

顎骨成長の三次元制御を目指す “顎矯正装置3-DOC”

永山哲史（大阪市開業、広島大学歯学部歯科矯正学教室同門会）

村田彰弘（株式会社 LAZARUS 代表取締役社長）

丹根一夫（広島大学大学院医系科学研究科歯科矯正学講座、広島大学名誉教授・特別教授）

はじめに

子どもの不正咬合に関しては、早期に治療に着手すべきであるという考えと、成長が終了した永久歯咬合期に治療を行えば十分という考えがあり、未だ明確な結論に達していないのが現状である。日本矯正歯科学会が策定した上顎前突の診療ガイドラインにおいても、機能的矯正装置や顎整形装置による顎骨成長の制御と上下顎関係改善の可能性が示されているものの、根拠の強いエビデンスが少ないのが現状である^{1~3)}。したがって、かかる状況下では、個々の患者において、適正な診断と治療方針の策定を行い、その治療目標を達成できる装置を正しく選択するとともに、適切な調整を行うことが求められる。

子どもの顎の成長を制御する装置としては、反対咬合症例に用いられるオトガイ帽装置、上顎前方牽引装置、急速拡大装置、上顎前突症例に用いられるヘッドギア、機能的矯正装置などが挙げられる。これらの装置については古くから矯正歯科臨床で頻繁に用いられるとともに、教育面でも学士課程教育から卒業研修コースにおいて幅広く教授されてきた^{4,5)}。さらに、適正な臨床応用を目途として、これらの装置の作用機序、効率的な使用法などに役立つ情報が多くの研究、臨床報告により提供されてきた^{6~12)}。

機能的矯正装置についてはヨーロッパを起源とす

るものが多く、アクチバトール、フレンケル装置、ビムラーのアダプター、バイオネーターなどが挙げられる⁴⁾。中でも、今回着目したアクチバトールはAndresenら¹³⁾によって上顎前突症例の治療装置として考案され、下顎骨の後退や劣成長を主兆候とする上顎前突症例の治療に幅広く用いられてきた。また、その作用機序の解明、適切な治療法を目的としてさまざまな研究^{14~16)}が遂行され、主たる作用機序として下顎頭軟骨の分化・増殖を介した下顎骨の軟骨性成長の促進が明らかにされるとともに、その効果を最大限に発揮する上で、顎関節構成要素のひとつである関節円板の存在が不可欠であることも示唆された¹⁶⁾。さらに、最近では、アクチバトールによる気道の拡大を介した睡眠機能改善効果に注目が集まり、その実態解明を目指した研究や症例報告^{17,18)}により、下顎後退性Ⅱ級不正咬合患者群ではⅠ級対照群に比べて口腔咽頭腔と上咽頭腔の大きさが有意に小さいこと、アクチバトール使用1年後には咽頭腔の大きさが有意に増大することにより睡眠時のいびき、無呼吸、昼間の傾眠などの睡眠障害の発現リスクが軽減すること、が明らかにされた。

このように、アクチバトールは成長期の子どもの下顎骨の成長を前後的、上下的に制御しうる矯正装置として応用されてきたが、本装置の歯列拡大効果についてはほとんど言及されず、その後使用される各種拡大装置にその役割を委ねてきた¹⁹⁾。すなわ

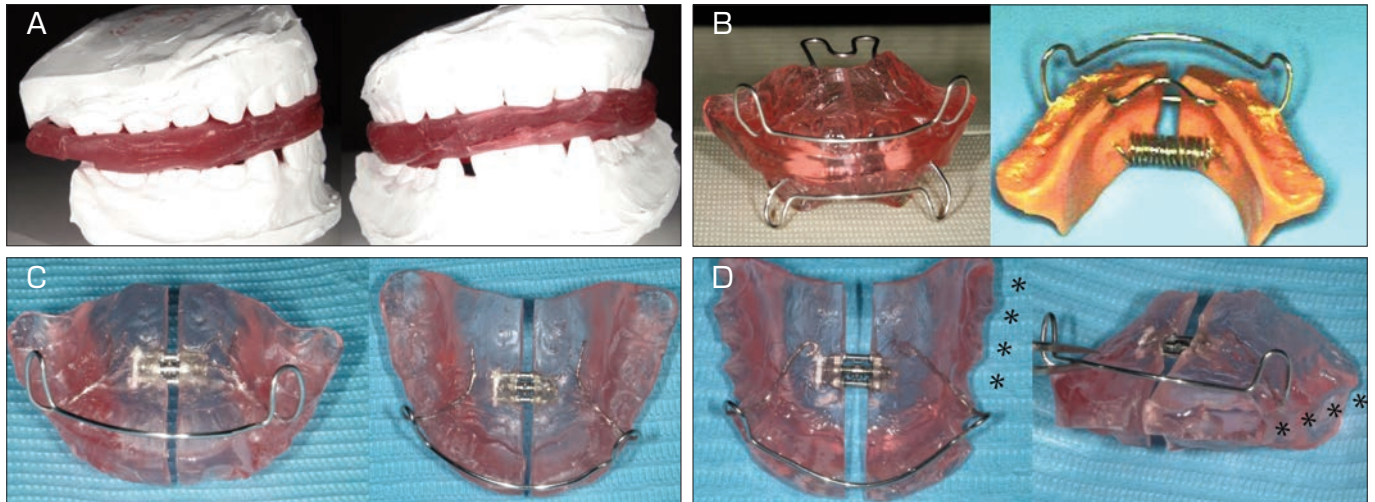


図1 二種類の3-DOCと作製手順
 A：構成咬合採得
 B：コッフィンスプリングとオープンコイルスプリングを組み込んだ3-DOC
 C：拡大ネジを組み込んだ3-DOC
 D：咬合挙上のため臼歯部誘導面形成(****で示す)

ち、上下顎骨の前後的不調和に起因した若年期の上顎前突症例において切歯の萌出余地不足は頻繁に認められていることから、骨格性不正の改善と並行してこれを解消できれば患者ならびに矯正歯科医の両者が享受する恩恵はきわめて大きいと考えられる。

そこで、温故知新、古典的装置であるアクチバトールを見直し、新たな機能を発揮できる矯正装置としての活用法を探索することとなった。それが、アクチバトールに歯列拡大効果を積極的に付与し、歯列・顎骨の成長を三次元的にコントロールしうる顎矯正装置 Three-dimensional Orthopedic Corrector (3-DOC) である。

3-DOCには、スプリングを組み込んだもの²⁰⁾と拡大ネジを組み込んだものがあるが、その効果はほぼ同じである。すなわち、正中で分割したアクチバトールを左右に広げることにより上顎骨の縫合性成長と歯槽骨の付加成長が賦活され、歯列弓幅径の拡大に繋がるとともに、構成咬合位に誘導された下顎頭軟骨への

機械的伸展力により上下顎骨の前後方向への成長と上下方向への成長が促進させることとなる(図1)。

なお、下顎下縁平面の開大を伴う下顎後退性上顎前突症例では、上下顎臼歯の圧下とこれに随伴する下顎骨の前上方転位を目指して、スプリングアクティブアプライアンスが用いられる²¹⁾。すなわち、上下顎歯列を覆うレジン床を臼歯部で連結するスプリングの力により臼歯ならびに歯槽骨が圧下され、これが下顎骨の開大を防止しながら、構成咬合位に誘導された下顎骨の内軟骨性骨化を促進し、下顎骨を反時計方向へ移動させることが可能となる(図2)²¹⁾。

3-DOCの構造と作用機序

3-DOCの原型は、今から46年前に下顎後退性上顎前突症例の治療に対して考案、臨床応用された拡大機能を付与したアクチバトールにある²⁰⁾。すなわち、通常のアクチバトールに拡大機能を付与するた

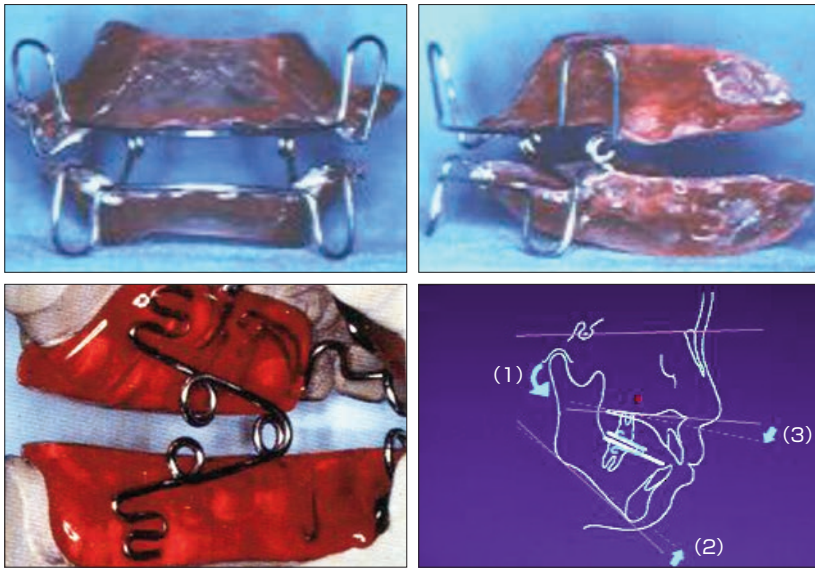


図2 スプリングアクティブアプライアンス (spring active appliance, SAA)²¹⁾ とその作用機序
SAAのスプリング(左下)が臼歯の圧下を介して、周囲歯槽骨の垂直成長を抑制する。これらの変化に続いて、咬合平面の時計方向への回転(3)と下顎骨の自動回転(2)、ならびに下顎骨の前方成長誘導(1)が起こり、下顎後退性ハイアングル上顎前突や開咬の改善に繋がる。

めのコフィンのスプリングとオープンコイルスプリングを組み込み、正中部で左右に分割して使用するものである(図1B)。また、歯列の側方拡大に伴って切歯の配列を可能とする空隙が生じると誘導線が受動的に活性化され、切歯の配列が達成される。

一方、今回紹介する3-DOCはスプリングの代わりに拡大ネジを使用するもので、通常の緩徐拡大装置と同じように週2回拡大ネジを90°回転することにより、上下顎歯列を同時に0.2mmずつ側方拡大することが可能となる(図1C)。ちなみに、ヒトの歯根膜の厚径が約200μmであるため、0.2mmの拡大は歯列を拡げるのに合目的な量であり、これを越えた拡大量を付与した場合には装置が歯列に適合しないことになり、適正な拡大も達成されなくなる。また、これまでのアクチバートルと同じように、下顎骨の前方成長促進機能と咬合挙上のための臼歯歯槽骨の垂直成長促進機能を備えているため、装置の名称にも表れているように上下顎骨ならびに歯列の成長を三次元的に制御することが可能となる。すなわち、拡大がある程度進行した段階で、臼歯咬合面

を覆っているレジン徐徐に削除する誘導面形成を行うことにより、上下顎骨と歯槽骨を一塊として垂直方向への成長を誘導することになり、咬合挙上が達成される(図1D)。

ここで、3-DOCの使用目的、適応症、作用機序、使用方法などについて説明した上で、いくつかの治療例を紹介しそれぞれの症例における治療効果の評価を行うこととする。

1) 目的

- ・ 下顎骨の前方誘導と前方成長の促進
- ・ 上下顎骨・歯列の垂直成長促進と咬合挙上
- ・ 上下顎歯列の側方成長の促進

2) 適応症

- ・ 下顎骨の劣成長と後退位を呈する上顎前突症例
- ・ 下顎下縁平面の開大がない症例
- ・ 思春期成長前の症例

患者の身長変化に基づいて身長の年間変化曲線(velocity curve)²²⁾を作成し、患者が思春期成長の

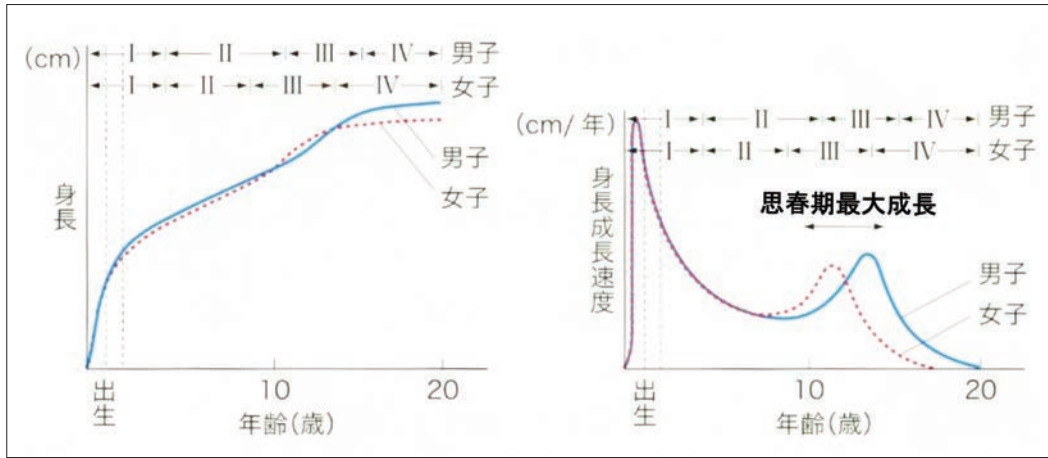


図3 身長成長曲線模式図と年間成長量を示す加速度曲線(velocity curve)²²⁾ 下顎骨の成長促進を目指した治療は、思春期最大成長の前に開始する必要がある。

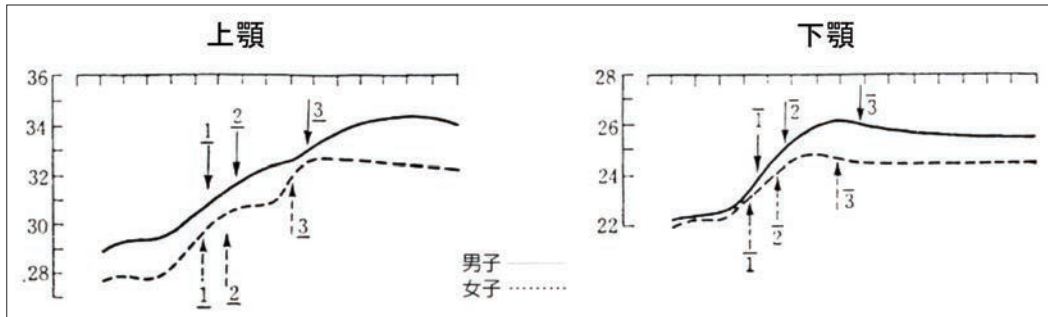


図4 乳犬歯部における歯列弓幅径の変化²³⁾

前にあることを確認し(図3)、装置の使用を開始する。なお、思春期成長を過ぎた患者に本装置を使用すると、咬頭嵌合位と構成咬合位で咬合する二態咬合を生じることがあるため、注意を要する。

・歯列の側方成長が旺盛な症例

歯列の成長変化を検討した研究によれば、乳犬歯間幅径からみた歯列弓の側方成長が最も旺盛な時期は永久切歯の交換期で、特に永久側切歯の萌出期であると言われている²³⁻²⁶⁾(図4)。すなわち、学童期の早い時期で、おおむね7~9歳くらいが歯列の側方成長を賦活しながら顎骨の成長促進を図る最適の時期と考えられる。また、う蝕による乳臼歯の早期喪失は歯列弓幅径の成長を有意に低下させることが明らかなことから²⁷⁾、う蝕予防と永久歯への適正な交換を図ることが重要となる。

・鼻腔・後咽頭腔の閉塞がない症例

鼻腔や後咽頭腔の閉塞が顕著になると、常在性口呼吸を行うようになる。その結果、咬筋を始めとした咀嚼筋活動が低下し、臼歯歯槽部の挺出、下顎骨の後下方回転が生じやすくなるため、下顎骨の前方成長の促進が難しくなる²⁸⁾。

3)作用機序

本装置の適応症は下顎後退性の上顎前突で、乳幼児期の指しゃぶりにより発現することが多い。すなわち、多くの場合、母指を上下顎歯列の間に挿入した状態で吸引を続けることにより下顎骨の後退と前方成長の低下、上下顎歯列の狭窄を引き起こし、下顎後退性の上顎前突が発現することになる(図5)。

したがって、指しゃぶりによって引き起こされる

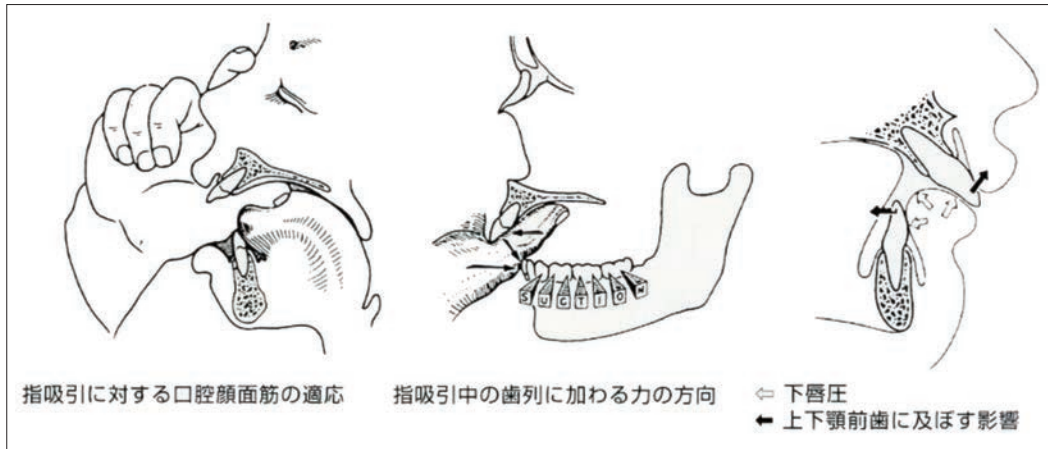


図5 指しゃぶりによる歯性・骨格性不正の発現機序²⁴⁾
 指しゃぶりにより上顎切歯と周囲歯槽骨は唇側へ、下顎切歯と下顎骨全体が後方へ、それぞれ移動する。また、母指吸引による頬筋の圧力により、特に上顎歯列の狭窄と切歯の唇側転位が生じる。その結果、指しゃぶりにより下顎後退性の上顎前突が発現することになる。

一連の変化を取り除くように、① 下顎骨を前方位へ誘導することにより下顎頭に作用する機械的刺激を介して、下顎頭における軟骨性成長を賦活して下顎骨の前方成長促進を図る、② 臼歯咬合面を覆っているレジンを少しずつ削除することにより臼歯の誘導面を形成し、上下顎骨・歯列の下方成長を促進させることにより咬合挙上を図る、③ アクチバートルに組み込まれた拡大機能を介して、上下顎歯列の調和のとれた側方拡大を図る。

4) 使用方法

・下顎骨を前方へ誘導し構成咬合を採得するが、構成咬合は前後的には切端咬合位で切端間距離を数ミリとする(図1A)。なお、これに関する電気生理学的研究によれば、切端間距離が大きくなれば下顎骨に付着している咀嚼筋の粘弾性活性が増加することになり、これが下顎骨の成長促進に繋がることが明らかである¹⁴⁾。したがって、下顎骨の後退を伴う過蓋咬合症例では切端間距離を通常より大きい5mm程度に設定するのが有効と考えられる。一方、下顎頭軟骨への機械的伸展力が過度になると軟骨細胞の増殖が低下することが示され

たことから²⁹⁾、10mmを超えるような大きなオーバージェットを有する上顎前突症例においては下顎骨を過度に前方誘導しないことが得策と考えられる。具体的には、一回目の構成咬合では下顎骨をオーバージェットの半分に相当する5mm程度前進させ、下顎骨の成長を確認した上で、二回目のアクチバートル作製時に下顎骨を再度前進させ切端咬合位における構成咬合を採得する。

- ・下顎骨を前方誘導すると下顎切歯が唇側傾斜を呈する。したがって、下顎前歯部切端をレジンで覆う、あるいは唇側誘導線を切歯に接触させることにより唇側傾斜を防止する。
- ・咬合挙上のため臼歯誘導面形成を行うが、上顎臼歯部は後下方、下顎臼歯部は前上方へ移動するように臼歯咬合面のレジンを削除し臼歯誘導面を形成する。これにより、上顎歯列は後方へ、下顎歯列は前方へ誘導されることになる。また、上顎臼歯は後方頬側へ、下顎臼歯は前方頬側へ誘導されることになり、これが歯列側方拡大効果の補助機能を発揮することになる。なお、誘導面形成を先に行うと歯列の側方拡大効果が減弱するため、拡大がある程度進行した段階で誘導面形成を行うのが望ましい。



図6 過蓋咬合と切歯萌出余地不足を伴う上顎前突症例(初診時年齢8歳0か月)

・下顎下縁平面の開大を有するハイアングル症例では、アベレージアングル、ローアングル症例と比較して下顎骨の前方成長促進効果が少ない。また、ハイアングル症例では臼歯部の垂直成長あるいは挺出が下顎骨の後下方回転を引き起こし、上顎前突の増悪に繋がる可能性があるため、誘導面形成による咬合挙上を避ける必要がある。

症例

ここで、スプリング式3-DOCの使用例を2症例、拡大ネジ式3-DOCの使用例を2症例供覧することとする。

症例 1

初診時年齢8歳0か月の女兒で、出っ歯と深い噛み合わせ、ならびに永久切歯の萌出余地不足を主訴として来院した(図6)。上下顎第一大臼歯の近遠心関係はAngle II級2類(図6)、上下顎の前後関係は2

級(ANB角 6.0°)、上下関係はローアングル(FMA 21.7°)、上顎切歯は舌側傾斜、下顎切歯の傾斜は正常、E-lineに対して上唇は0.8mm前突しているが、下唇の位置はほぼ正常である(図7)。また、側切歯の萌出余地不足が認められるが(図6)、模型分析では大きなALDが認められなかったため、非抜歯治療を目指して歯列の側方拡大を行うこととした。

患者は側切歯萌出前で、歯列弓の側方成長が旺盛な時期にあるため、上下顎歯列の側方拡大を直ちに開始した。また、側貌においてオトガイの後退が見られたため、下顎骨を前方へ誘導するとともに、上下顎臼歯部の垂直成長誘導による咬合挙上を図ることとした。

以上の治療方針をすべて達成できる装置としてスプリング式3-DOCを選択した。アクチバトールの口蓋部に0.9mmニッケルクロム(Ni-Cr)線で屈曲したコフフィンのスプリングを、下顎切歯舌側に0.5mmのNi-Cr線で屈曲したオープンコイルスプリングをそれぞれ組み込んだスプリング式3-DOCを

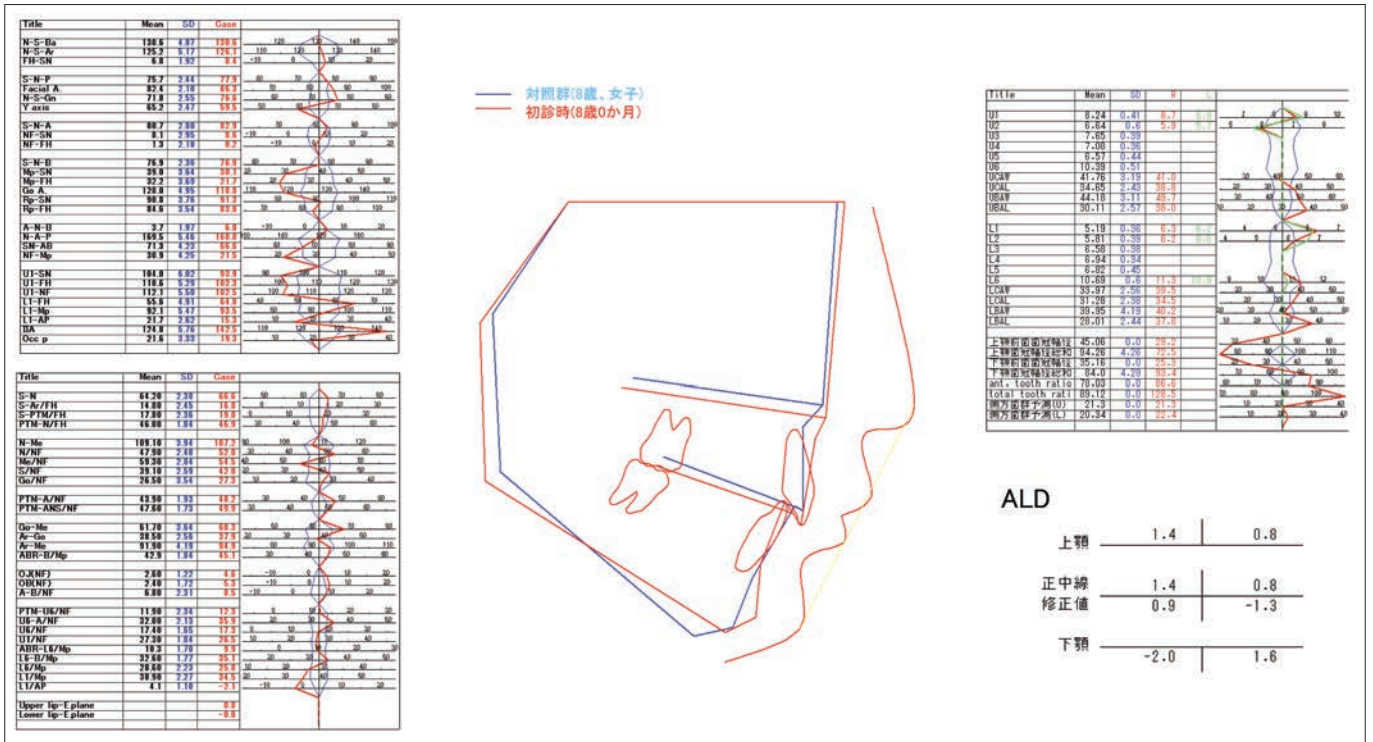


図7 初診時のセファロ分析(左)と模型分析(右)の結果

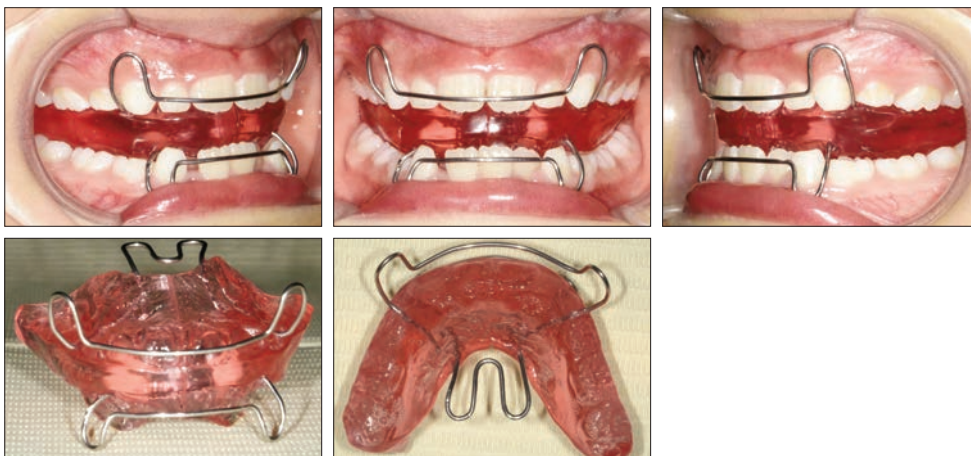


図8 スプリング式3-DOCの装着 (8歳1か月時)

作製した(図8)。

月一回の調節においては、両スプリングを2~3mm 広げ、患者には装置装着時の30分間の噛みしめと就寝時を含め一日10時間の使用を指示した。

装置使用開始6か月後、咬合挙上と下顎骨の前方

転位により前歯被蓋関係は良好になり、歯列の拡大により上顎側切歯の位置異常も改善されることとなった(図9)。また、下顎側切歯の萌出余地も徐々に獲得されてきたため、セクショナルアーチを用いて側切歯の配列を行った。図10は、治療開始1年4か



図9 装置使用開始6か月後(8歳7か月時)の咬合
切歯の萌出余地が獲得され、
過蓋咬合と上顎前突の顕著な
改善がみられる。



図10 一期治療終了時(9歳4か月時)
の咬合
咬合斜面板と下顎切歯の
bonded lingual retainer(BLR)
を保定装置として使用しなが
ら経過観察を行っている。

月後の咬合を示す。咬合挙上、側切歯の位置異常の改善が達成され、オーバージェットとオーバーバイトの大きさからみた前歯被蓋関係は正常となった。現在は、咬合斜面板と下顎の bonded lingual retainer (BLR) を使用して後戻りの防止に努めながら経過観察を行っているが、後戻りはなく良好な経過を辿っている。

症例2

初診時年齢12歳2か月の男児で、噛み合わせの深

い上顎前突を主訴として来院した。上下顎第一大臼歯の近遠心関係はAngleⅡ級1類で、大きなオーバージェットとオーバーバイトならびに上下顎歯列の狭窄が認められる(図11)。上下顎の前後関係は2級、上下関係はローアングル、上顎切歯は唇側傾斜、下顎切歯の傾斜は正常、E-lineに対して上下口唇は前突している(図12)。なお、本患者は長期にわたり指しゃぶりをしていたことが問診から判明した。

下顎骨の後退と上顎前歯部の前突、ならびに上下顎歯列の狭窄を主兆候とした上顎前突と診断された

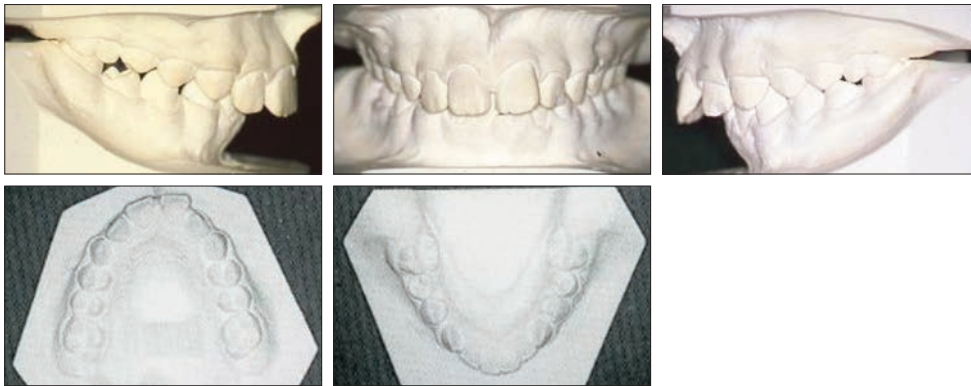


図11 過蓋咬合と上下顎歯列弓の狭窄を伴う下顎後退性上顎前突症例(初診時年齢12歳2か月)

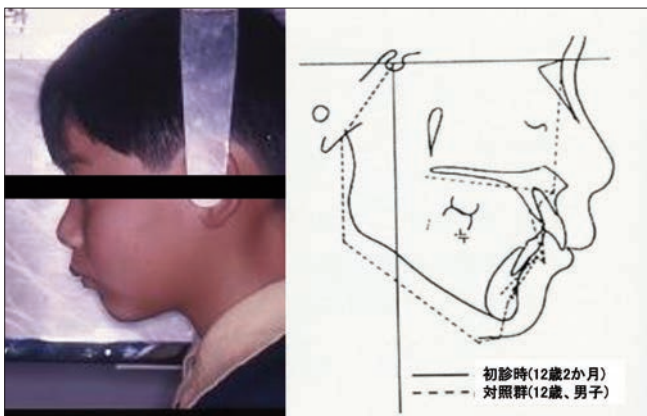


図12 過蓋咬合と上下顎歯列弓の狭窄を伴う下顎後退性上顎前突症例の側貌写真(左)とセファロ透写図の重ね合わせ(右)

ため、下顎骨の前方誘導と歯列の側方拡大を目的としてアクチバートルを選択し、狭窄歯列の拡大機能を付与したスプリング式3-DOCを用いることとした(図13)。なお、装置の調整、使用については、第一症例に準拠して同様に行った。

装置使用約1年3か月後、下顎骨の前方成長が促進され、上下顎歯列の拡大と咬合挙上が達成され、良好な前歯被蓋関係と上下顎咬合関係が獲得されたため、3-DOCの使用を中止し咬合斜面板を用いた保定を行った。図14-1は、一期治療が終了した

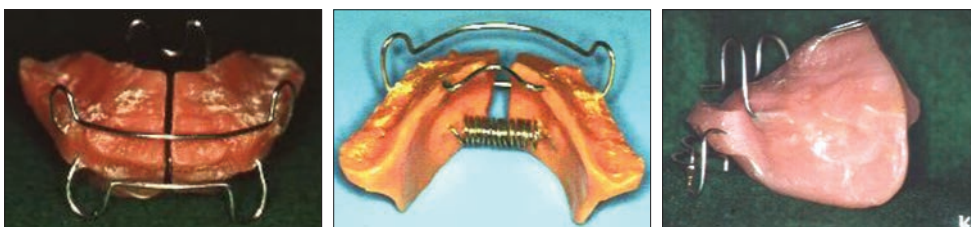


図13 コッフィンスプリングとオープンコイルスプリングの付いたスプリング式3-DOC
左、中：下顎骨前方成長促進と歯列拡大を目指す3-DOC
右：咬合挙上のため臼歯誘導面形成

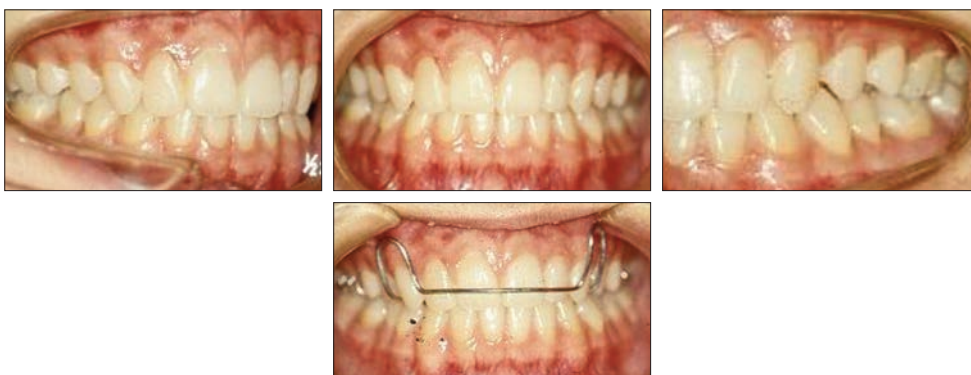


図14-1 一期治療終了時(14歳4か月時)の咬合
スプリング式3-DOCを1年3か月使用した後、約1年間咬合斜面板を用いて経過観察を行ってきた。

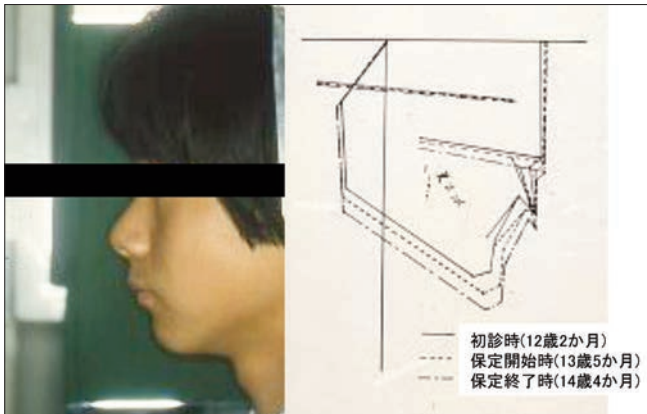


図14-2 一期治療終了時(14歳4か月時)の側貌、セファロプロフィログラムの重ね合わせ

時の咬合で、咬合斜面板を用いた一年間の保定後の咬合である。下顎骨の成長促進が達成され、前歯部の被蓋関係、咬頭嵌合状態はきわめて良好となった(図14-2)。

症例3

初診時年齢8歳1か月の女兒で、上顎左側中切歯の

唇側傾斜を伴う上顎前突と上下顎側切歯の萌出余地不足を主訴として来院した。上下顎第一大臼歯の近遠心関係はAngleⅡ級で、上顎左側中切歯の唇側傾斜、上下顎側切歯の捻転、舌側転位が認められた(図15)。上下顎の前後関係は2級(ANB角 6.9°)、上下関係はアベレージアングル(FMA 28.7°)、上顎右側中切歯の傾斜は正常、左側中切歯と下顎切歯は唇側傾斜、E-lineに対して上下口唇は前突している(図16)。

セファロ分析ならびに側貌において下顎骨、オトガイの後退が見られたため、下顎骨を前方へ誘導することとした。また、側切歯の交換期で歯列弓の側方成長が大きい時期にあったため、上下顎歯列の側方拡大を並行することとした。

以上の治療目標を達成できる装置として、拡大ネジ式3-DOCを選択した(図17)。週2回拡大ネジを廻した時には30分の噛みしめを行うとともに、一日10時間以上使用するよう指示した。

治療開始4か月後、歯列の側方拡大とともに上顎左側中切歯、上下顎側切歯の位置異常が改善された



図15 前歯部叢生を伴う下顎後退性上顎前突症例(初診時年齢8歳1か月)

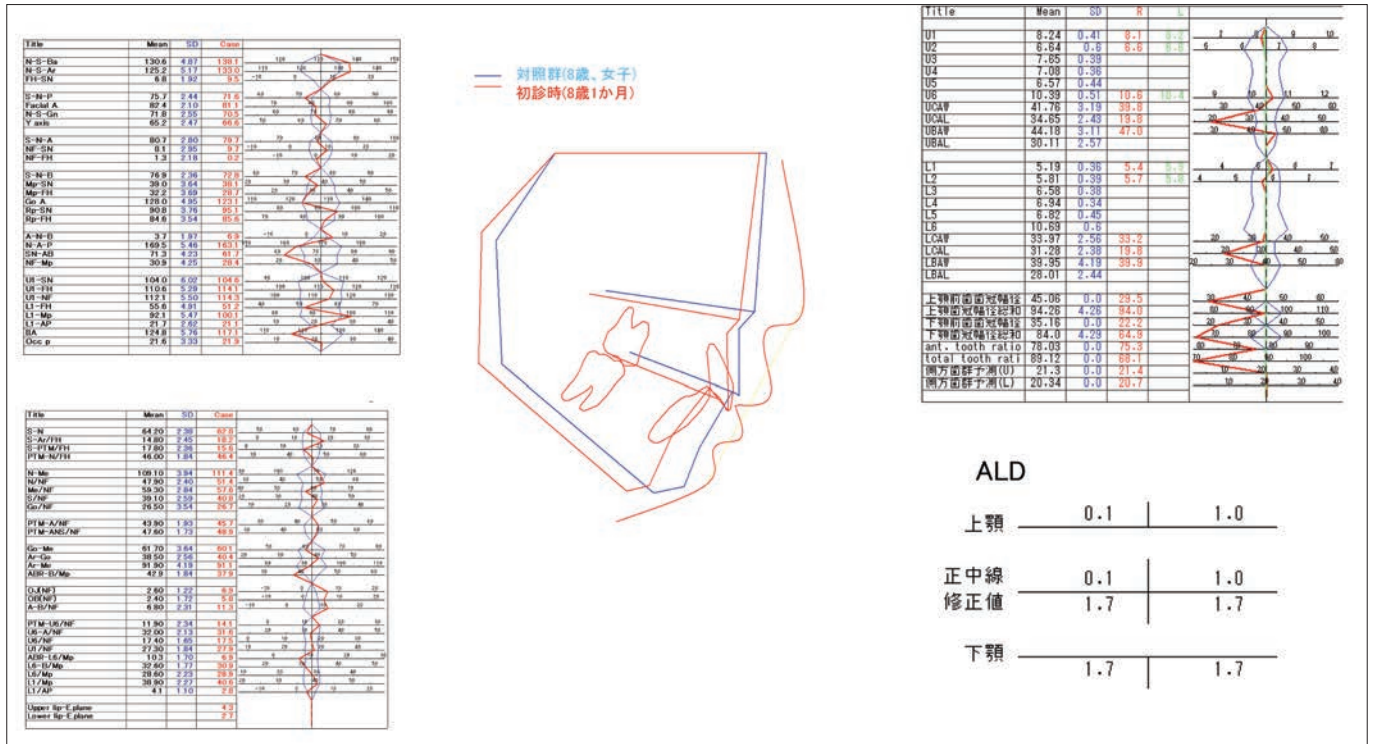


図16 初診時のセファロ分析(左)と模型分析(右)の結果

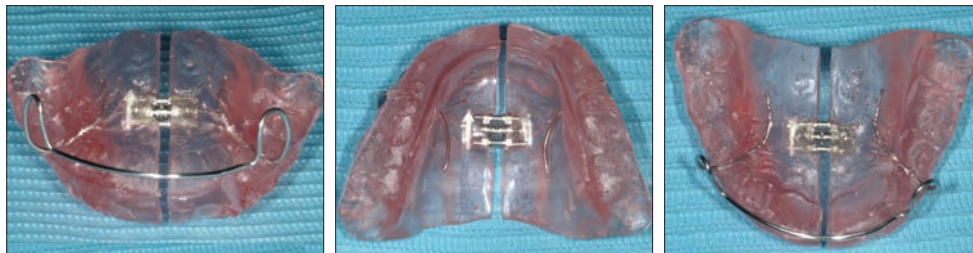


図17 使用した拡大ネジ式3-DOC 治療効果

- ・上下顎歯列の同時側方拡大
- ・誘導面形成による咬合挙上
- ・下顎骨の成長促進による下顎後退性上顎前突の改善
- ・拡大に伴う誘導線の受動的活性化による上顎切歯の移動

(図18)。図19、20は、それぞれ治療開始9か月後の咬合と9か月間の治療による歯列弓幅径と前歯被蓋関係の変化を示す。下顎骨の前方誘導、咬合挙上、歯列弓の側方拡大が達成された結果、永久切歯の配列が自然に達成され、上下顎前歯の被蓋関係も大きく改善された(図19、20)。

症例4

初診時年齢7歳10か月の女兒で、上顎中切歯の大きな唇側傾斜、左側臼歯部の交叉咬合、上下顎前歯の萌出余地不足を伴う上顎前突を主訴として来院した(図21)。



図18 治療開始4か月後(8歳5か月時)の咬合
切歯の萌出余地が獲得され、過蓋咬合と上顎前突の顕著な改善がみられる。



図19 治療開始9か月後(8歳10か月時)の咬合



図20 9か月間の治療による上顎歯列幅径と前歯被蓋関係の変化

上下顎第一大臼歯の近遠心関係はAngle II級で、上下顎の前後関係は1級(ANB角 4.1°)、上下関係はアベレーリアングル(FMA 30.9°)、上顎切歯は唇側傾斜、下顎切歯の傾斜は正常、E-lineに対して上

下口唇は前突している(図21、22)。

模型分析では下顎で -3.3mm のALDが認められたが(図22)、成長期で非抜歯治療の範囲内にあるため、下顎骨の前方成長促進、上下顎歯列の側方拡大を行うこととした。なお、患者の歯齢はⅢA期で、歯列弓の側方成長が大きい時期にあるため、上下顎歯列の側方拡大を直ちに開始した。また、セファロ分析ならびに側貌において下顎骨とオトガイの後退が見られたため(図22)、下顎骨を前方へ誘導するとともに上下顎臼歯部の垂直成長誘導による咬合挙上を図ることとした。

これらの治療目標のすべてを同時に達成できる装置として拡大ネジ式3-DOCを選択した(図17)。週に2回、ネジを回転した時には30分の噛みしめを励行するとともに、就寝時を含め一日10時間の使用



図21 前歯部叢生を伴う上顎前突症例(初診時年齢7歳10か月)

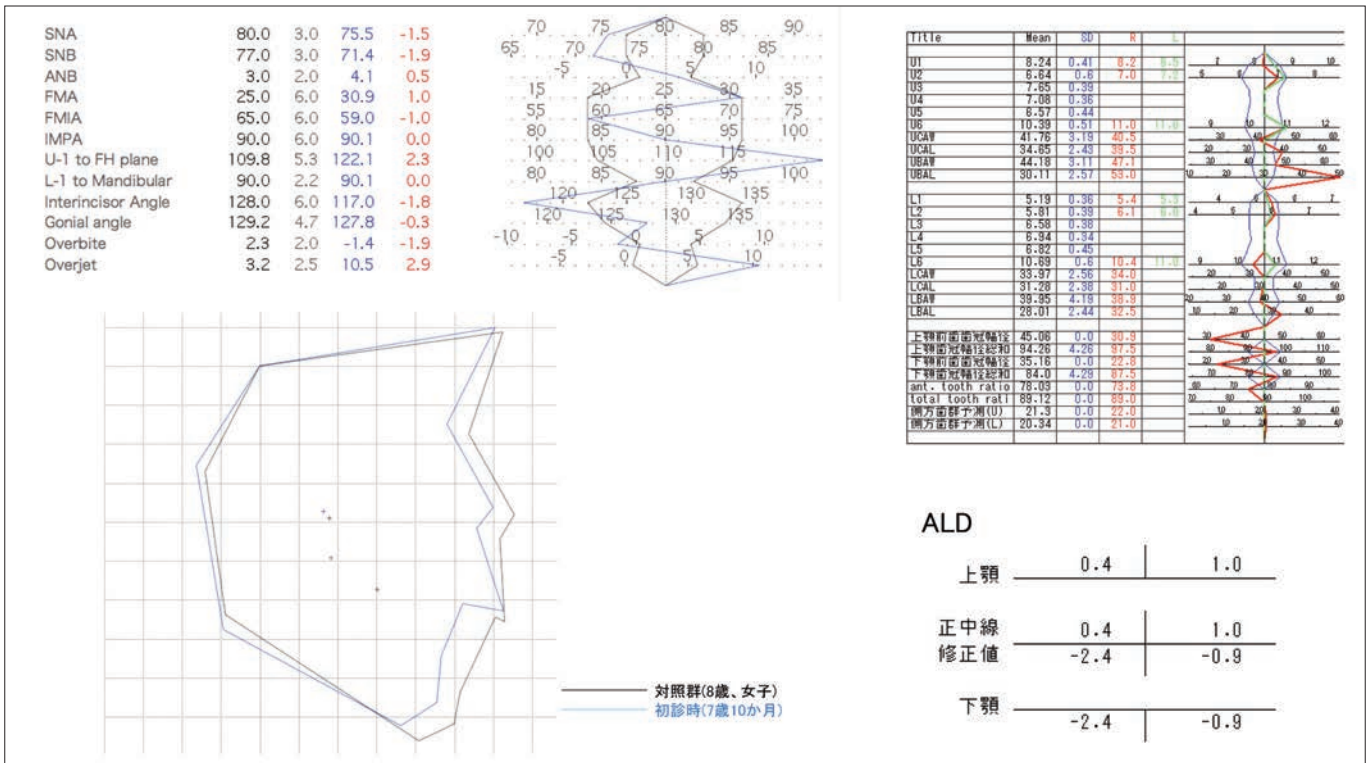


図22 初診時のセファロ分析(左)と模型分析(右)の結果

を指示した。その結果、装置使用開始1年5か月後、歯列の側方拡大と下顎骨の前方転位により切歯の位

置異常は改善されるとともに、咬合挙上効果も相俟って上下顎前歯の被蓋関係はきわめて良好になった



図23 治療開始1年5か月後(9歳3か月時)の咬合
下顎骨の前方成長により前歯被蓋関係が大きく改善し、歯列の拡大効果もあって切歯の叢生が自然に解消している。



図24 一期治療終了時(9歳8か月時)の咬合

(図23)。

その後も3-DICの使用を継続し、9歳8か月時に一期治療を終了した。初診時に大きく後退していた下顎骨が対照群にほぼ近似する位置、大きさにまで成長し、咬合挙上の効果もあり、きわめて良好な前歯被蓋関係、上下顎咬合関係が獲得された(図24、25)。また、下顎切歯の空隙がわずかに不足しているが、リーウェイスペースを考えれば将来非抜歯での配列が可能と考えられるため、この状態で経過観察を開始することとした。

まとめ

現在の矯正歯科臨床で用いられる矯正装置の中で

は、器械的矯正力を駆使して歯の移動を行うマルチブラケット装置が最も代表的であるが、成長期の患者においては咀嚼筋の機能力を活用する機能的矯正装置も頻繁に用いられている。上下顎骨の成長に対する効果については意見の分かれるところであるが、個々の症例においては前後方向、上下方向への下顎骨の成長を制御しうる装置として幅広い応用がなされてきた。これに対して、歯列・顎骨の側方方向への成長についてはあまり着目されることがなく、何らかの拡大装置を用いた治療が別個に組み込まれることが多かった。しかしながら、上下顎歯列に別々に拡大装置を用いた場合、調和のとれた拡大を達成することが難しくなる。すなわち、片顎歯列の拡大を行った場合、調和のとれた幅径を獲得する

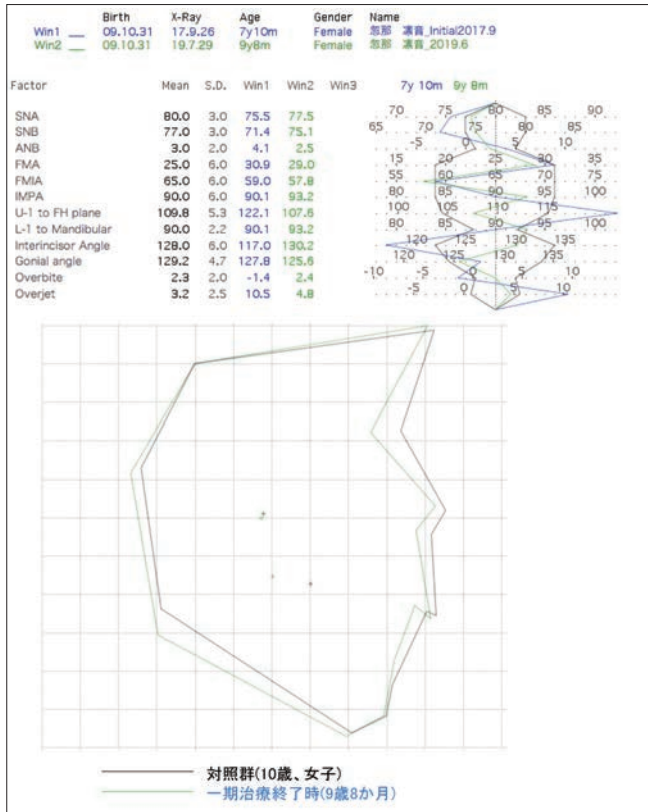


図25 一期治療終了時(9歳8か月時)のプロフィログラムの重ね合わせ

ことが難しく、新たな鉗状咬合や交叉咬合を創り出すことにもなり、その後の永久歯咬合期の治療が難しくなることが予想される。

これに対して、新たな「顎矯正装置3-DOC」を用いることにより歯列・顎骨成長の三次元的コントロールが可能となることが、本稿により明らかにされた。また、成長期の子どもにもみられる睡眠障害を早期に改善できる口腔内装置としてアクチバートルが認知されていることから、アクチバートルによる気道拡大効果を積極的に推進し、社会問題にもなっている成人における睡眠障害を少しでも減少させる必要がある。

最後に、供覧した症例においても認められたことであるが、3-DOCによる歯列弓の拡大効果がスクリ

ューから離れた下顎ではやや少ないことが明らかのため、上顎乳臼歯部と下顎切歯部に2つのスクリューを設置した3-DOCを改めて推奨したい。

参考文献

- 1) Marsico E, Gatto E, Burrascano M, Matarese G, Cordasco G : Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139 : 24-36, 2011.
- 2) Perillo L, Cannavale R, Ferro F, Franchi L, Masucci C, Chiodini P, Baccetti T : Meta-analysis of skeletal mandibular changes during Frankel appliance treatment. *Eur J Orthod* 33 : 84-92, 2011.
- 3) Antonarakis GS, Kiliaridis S : Short-term anteroposterior treatment effects of functional appliances and extraoral traction on class II malocclusion. A meta-analysis. *Angle Orthod* 77 : 907-914, 2007.
- 4) 松本尚之ほか：16章 矯正装置, 歯科矯正学 第5版(相馬邦道ほか編). 医歯薬出版, 東京 : 197-245, 2008.
- 5) 丹根一夫編：包括歯科医療対応の矯正歯科治療. 東京臨床出版, 大阪 : 94-116, 2005.
- 6) 丹根一夫, 平野吉子, 柴口竜也, 永田裕保, 小田佳朗, 相馬俊一, 作田 守 : 骨格性下顎前突患者における顎顔面形態の経年変化—術後良好群と不良群の比較—. *阪大歯学雑誌* 38 : 108-114, 1993.
- 7) 守本明彦, 岩見優子, 井藤一江, 丹根一夫 : 上顎前方牽引治療を行った骨格性下顎前突患者における顎顔面形態の経年的変化. *中・四国矯歯誌* 7 : 28-33, 1995.
- 8) Tanne K, Sachdeva R, Miyasaka J, Yamagata Y, Sakuda M : A study of the strain and stress levels in the circummaxillary sutural systems during rapid maxillary expansion. *J Osaka Univ Dent Sch* 26 : 151-165, 1986.
- 9) Tanne K, Sakuda M : Biomechanical and clinical changes of the craniofacial complex from orthopedic maxillary protraction. *Angle Orthod* 61 : 145-152, 1991.
- 10) Tanne K, Lu YC, Tanaka E, Sakuda M : Biomechanical changes of the mandible from orthopedic chin cup force in a three-dimensional finite element model. *Eur J Orthod* 15 : 527-533, 1993.
- 11) Tanne K, Matsubara S, Sakuda M : Stress distributions in the

- maxillary complex from orthopedic headgear forces. *Angle Orthod* 63 : 111-118, 1993.
- 12) Tahmina K, Tanaka E, Tanne K : Craniofacial morphology in orthodontically treated patients of Class III malocclusion with stable and unstable treatment outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117 : 681-690, 2000.
 - 13) Andresen V, Haupl K, Petrik L : *Funktions-kiefer-orthopadie*. 6th ed. Johann Ambrosius Barth, Munchen, 1957.
 - 14) Noro T, Tanne K, Sakuda M : Orthodontic forces exerted by activators with varying construction bite heights. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 105 : 169-179, 1994.
 - 15) Ueda UM, Tabe H, Kato M, Nagaoka K, Nakashima Y, Shikata N, Tanne K : Effects of activator on masticatory muscle activity during daytime and sleep. *J Oral Rehabil* 30 : 1030-1035, 2003.
 - 16) Fujita T, Hayashi H, Shirakura M, et al. : Regeneration of condyle with a functional appliance. *J Dent Res* 92 : 260-265, 2013.
 - 17) Horihata A, Ueda H, Koh M, Watanabe G, Tanne K : Enhanced increase in pharyngeal airway size in Japanese Class II children following a 1-year treatment with an activator appliance. *Int J Orthod* 24 : 35-40, 2013.
 - 18) Medina CC, Ueda H, Matsumura Y, Iwai K, Sumi K, Tanimoto K : A case of sleep-breathing changes achieved using the Andresen activator in a child with maxillary protrusion. *J Dent Sleep Med* 4 : 71-75, 2017.
 - 19) 大西 馨 : 第15章 上顎前突に用いる矯正装置 機能的矯正装置(アクチベーター), 滝本和男監修 歯科矯正臨床シリーズ2 上顎前突その基礎と臨床(山内和夫, 作田守編). 医歯薬出版, 東京 : 271-289, 1981.
 - 20) 河田照茂, 中川皓文, 久島文和ほか : 下歯列弓の側方拡大に応用するコイルスプリング付き機能的矯正装置の考案. *日矯歯誌* 32 : 353-356, 1973.
 - 21) 井本真司, 永金則子, 上田 宏, 丹根一夫 : High angle 上顎前突症例における Spring Active Appliance (SAA) の効果. *中・四国矯歯誌* 9 : 46-54, 1997.
 - 22) 高石昌弘 : 身体計測からみた小児の成長・発達, 新小児医学体系2 小児発達科学. 中山書店, 東京 : 137-163, 1986.
 - 23) Moorrees CFA : *The Dentition of the Growing Child. A Longitudinal Study of Dental Development Between 3 and 18 Years of Age*. Harvard University Press, Cambridge, 1959.
 - 24) Moyers RE : *Handbook of Orthodontics*. 4th ed., Year Book Medical Publishers, Chicago : 126-137, 166-241, 1988.
 - 25) 大坪淳造 : 歯列弓の累年の成長変化に関する研究—6歳から13歳までの歯列弓の平均変化について. *日矯歯誌* 23 : 182-190, 1964.
 - 26) 望月清之 : 歯列の成長変化に関する経年的研究. *口病誌* 32 : 357-367, 1965.
 - 27) 井藤一江 : 乳臼歯の早期喪失が顎顔面と歯列の成長発育に及ぼす影響についての実験的研究. *廣大歯誌* 25 : 285-307, 1993.
 - 28) 丹根一夫 : 子供の睡眠・呼吸障害と噛み合わせの不正はどのように関わっているのか?. *小児歯科臨床* 24 (4) : 92-106, 2019.
 - 29) Honda K, Ohno S, Tanimoto K, et al. : The effects of high magnitude cyclic tensile load on cartilage matrix metabolism in cultured chondrocytes. *Eur J Cell Biol* 79 : 601-609, 2000.