の歯根部周囲の下顎骨にミニプレートをアンカースクリューで固定するため、下顎犬歯の萌出後のみに使用することができる。

デュッセルドルフ大学矯正歯科で開発された

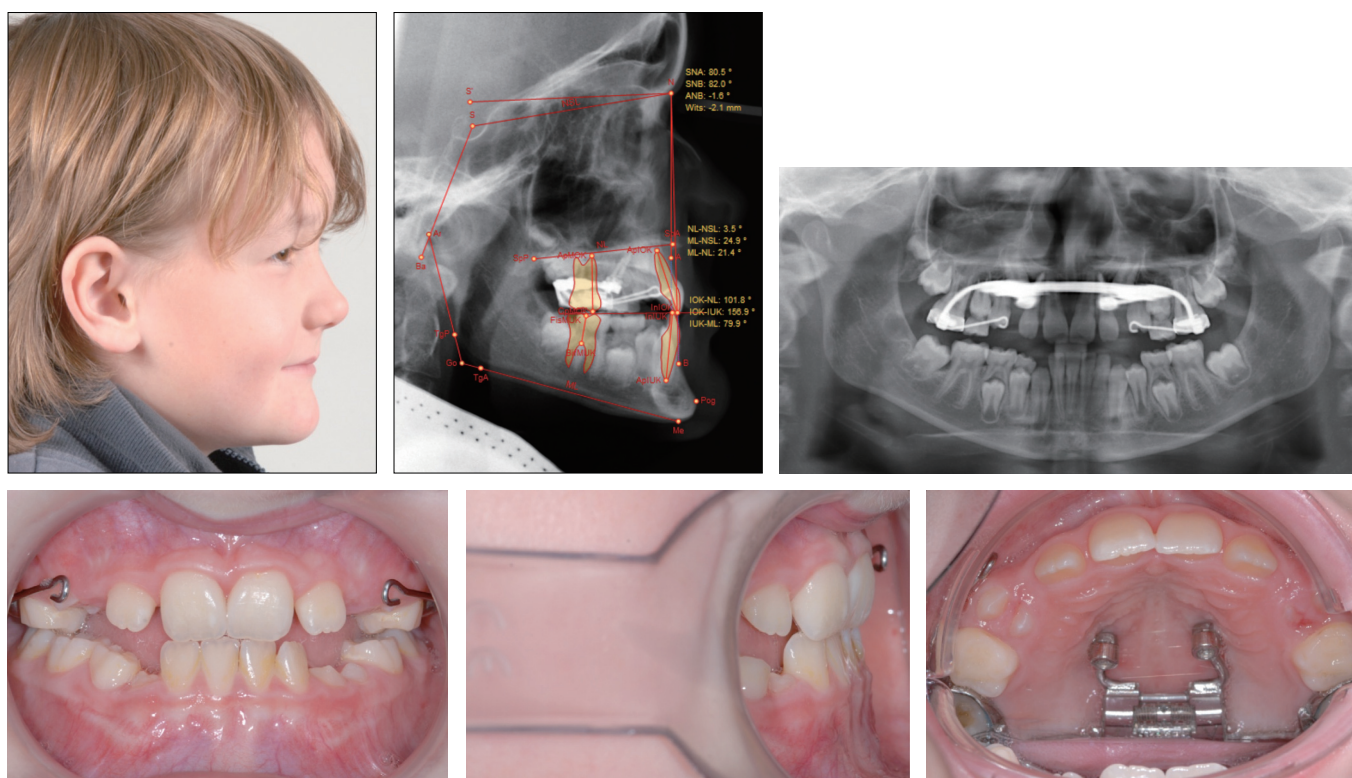


図13 Hybridhyraxによる上顎急速拡大とフェイシャルマスクの上顎前方牽引の併用治療後



図14 Mentoplate

Mentoplateは、下顎切歯の下方にある下顎骨オトガイ部にアンカースクリューで固定されるため、8歳頃の早期治療を可能にする²³⁾ (図14)。下顎に

Mentoplate、上顎にHybridhyraxを併用することにより、上下顎のスケレタルアンカレッジとⅢ級ゴムを利用して骨格的構造に顎矯正力を効果的に作用させることができる。

チタン製のMentoplateの固定は、局所麻酔下で口腔外科において施術される。歯肉歯槽粘膜のフラップ形成後、プレート両脇の2本の延長アーム部分を短くし、先端をフック状にしてプレート本体を前歯の歯槽骨下部に適合させる。プレート本体を4本のアンカースクリューで固定した後に、延長アーム部分が付着歯肉を貫通するようにフラップをもとに戻し縫合を行う (図15、16)。Hybridhyraxによる上顎の拡大直後に上顎第一大臼歯バンドのフックからMentoplateの延長アーム部先のフックにⅢ級ゴムを装着し、両側にそれぞれ100 gの矯正力を

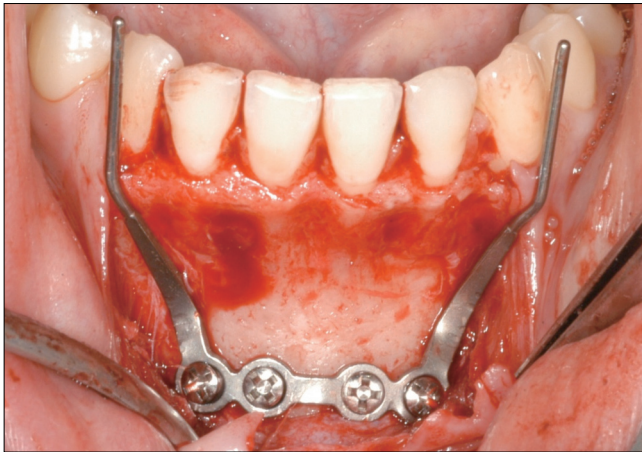


図15 4本のアンカースクリューで固定したMentoplate

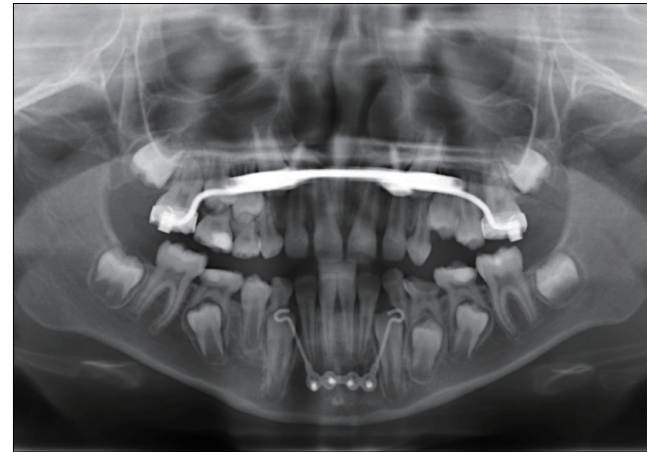


図16 Mentoplate装着後のパノラマレントゲン



図17 Ⅲ級ゴムの装着

適用する(図17)。

5. まとめ

Benefit-Systemの2本のアンカースクリューと着脱可能なアバットメントを使用したHybridhyraxは、新しいタイプの効果的な上顎急速拡大装置である。アンカレッジとして、後方部には第一大臼歯、前方部はアンカースクリューを使用する。口蓋前方部のアンカースクリューによる強固なスケレタル

アンカレッジにより、拡大時にしばしばみられる歯冠の頬側傾斜、歯肉退縮、頬側皮質骨のフェネストレーションと側方歯群の歯根吸収などの合併症を避けることができる。また、乳臼歯の喪失、歯根吸収や小臼歯の歯根が未完成なため十分なデンタルアンカレッジが利用できない場合でも本格的な早期治療を可能にし、確実な治療効果が期待できる。

Hybridhyraxは、上顎劣成長を伴うⅢ級不正咬合でフェイシャルマスクによる治療が必要な症例で、前方牽引する矯正力を確実に上顎骨に伝えることができる。その際、従来の上顎急速拡大装置でみられるような歯の近心移動を避けることができる。

Ⅲ級不正咬合患者のMentoplateとHybridhyraxの併用治療は、顎外牽引装置の必要性をなくし、Mentoplateによる直接のおよびHybridhyraxにより間接的なスケレタルアンカレッジを利用し、骨格的構造に顎矯正の力を確実に適用することができる。また、下顎犬歯の萌出前にMentoplateを装着できるので早期治療が可能となる。

参考文献

- 1) Angell E. : Treatment of irregularities of permanent or adult teeth. Dent Cosmos ; 1 : 540-544, 599-600, 1860.
- 2) Timms DJ, Emerson C, Angell (1822-1903) : Founding father of rapid maxillary expansion. Dent Hist ; 32 : 3-12, 1997.
- 3) Carib 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 ; 129 : 749-758, 2006.
- 4) 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 Hessen. Germany. J Orofac Orthop ; 66 : 148-161 2005.
- 5) Mommaerts MY. : Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. Br J Oral Maxillofac Surg ; 37 : 268-272, 1999.
- 6) 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 ; 35 : 31-35, 2006.
- 7) Fuck L, Wilmes B, Drescher D. : Rapid palatal expansion with a transpalatal distractor. Kieferorthopädie ; 22 : 251-258, 2008.
- 8) Hansen L, Tausche E, Hietschold V, Hotan T, Lagravere M, Harzer W, : Skeletally-anchored rapid maxillary expansion using the Dresden Distractor. J Orofac Orthop ; 68 : 148-158, 2007.
- 9) 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 ; 64 : 1313-1317, 2006.
- 10) Kanomi R. : Mini-implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod ; 11 : 763-767, 1997.
- 11) Costa A, Raffaini M, Melsen B, : Miniscrews as orthodontic anchorage : a preliminary report. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg ; 13 : 201-209, 1998.
- 12) Melsen B, Costa A. : Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. Clin Orthod Res ; 3 : 23-28, 2000.
- 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 ; 131 (suppl) : 574-581, 2007.
- 14) 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 ; 11 : 323-330, 2010.
- 15) Wilmes B, Drescher D. : A miniscrew system with interchangeable abutments. J Clin Orthod ; 42 : 574-580, 2008.
- 16) Delaire J. : Manufacture of the "Orthopedic mask" . Rev Stomatol Chir Maxillofac ; 72 : 579-582, 1971.
- 17) Ngan P, Yiu C, Hu A, Hagg U, Wei SH, Gunel E. : Cephalometric and occlusal changes following maxillary expansion and protraction. Eur J Orthod ; 20 : 237-254, 1998.
- 18) 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. ; 3 : 265-274, 1997.
- 19) Nienkemper M, Wilmes B, Pauls A, Drescher D. : Maxillary protraction using a hybrid hyrax-facemask combination. Progress in Orthodontics ; 14 : 5-12, 2013.
- 20) Jäger A, Braumann B, Kim C, Wahner S. : Skeletal and dental effect of maxillary protraction in patients with angle class III malocclusion : A meta-analysis. J Orofac Orthop ; 62 : 275-84, 2001.
- 21) Cha KS. : Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion : A comparison of three skeletal maturation groups. Angle Orthod ; 73 : 26-35, 2003.
- 22) De Clerck HJ, Cornelis MA, Cevdanes LH, Heymann GC, Tulloch CJ. : Orthopedic traction of the maxilla with miniplates : A new perspective for treatment of midface deficiency. J Oral Maxillofac Surg ; 67 : 2123-2129, 2009.
- 23) Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, Kau CH, Drescher D. : Early class III treatment with a Hybrid Hyrax-Mentoplate Combination. J Clin Orthod ; 45 : 1-7, 2011.