

症 例

上下顎歯列幅径の不調和を伴う 骨格性下顎前突症の外科矯正治療例

渡 部 博 之 向 井 陽 祐 高 木 あすか
村 林 学 黒 柳 ふ み 北 井 則 行

Surgical Orthodontic Treatment of Mandibular Prognathism with the Disharmony of Upper and Lower Dental Arch Widths

WATABE HIROYUKI, MUKAI YOUSUKE, TAKAGI ASUKA,
KUROYANAGI FUMI and KITAI NORIYUKI

下顎臼歯の舌側傾斜と上下顎歯列幅径の不調和を伴う骨格性下顎前突と診断された16歳11か月の女子に対して、下顎枝矢状分割術を併用した矯正歯科治療を行った。舌側傾斜した下顎臼歯を直立し上下顎歯列幅径の調和を図るために、上下顎にプリアジャストエッジワイズ装置、下顎にバイヘリックスを装着して術前矯正治療を行った。その結果、良好なオーバージェット、オーバーバイト、I級の犬歯・大白歯関係および緊密な咬頭嵌合が得られた。保定後2年9か月を経過した現在、咬合は安定しており、顔貌の変化もほとんど認められず、良好な結果を得たので報告する。

キーワード：骨格性Ⅲ級不正咬合、下顎前突症、上下顎歯列幅径、デンタルコンペンセーション、下顎枝矢状分割術

This case report describes the surgical orthodontic treatment of the female aged 16 years 11 months demonstrating mandibular prognathism with lingual inclination of the lower molars, disharmony of upper and lower dental arch widths and high angle Class III malocclusion. The patient was treated by surgical orthodontics with sagittal split ramus osteotomy for mandibular setback. Presurgical orthodontic treatment was performed with a bihelix appliance and a preadjusted edgewise appliance for coordinating upper and lower dental arch widths. After postsurgical orthodontic treatment, a Class I molar relationship and good facial profile were achieved and tight posterior interdigitation was established. After a retention period of 2 years 9 months, occlusal stability was maintained with an aesthetic facial profile.

Key words: skeletal Class III malocclusion, mandibular prognathism, upper and lower dental arch width dental compensation, sagittal split ramus osteotomy

緒 言

骨格性Ⅲ級症例の外科的矯正治療では、術前矯正治療を行い手術直後に臼歯部の正しい咬合関係を確立することが⁸、咀嚼機能を十分に回復させるための必須の条件であるとともに、術後の安定性にとって重要な因子のひとつである¹⁾。すなわち、術前矯正治療として、

上下顎歯の排列、咬合平面の平坦化、デンタルコンペンセーションの除去および上下顎歯列幅径の調和を行う必要がある²⁾。骨格性下顎前突の歯列弓および歯槽基底弓の形態的特徴としては、上顎が下顎に対し狭い症例が多いと報告されている³⁾ことから、術前矯正治療において、急速拡大装置とコルチコトミーを用いて上顎歯列弓を拡大した報告が多く認められる⁴⁻⁷⁾。

朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座
歯科矯正学分野
501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851
Department of Orthodontics, Division of Oral Structure, Function and

Development
Asahi University School of Dentistry
Hozumi 1851, Mizuho, Gifu 501-0296, Japan
(平成25年4月3日受理)

一方、骨格性下顎前突症では、上顎切歯の唇側傾斜、下顎切歯の舌側傾斜といったデンタルコンペンセーションを認めることが多い⁸⁻¹²⁾。外科的矯正治療を行う際、緊密な咬頭嵌合を達成するためには、術前矯正治療において、デンタルコンペンセーションの除去として上下顎切歯の傾斜の改善を行うことが重要である¹³⁾。水平方向のデンタルコンペンセーションも起こることから、下顎大白歯が舌側傾斜していることもあり³⁾、水平方向のデンタルコンペンセーションの除去のために下顎歯列の拡大が必要な症例も認められる。

われわれは、下顎歯列の舌側傾斜と上下顎歯列幅径の不調和を伴う骨格性下顎前突症に対して、上下顎歯列幅径の調和を図るため、上下顎にブリアジャストエッジワイズ装置、下顎にバイヘリックスを使用し、下顎枝矢状分割術を行い、良好な治療結果を得ることができた症例を報告する。

症 例

患者は初診時年齢16歳11か月の女子で、前歯で咬めないことと下あごがでていることを主訴として朝日大学歯学部附属病院矯正歯科を受診した。家族歴および既往歴に特記すべき事項は認められなかった。

1. 症例分析

1) 顔貌所見 (図1 A)

正面観は左右対称で、側面観は陥凹型であった。

2) 口腔内所見 (図2-1 A, 2-2 A)

上下顎歯列弓はほぼ左右対称で、オーバージェットは-2.1mm、オーバーバイトは+1.3mmを示し、上下顎歯列の軽度叢生を認めた。大白歯関係は、両側ともに Angle III級を示した。

3) 模型分析所見 (図3, 表1)

アーチレンジスディスクレパンシーは、上顎歯列-1.9mm、下顎歯列-2.7mmを示した。上顎の歯列弓幅径と基底弓幅径は、標準値¹⁴⁾と比較すると、1 S.D. を超えて大きかった。下顎の歯列弓幅径は標準範囲内、基底弓幅径は1 S.D. 大を示した。また、上顎において犬歯間幅径は38.0mm、第一小白歯間幅径は44.9mm、第二小白歯間幅径は54.6mm、第一大白歯間幅径は55.7mm、第二大白歯間幅径は60.3mmであった。下顎において犬歯間幅径は29.5mm、第一小白歯間幅径は35.3mm、第二小白歯間幅径は37.5mm、第一大白歯間幅径は44.0mm、第二大白歯間幅径は47.4mmであった。

4) パノラマエックス線写真所見 (図4 A)

第二大白歯までの永久歯歯数に過不足はなかった。上顎右側第一小白歯歯根の弯曲を認めた。また、上顎

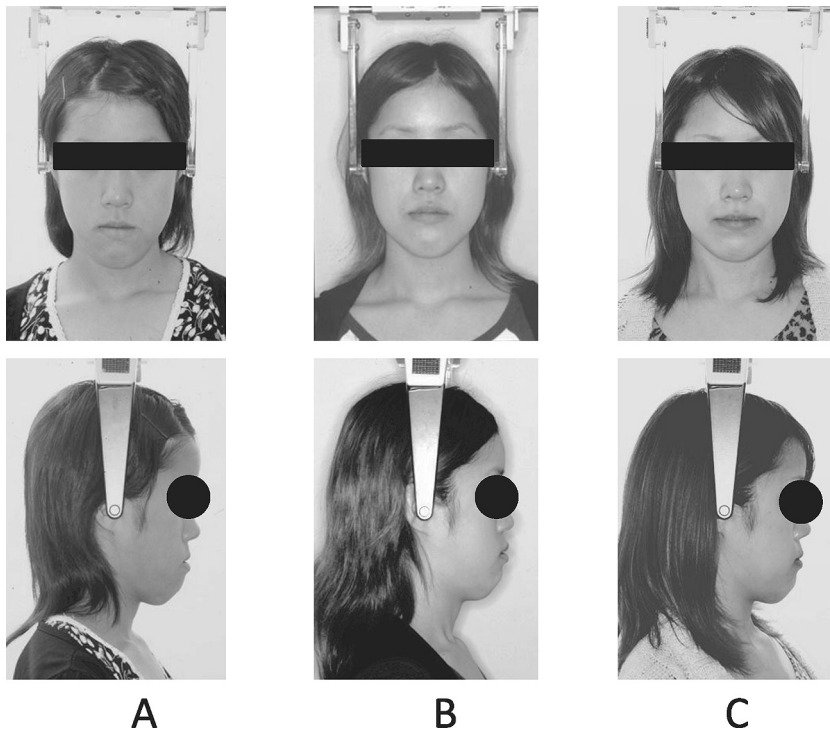


図1 顔面写真

A : 初診時 (16歳11か月)

B : 動的治療終了時 (19歳8か月)

C : 保定開始後2年9か月時 (22歳5か月)

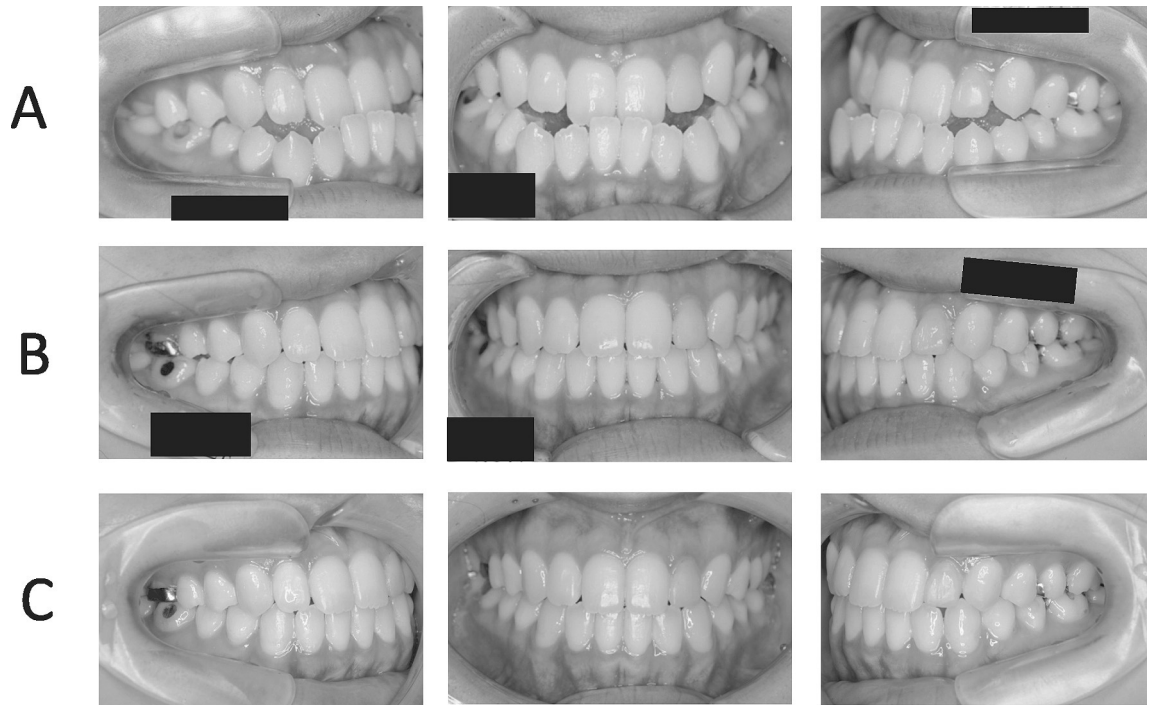


図2-1 口腔内写真

- A : 初診時 (16歳11か月)
- B : 動的治療終了時 (19歳8か月)
- C : 保定開始後2年9か月時 (22歳5か月)

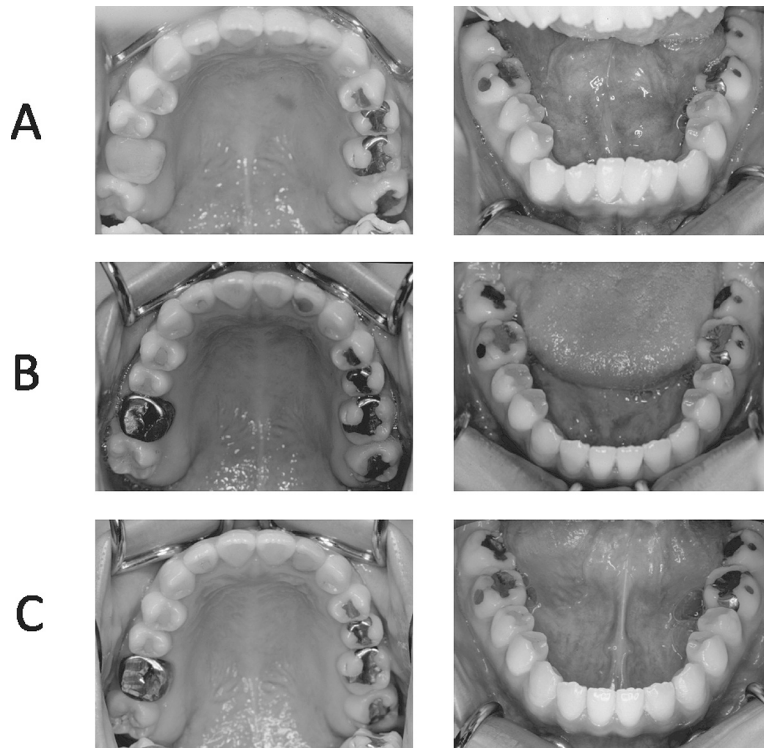


図2-2 口腔内写真

- A : 初診時 (16歳11か月)
- B : 動的治療終了時 (19歳8か月)
- C : 保定開始後1年10か月時 (22歳5か月)

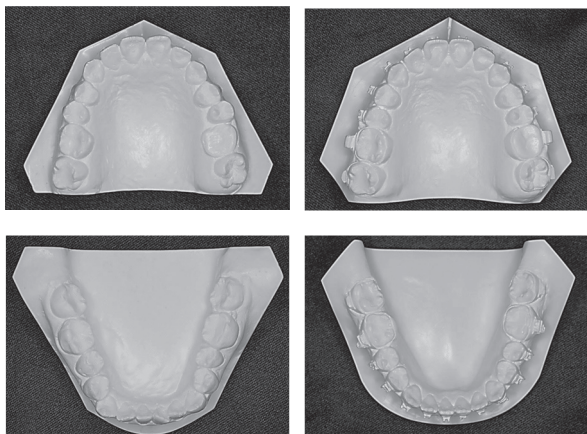


図3 初診時と術前矯正治療終了時における平行模型の咬合面観
 A：初診時（16歳11か月）
 B：術前矯正治療終了時（18歳5か月）

表1 犬歯，第一小臼歯，第二小臼歯，第一大臼歯，第二大臼歯の歯間幅径計測値(mm)

上顎	初診時	術前矯正終了時	変化量
犬歯間幅径	38.0	37.0	-1.0
第一小臼歯間幅径	44.9	45.7	+0.8
第二小臼歯間幅径	54.6	53.5	-1.1
第一大臼歯間幅径	55.7	58.2	+2.5
第二大臼歯間幅径	60.3	63.3	+3.0

下顎	初診時	術前矯正終了時	変化量
犬歯間幅径	29.5	30.2	+2.0
第一小臼歯間幅径	35.3	39.0	+3.7
第二小臼歯間幅径	37.5	45.5	+8.0
第一大臼歯間幅径	44.0	51.0	+7.0
第二大臼歯間幅径	47.4	54.5	+7.1

右側第一大臼歯は，高位を示し，補綴物の不良を認めた。

5) 頭部エックス線規格写真分析所見

i) 水平方向

上顎骨および下顎骨の正中は，顔面正中に対して左方へ1.0mm 偏位していた。また，上顎歯列および下顎歯列の正中は顔面正中に対して左方へ1.0mm 偏位していた。

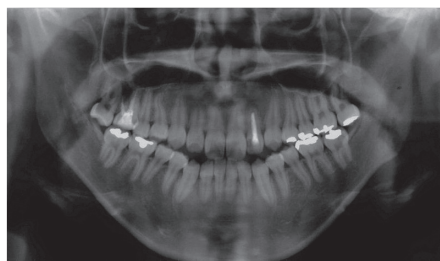
ii) 前後方向 (表2)

骨格系ではSNA角は79.1°で標準値¹⁵⁾に対して1 S.D.内，SNB角は82.4°で1 S.D.を超えて大きな値およびANB角は-3.3°で2 S.D.を超えて小さい値を示した。従って，下顎の過成長による上下顎骨の前後的な不調和が顕著な骨格性Ⅲ級を呈していた。上顎骨前後径 Ptm'-A/PP は50.7mmで標準範囲内の値を示し，下顎枝長 Ar-Go は50.7mmで1 S.D.大きい値，下顎骨骨体長 Go-Me は82.9mmで2 S.D.大きい値を示した。歯系では，上顎中切歯歯軸傾斜角はU1-FHは116.0°，U1-SNは107.3°で標準範囲内の値を示したが，下顎中切歯歯軸傾斜角はL1-MPが69.8°で3 S.D.を超えて小さい値およびL1-FHは71.2°で1 S.D.を超えて大きい値を示し，下顎中切歯は著しい舌側傾斜を示していた。軟組織側貌所見ではE-lineに対して上唇は-3.0mm 後方，下唇は+3.0mm 前方に位置していた。

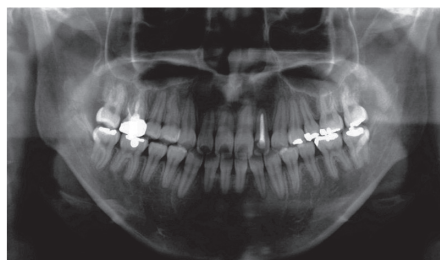
iii) 垂直方向

下顎下縁平面角はFH-Mpが44.9°，下顎角 (GoA.) は143.0°とともに3 S.D. 大きな値を示した。

A



B



C

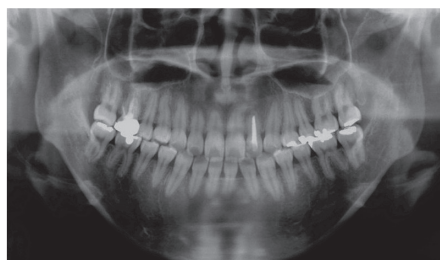


図4 パノラマエックス線写真

A：初診時（16歳11か月）
 B：動的治療終了時（19歳8か月）
 C：保定開始後1年10か月時（22歳5か月）

2. 診断

下顎骨の過成長，前歯部反対咬合，および上顎歯列

表2 側面位頭部エックス線規格写真計測値

計測項目	Mean±S.D.	動的治療開始時 (16歳11か月時)	術前矯正終了時 (18歳5か月時)	動的治療終了時 (19歳8か月時)	保定 (22歳5か月時)
SNA (deg.)	80.8±3.6	79.1	79.1	79.1	79.1
SNB (deg.)	77.9±4.5	82.4*	82.4*	79.1	79.1
ANB (deg.)	2.8±2.4	-3.3##	-3.3##	0.0#	0.0#
Mp-SN (deg.)	37.1±4.6	47.7**	47.7**	43.2*	43.2*
Go.A. (deg.)	122.2±5.3	143.0***	143.0***	134.9**	134.9**
U1-SN (deg.)	105.9±8.3	107.3	108.3	108.3	108.3
U1-FH (deg.)	112.3±8.3	116.0	117.0	117.0	117.0
L1-FH (deg.)	56.0±8.1	71.2*	66.4*	70.1*	70.1*
L1-Mp (deg.)	93.04±6.8	69.8###	73.9###	73.6##	73.6##
S-N (mm)	67.9±3.7	71.4	71.4	71.4	71.4
Ptm'-A' (mm)	47.9±2.8	50.7	50.7	50.7	50.7
Ar-Go (mm)	47.3±3.3	50.7*	50.7*	49.0	49.0
Go-Me (mm)	71.4±4.1	82.9**	82.9**	82.2**	82.2**
Ar-Me (mm)	106.6±5.7	124.7***	124.7***	112.3**	112.3**
Overjet (mm)	3.±1.1	-2.1###	-4.6###	+3.0	+3.0
Overbite (mm)	3.3±1.9	+1.3#	+1.0#	+3.0	+3.0
Upperlipto E-line (mm)		-3.0	-3.0	-1.0	-1.0
Lowerlipto E-line (mm)		+3.0	+5.5	+2.5	+2.5

1SD 大 *
 2SD 大 **
 3SD 以上大 ***
 1SD 小 #
 2SD 小 ##
 3SD 以上 小 ###

の軽度叢生を伴う骨格性Ⅲ級, Angle Ⅲ級, ハイアングル症例と診断した。

3. 治療方針

プリアジャストエッジワイズ装置を用いて術前矯正治療を行うこととした。下顎骨の過成長を伴う前後的な骨格性不調和の改善のため、下顎骨単独骨切り術を選択した。また、下顎前歯、下顎小白歯、下顎大白歯は舌側傾斜しており、下顎前歯部歯槽骨は唇舌的に薄かった。そこで、下顎にバイヘリックスを併用し、下顎小白歯、大白歯の頬側傾斜移動を行うこととした。

4. 治療経過

17歳0か月時に口腔衛生指導後、上顎右側第一大臼歯に暫間被覆冠を装着した。17歳1か月時に下顎小白歯、舌側傾斜した下顎大白歯の直立を行うため、下顎にバイヘリックスを装着した。プリアジャストエッジワイズ装置を上下顎に装着して歯の排列を開始した。18歳5か月時に下顎枝矢状分割術を行い、下顎骨は右側6.9mm、左側4.3mmそれぞれ後方移動し、下顎骨の正中を1.0mm右方へ移動させた。その後、術後矯正治療を行い、19歳8か月時に保定治療へ移行した。

5. 治療結果

1) 顔面所見 (図1B)

正面観は左右対称で、側面観は陥凹型から直線型へ改善された。

2) 口腔内所見 (図2-1B, 2B)

犬歯関係、大白歯関係はともに、両側でI級関係を確立し、オーバージェットは-2.1mmから+3.0mmへ、オーバーバイトは+1.3mmから+3.0mmへと変化した。

3) 模型分析所見 (図3, 表1)

上顎の歯列弓幅径と基底弓幅径は1S.D.大きい値を示した。下顎の歯列弓幅径は、2S.D.大きい値を示し、基底弓幅径は、1S.D.大きい値を示した。また、上顎において犬歯間幅径は-1.0mm、第一小白歯間幅径は+0.8mm、第二小白歯間幅径は-1.1mm、第一大臼歯間幅径は+2.5mm、第二大臼歯間幅径は+3.0mmと変化した。下顎において犬歯間幅径は+2.0mm、第一小白歯間幅径は+3.7mm、第二小白歯間幅径は+8.0mm、第一大臼歯間幅径は+7.0mm、第二大臼歯間幅径は+7.1mmと変化した。

4) パノラマエックス線写真所見 (図4B)

パノラマエックス線写真所見 (図4B) により歯根の平行性は良好であり、デンタルコンペンセーション

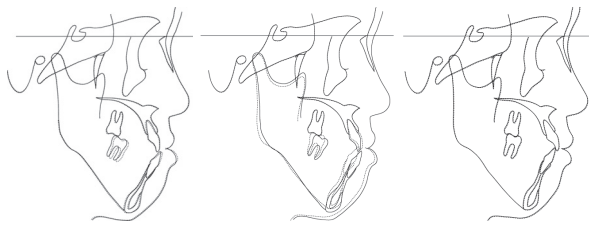


図5 側面位頭部エックス線規格写真透写図によるS—N平面での重ね合わせ
 A：初診時（16歳11か月，実線）と術前矯正治療終了時（18歳5か月，破線）
 B：初診時（16歳11か月，実線）と動的治療終了時（19歳8か月，破線）
 C：動的治療終了時（19歳8か月，実線）と保定開始後1年10か月時（22歳5か月，破線）

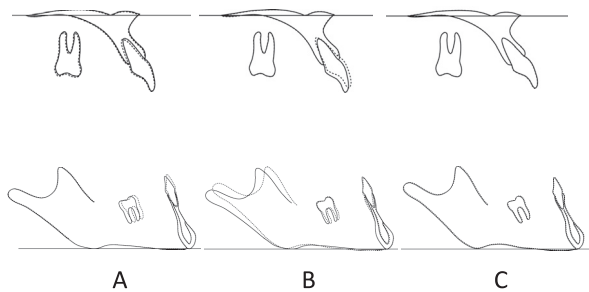


図6 側面位頭部エックス線規格写真透写図の重ね合わせ（ANSを原点としてPalatal planeを一致させた重ね合わせとMeを原点としてMandibular planeを一致させた重ね合わせ）
 A：初診時（16歳11か月，実線）と術前矯正治療終了時（18歳5か月，破線）
 B：初診時（16歳11か月，実線）と動的治療終了時（19歳8か月，破線）
 C：動的治療終了時（19歳8か月，実線）と保定開始後1年10か月時（22歳5か月，破線）

の解消のために移動量の大きかった下顎前歯を含めて、歯根および歯槽骨の吸収はほとんど認められなかった。

4) 頭部エックス線規格写真分析所見

i) 水平方向の変化

上下顎骨の正中および上下顎歯列の正中は顔面正中にはほぼ一致した。

ii) 前後方向の変化（図5，6，表2）

骨格系ではSNA角は 79.1° ，SNB角は 79.1° とともに標準範囲内を示し，ANB角は 0.0° で1S.D.を超えて小さい値を示したが，初診時より骨格性I級に近づいた。上顎骨前後Ptm'-A/PPは50.7mm，下顎骨骨体長Ar-Meは112.3mm，下顎枝長Ar-Goは49.0

mmでも標準範囲内であった。歯系では，上顎中切歯歯軸傾斜角はU1-FHが 117.0° ，U1-SNが 108.3° で標準以内であった。下顎中切歯歯軸傾斜角はL1-FHは 70.1° で1S.D.を超えて大きい値を示したがL1-MPは 73.6° で2S.D.を超えて小さい値を示したが，初診時より唇側傾斜した。軟組織側貌所見ではE-lineに対して上唇は -1.0mm ，下唇は $+2.5\text{mm}$ 前方に位置していた。

iii) 垂直方向の変化

下顎下縁平面角はFH-Mpが 36.3° で1S.D.を超えて大きい値を示し，下顎角は 134.9° で2S.D.を超えて大きい値を示した。

6) その他（図1C，2-1C，2-2C，4C，表2）

現在，保定後2年9か月を経過したが，顔貌の変化はほとんど認めず，咬合状態も安定している。

考 察

本症例は，下顎臼歯の舌側傾斜と上下顎歯列幅径の不調和を伴う骨格性下顎前突症であった。上下顎歯列幅径を調和させるため，上下顎にプリアジャストエッジワイズ装置，下顎にバイヘリックスを装着し，下顎枝矢状分割術を併用した外科的矯正治療を行った。

一般に，骨格性Ⅲ級症例では，上顎歯列が下顎歯列に対して狭く，上顎歯列弓の拡大が必要となることが多い³⁾。しかし，本症例では，上顎歯列より下顎歯列が狭かったため，上顎歯列幅径を縮小する方法と下顎歯列幅径を拡大する方法が考えられた。上顎歯列幅径を縮小した場合，反作用により前歯が唇側傾斜すると考えられるが，本症例では上顎前歯歯軸傾斜角度が良好であることから唇側傾斜させることは適切でないと判断し，上顎歯列幅径のコントロールは行わなかった。そこで，下顎歯列幅径を拡大する方法を選択した。下顎臼歯が舌側傾斜していることから，下顎にバイヘリックスを装着し側方拡大を行った。術前矯正終了後の下顎臼歯間幅径は初診時と比較し，平均 $+6.5\text{mm}$ 拡大されていた。過去にも，骨格性下顎前突症例では，水平方向のデンタルコンペーションが起こっているため，下顎大臼歯は舌側傾斜しており，下顎第一大臼歯間幅径が正常咬合群と比較して狭いという報告が認められる³⁾。また，バイヘリックスを用いたことにより治療期間も1年4か月間と短期間で行うことができたと考えられる。

骨格性Ⅲ級を示す成人患者において，前歯部では，上顎切歯が唇側傾斜し下顎切歯が舌側傾斜を示す，いわゆるデンタルコンペーションが認められる⁸⁻¹²⁾。外科的矯正治療を行う場合，デンタルコンペーションを術前矯正治療で標準的な歯軸関係に改

善することが理想であり、前後的な骨格の不調和の改善量は、デンタルコンペーションの改善量に依存する^{13, 16)}。また、デンタルコンペーションの改善は、術後の咬合および顎間関係の安定と維持に大きく関与すると考えられる¹⁷⁾。しかし、成人の骨格性下顎前突の特徴として、下顎中切歯歯軸が舌側に傾斜しているほど、その周囲の歯槽骨もまた舌側に傾斜しており、唇舌の厚さが薄いことも報告されている¹⁸⁾。切歯を安定した位置に保つためには、下顎切歯歯根は歯槽骨内に位置付けられなければならない、これを超えて移動しようとした場合、歯槽骨から歯根が露出したり、歯槽骨の高さが低くなり肉肉退縮や歯根吸収を起こしたりする可能性が知られている^{12, 19, 20)}。本症例でも、下顎中切歯の歯軸は著しい舌側傾斜を示し歯槽骨も薄いことから、標準範囲内に下顎中切歯歯軸を設定するのは困難であることが初診時の側面頭部エックス線規格写真から予測された。従って、下顎切歯部においては、歯軸を標準範囲内に移動することを目標とせず、歯槽骨の範囲内で可能な限り移動することにとどめた。このことは、デンタルコンペーションの除去が完全には行えないために、骨格性の前後方向の改善が十分に得られないことを意味している。従って、頭部エックス線規格写真分析結果において、数値上は骨格性Ⅲ級の傾向が残ることとなった。しかし、本症例では、十分に軟組織の改善が得られ患者から満足を得ている。このように、必ずしも標準的な上下顎骨を移動することがすべての症例で求められるのではなく、歯槽骨内で歯の移動を安全に行うことが重要である。

一般に、歯列の安定性を評価する場合、下顎前歯は安定しにくいといわれている。その理由として、下顎前歯が上顎前歯に比べて、口唇や舌軟組織から受ける機能圧に対する影響を受けやすく、口腔内で最も不安定になりやすいためであるとの報告がある^{21, 22)}。また、下顎前歯に後戻りが生じると、上顎の叢生やオーバークロウの増加などに影響を与え、治療後の歯列や咬合状態に悪影響を与える²³⁾。矯正歯科治療後の歯は、周囲の組織に対して不安定な位置におかれている可能性があり、そのため軟組織によって加えられる圧力が、絶えず再発をもたらす要因として作用する²⁴⁾。本症例では、後戻り変化はほとんど見られなかったことより、動的矯正治療後の歯列の位置が軟組織と均衡が取れていたことが示唆される。保定時における歯列弓形態の変化として、犬歯間幅径、歯列弓長径の減少がみられ、そのことが下顎前歯部叢生の原因に大きく関与しているとの報告がある^{21, 22, 25, 26)}。これまで、矯正治療後の下顎歯列弓幅径の安定性に関する報告では、治療後の下顎歯列弓幅径は治療前の状態に後戻り

する傾向があり、治療による変化量と後戻りによる変化量との間に弱い相関を認めたと述べているものが多い²⁷⁻³⁰⁾。しかし、本症例では、治療によって下顎犬歯間幅径は+2.0mm 拡大されているが、保定後、ほとんど後戻りがなかった。これは、下顎犬歯が歯体移動したのではなく、下顎犬歯の著しい舌側傾斜を唇側傾斜移動により改善しているため、歯列を安定させることができたと考えられる。

まとめ

初診時年齢16歳11か月の女子で、下顎臼歯の舌側傾斜と上下顎歯列幅径の不調和を伴う骨格性下顎前突症に対して、上下顎歯列幅径の調和を図るため、上下顎にブリアジャストエッジワイズ装置、下顎にバイヘリックスを併用し、下顎枝矢状分割術を行った一症例について報告した。19歳8か月時、動的治療を終了しその後保定装置へと移行した。保定後2年9か月を経過した現在、臼歯部の咬合関係は良好であり、安定した状態を保っている。

文献

- 1) 篠倉均, 内田春生, 広瀬久三. 開咬を伴う構造的な下顎前突症における外科的矯正治療の術後変化について. 日矯歯誌. 1982; 41: 369-380.
- 2) Proffit WR. Contemporary orthodontics. 4th ed. St. Louis: Mosby Year Book Inc.; 2007: 686-719.
- 3) 堀口裕司. 外科矯正適応骨格性下顎前突症の歯列弓及び歯槽基底弓の形態について. 鶴見歯学. 1996; 22: 261-271.
- 4) Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod.* 1975; 67: 44-56.
- 5) 小幡明彦, 寺町好平, 安田浩一, 古澤清文, 出口敏雄, 栗原三郎. 上顎急速拡大法に片側 Le Fort I 型 Corticotomy を併用した非対称下顎前突の1症例. 日顎変形誌. 2000; 10: 45-52.
- 6) 太田珠里, 吉川仁育, 大塚尚美, 岡藤範正, 栗原三郎. 非対称改善のため上顎片側急速拡大を行った2症例 Le Fort I corticotomy の併用. 松本歯学. 2006; 32: 227-237.
- 7) 添島絵美, 坂本輝雄, 山口秀晴. 上顎歯槽部拡大にコルチコトミーを併用し、下顎枝矢状分割術を行った成人開咬症例. 東京矯歯誌. 2007; 17: 10-14.
- 8) Sanborn R. Differences between the facial skeletal patterns Class III and normal occlusion. *Angle Orthod.* 1955; 25: 208-222.
- 9) Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S, Tsukada H and Chu S. Dentoalveolar compensation in negative overjet cases. *Angle Orthod.* 2000; 70: 145-148.

- 10) Worms FW, Isaacson RJ and Speidel TM. Surgical orthodontic treatment planning: profile analysis and mandibular surgery. *Angle Orthod.* 1976 ; 46 : 1 – 25.
- 11) Robinson SW, Speidel TM, Isaacson RJ and Worms FW. Soft tissue profile change produced by reduction of mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 1972 ; 42 : 227–235.
- 12) Sperry TP, Speidel TM, Isaacson RJ and Worms FW. The role of dental compensations in the orthodontic treatment of mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 1977 ; 47 : 293–299.
- 13) Sinclair PM and Proffit WR; Class III problems: Mandibular excess/ maxillary deficiency. In: Proffit WR and White RP Jr, eds. Surgical Orthodontic treatment. St Louis: Mosby ; 1991 : 428–482.
- 14) 大坪淳造. 日本人成人正常咬合者の歯冠幅径と歯列弓及び Basal Arch との関係について. *日矯歯誌.* 1957 ; 16 : 36–46.
- 15) Wada K. A study on the individual growth of maxillofacial skeleton by means of lateral cephalometric roentgenograms. *J Osaka Univ Dent Sch.* 1977 ; 22 : 239–269.
- 16) Troy BA, Shanker S, Fields HW, Vig K and Johnston W. Comparison of incisor inclination in patients with Class III malocclusion treated with orthognathic surgery or orthodontic camouflage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 ; 135 : 146e141–149 ; discussion 146–147.
- 17) Hirose T, Nakajima T, Kajikawa Y, Tokiwa N and Hanada K. Surgical-orthodontic approach to skeletal class III malocclusion. *J Oral Surg.* 1976 ; 34 : 980–987.
- 18) Yamada C, Kitai N, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S and Takada K. Spatial relationships between the mandibular central incisor and associated alveolar bone in adults with mandibular prognathism. *Angle Orthod* 007 ; 77 : 766–772.
- 19) Wehrbein H, Bauer W and Diedrich P. Mandibular incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic treatment. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 ; 110 : 239–246.
- 20) Yared KF, Zenobio EG and Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 ; 130 : 6 e 1–8.
- 21) Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod.* 1975 ; 68 : 554–563.
- 22) Little RM, Wallen TR and Riedel RA. Stability and relapse of mandibular anterior alignment—first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *Am J Orthod.* 1981 ; 80 : 349–365.
- 23) Lewis PD. Arch width, canine position, and mandibular retention. *Am J Orthod.* 1973 ; 63 : 481–493.
- 24) Proffit WR. Contemporary orthodontics. 4th ed. St. Louis: Mosby Year Book Inc. ; 2007 : 617–635.
- 25) de la Cruz A, Sampson P, Little RM, Artun J and Shapiro PA. Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 ; 107 : 518–530.
- 26) Haruki T and Little RM. Early versus late treatment of crowded first premolar extraction cases: postretention evaluation of stability and relapse. *Angle Orthod.* 1998 ; 68 : 61–68.
- 27) Blake M and Bibby K. Retention and stability: a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 ; 114 : 299–306.
- 28) Kahl-Nieke B, Fischbach H and Schwarze CW. Treatment and postretention changes in dental arch width dimensions—a long-term evaluation of influencing cofactors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 ; 109 : 368–378.
- 29) Uhde MD, Sadowsky C and BeGole EA. Long-term stability of dental relationships after orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 1983 ; 53 : 240–252.
- 30) Handelman CS, Wang L, BeGole EA and Haas AJ. Non-surgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod.* 2000 ; 70 : 129–144.