

Severe skeletal class II  
Non-surgical orthodontic treatment  
Orthodontic mini screws  
Maxillary molar distalization

## 上下顎前歯部唇側傾斜を伴う重度骨格性Ⅱ級上顎前突症に対して 歯科矯正用アンカースクリューを使用して 非外科的矯正治療を行った症例

薄井 崇\* 小泉 創 山口 徹太郎

神奈川歯科大学歯学部歯科矯正学講座歯科矯正学分野  
(受付：2023年8月3日，受理：2023年9月26日)

A case of severe skeletal class II maxillary protrusion with buccal inclination of upper and lower incisor treated with non-surgical orthodontic treatment with orthodontic mini screws

Takashi USUI\*, So KOIZUMI and Tetsutaro YAMAGUCHI

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kanagawa Dental University  
82 Inaoka-cho, Yokosuka, Kanagawa 238-8580, Japan

### Abstract

During orthodontic treatment, it is important to understand the appropriate position of the skeletal pattern, which can be classified as Class I, Class II (maxillary protrusion), or Class III (mandibular protrusion). This study reports the successful orthodontic treatment of a 20-years-old female with severe skeletal class II maxillary protrusion with buccal inclination of the upper and lower incisors. The patient desired to avoid surgery; therefore, non-surgical orthodontic treatment was conducted. The maxillary and mandibular first premolars were extracted bilaterally, and orthodontic mini screws and a pre-adjusted edgewise appliance were used. Orthodontic mini screws were applied to distalize the maxillary molars. Computed tomography images were used to plan the implantation of the orthodontic mini screws into the palate as a fixation source, providing greater stability and a lower risk of root injury than implantation into other bones. After 41 months of active treatment, including 10 months of distalization, the upper teeth were successfully distalized and an ideal angle class I occlusion and class I canine relationship were established. Although the amount of movement of the maxillary anterior teeth was significant, no root resorption was observed. Consequently, a class I molar relationship with ideal overjet and overbite, and tight interdigitation were achieved via non-surgical orthodontic treatment.

\* 責任著者連絡先；〒 238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82

神奈川歯科大学歯学部歯科矯正学講座歯科矯正学分野

薄井 崇

TEL: 090-1556-9022 e-mail: usui@kdu.ac.jp



図1 初診時（20歳4か月）の顔面写真，正面および側貌

## 緒 言

矯正歯科治療を行う際には，骨格の前後的位置を把握することが重要であり，それぞれⅠ級，Ⅱ級（上顎前突），Ⅲ級（下顎前突）に分類されている。

小川ら<sup>1)</sup>は，矯正歯科に来院した患者数の骨格分布を調査した。自費診療患者における骨格性Ⅱ級の患者割合は51.7%で保険診療患者における割合は23%であった。このことから矯正治療を必要としている骨格性Ⅱ級患者の数は多く存在する。

骨格性上顎前突の治療は，その程度に応じて治療内容が異なる。重度の骨格性Ⅱ級の治療は，骨切り術を用いた外科的矯正治療が第一選択となる。しかしながら，外科的治療は，治療期間の延長，術中術後の合併症などのリスクや，手術への恐怖心などの理由から，患者が手術を受け入れないこともある<sup>2)</sup>。このような場合の治療は，矯正歯科治療単独で行うことになる<sup>3)</sup>。下顎前歯の位置が正常であれば，上顎小臼歯や大臼歯の片顎抜去によって上顎前突の改善を行う<sup>4)</sup>。下顎前歯の位置が唇側傾斜している場合は，その是正を行うべく下顎小臼歯の抜去も行う必要があるが，オーバージェクトの改善が困難であることが欠点である<sup>5)</sup>。以上のことから，骨格性Ⅱ級に下顎前歯唇側傾斜が伴っている場合では，歯の移動のみで治療を行うことは容易ではない<sup>6)</sup>。近年，歯科矯正用アンカースクリューの応用により，歯の広範囲な移動が可能となり，これまで外科的矯正治療でなければ治療が困難であった症例も，非外科的に治療できるようになることが期待されている<sup>7,8)</sup>。本症例では，上下顎前歯部唇側傾斜を伴う重度の骨格性Ⅱ級上顎前突症患者に対して，歯科矯正用アンカースクリューを使用して非外科的に矯正治療を行い安定した咬合が得られたので報告する。

## 症 例

患者：20歳4か月。

主訴：上の前歯の出っ歯が気になる。

現病歴：中学生の時から上顎の突出感があり，口唇閉鎖が困難であったため，歯列矯正をしたいと考え，当院矯正歯科を受診した。

特記事項：手術しないで治したいとの要望があった。

### 1. 現症

#### 1) 顔貌所見

正貌は卵円形，著しい左右非対称は認められない。側貌はConvex typeを示し，上下口唇の突出感が認められた（図1）。

#### 2) 口腔内所見

大臼歯部の咬合関係はAngleⅡ級で，前歯部被蓋はoverbite +3.0 mm，overjet +7.0 mmであった。歯列正中は上顎正中に対して下顎正中が右方へ1.0 mm偏位していた。また，左側第二大臼歯の鉗状咬合が認められた（図2）。Anterior ratioは91%で1S.D.以内，overall ratioは79%で1S.D.以内であった。

#### 3) 模型所見および分析

上顎：中切歯，第一大臼歯の歯幅が1S.D.を超えて過大であった。また，basal arch lengthが32.0 mmと1S.D.以内であるのに対してcoronal arch lengthが44.0 mmと2S.D.を超えて過大であった（表1）。

下顎：中切歯，第一小臼歯および第二小臼歯の歯幅が過大であった。また，basal arch lengthが30.0 mmと1S.D.以内であるのに対してcoronal arch lengthが39.0 mmと2S.D.を超えて過大であった（表1）。

#### 4) X線写真所見および分析

(1) パノラマX線写真所見：初診時のパノラマX線写真より，下顎右側第一大臼歯が認められた。その



図2 初診時（20歳4か月）の口腔内写真

表1 初診時の上下顎模型分析表

計測項目	標準値	計測値
Upper jaw		
Central	8.2±0.41	9.00
Lateral	6.6±0.60	7.00
Canine	7.6±0.39	8.00
1st Premolar	7.08±0.36	7.00
2st Premolar	6.57±0.36	7.00
1st Molar	10.39±0.44	11.00
Coronal arch width	41.76±0.51	44.00
Coronal Arch length	34.65±2.43	44.00
Basal arch width	44.18±3.11	47.50
Basal arch length	30.11±2.57	32.00
計測項目	標準値	計測値
Lower jaw		
Central	5.19±0.36	6.00
Lateral	5.81±0.39	6.00
Canine	6.58±0.38	7.00
1st Premolar	6.94±0.34	8.00
2st Premolar	6.82±0.45	7.00
1st Molar	10.69±0.60	10.50
Coronal arch width	33.97±2.56	38.00
Coronal Arch length	31.28±2.38	39.00
Basal arch width	39.95±4.19	35.00
Basal arch length	28.01±2.44	30.00

他、歯根や歯槽骨、顎骨内に異常は認められなかった（図3a, b）。

(2) 側面頭部 X 線規格写真分析：

骨格系では、前後的顎間関係は SNA 85.2°、SNB 75.4°、ANB 9.8° と skeletal class II の顎間関係を示した。垂直的顎間関係は FMA 24.0° と標準偏差内であった。歯系では、上顎前歯歯軸は、U-1toSN 110.9°、

U-1toFH 119.4° と唇側傾斜を示した。下顎前歯歯軸は IMPA 111.0° と著しい唇側傾斜を示した。L-1 to Apo は 8.0 mm と唇側に位置していた。上顎大臼歯後方スペースは、U6-PTV 距離から算出し、18.0 mm であり、標準偏差内であった（表2）。

(3) 正面頭部 X 線規格写真

下顎前歯正中は、顔面正中および上顎前歯正中に対して 1.0 mm 右方偏位していた。また、occlusal plane tilt, postural symmetry に異常は認められなかった（図3c）。

## 2. 臨床診断

上下顎前歯部唇側傾斜を伴う重度骨格性上顎前突

## 3. 治療方針・方法

治療計画1：外科的矯正治療

- ① 上下顎両側第一小臼歯抜去による上下顎前歯部唇側傾斜の改善
- ② 下顎枝矢状分割術による大臼歯関係 Angle II 級および ANB の改善
- ③ 側貌プロファイルの改善

治療計画2：非外科的矯正治療

- ① 上下顎両側第一小臼歯抜去による上下顎前歯部唇側傾斜の改善
- ② Angle II 級大臼歯関係の改善
- ③ 側貌プロファイルの改善

重度の骨格性上顎前突および Angle II 級は、SSRO（下顎枝矢状分割術）を行うことで改善することができる<sup>9)</sup>。外科的矯正治療は第一選択であったが、患者に説明を行ったところ同意を得られなかった。そのため、Angle II 級大臼歯関係の改善は、治療計画2の非外科的矯正で治療することにした。初診時の下顎のアーチレングスディスクレパンシーは -1.0 mm、Spee 湾曲を改善するのに必要なスペースは 2.0 mm であった。FMIA の目標値は、骨格性 II 級であることを考慮し、45.0° から 55.0° に設定した。よって、下顎切歯は

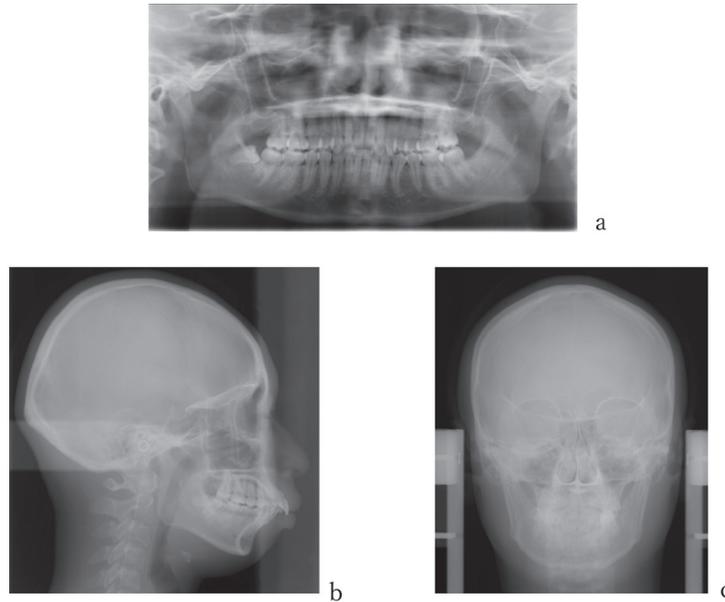


図3 a: 初診時 (20歳4か月) パノラマX線写真  
 b: 初診時 (20歳4か月) 側面頭部X線規格写真  
 c: 初診時 (20歳4か月) 正面頭部X線規格写真

表2 初診時および動的治療終了時の頭部X線規格写真分析表

計測項目	標準値	初診時	動的治療終了時
ANB (°)	4.2±3.5	9.8	7.8
SNA (°)	82.1±3.7	85.2	82.1
SNB (°)	77.9±4.8	75.4	74.3
U-1 to FH (°)	111.8±8.3	119.4	109.4
U-1 to SN (°)	101.0±17.5	110.9	100.3
IMPA (°)	93.1±7.9	111.0	102.3
Interincisal (°)	129.5±6.6	101.6	122.6
FMA (°)	25.0±6.0	24.0	25.1
E-line: Lower (mm)	2.0±2.0	6.8	-2.0
U6-PTV (mm)	19.0±3.0	18.0	15.0
L-1 to APO (mm)	3.0±2.0	8.0	3.3
FMIA (°)	57.8±7.0	45.0	52.6

10.0°舌側傾斜移動となりヘッドプレートコレクションは-8.0 mmとなることから、トータルディスクレパンシーは-11.0 mmである。下顎第一小白歯の歯冠近遠心幅径は8.0 mmであったため、第一小白歯の抜去を想定した場合、下顎のスペースは16.0 mmとなる。これにより、抜歯スペースは5.0 mm余るため、白歯の近心移動量は片側で2.5 mmとなる。これは抜歯スペースの約1/2から1/4の範囲に相当するため、下顎のanchorageは中等度とした。下顎は、加强固定装置を使用せず、マルチブラケット装置を使用するメカニクスとした。上顎のアーチレンジスディスクレ

パンシーは-1.5 mmであった。また、大臼歯関係をAngle II級からAngle I級に是正するためには、上顎第一大臼歯を2.0 mm遠心移動させる必要があった。上顎第一小白歯の歯冠近遠心幅径は7.0 mmであったため、第一小白歯の抜去を想定した場合、上顎のスペースは遠心移動量4.0 mmと抜歯スペース14.0 mmを合わせて18.0 mmとなる。上顎のanchorageは遠心移動が必要となるため、マルチブラケット装置に歯科矯正用アンカースクリューを併用するメカニクスとした。上顎切歯の位置を8.25 mm舌側移動することで適切なオーバージェットが得られる。また、上顎前

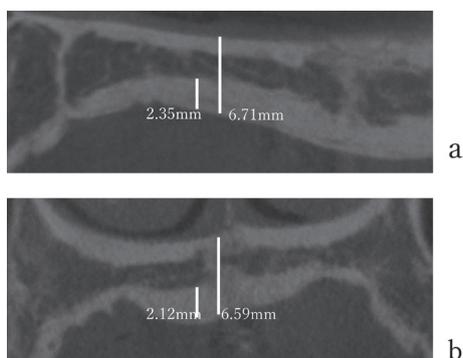


図4 a: 口蓋正中部の矢状断でのCT画像  
b: 口蓋正中部の水平断でのCT画像



図5 上顎大白歯の遠心移動およびその変化  
a: 装置装着時  
b: 5か月後  
c: 8か月後

歯部の舌側傾斜移動量が大きいため、overbiteが深くなるのを防止するため、上顎中切歯と側切歯間に歯科矯正用アンカースクリュー（ISA スフィア、バイオデント社、東京）を埋入し、前歯部の圧下を行った。上顎歯列遠心移動のために口蓋正中部に埋入した歯科矯正用アンカースクリュー（ISA スフィア、バイオデント社、東京）のサイズは、直径2.0 mm、長さ6.0 mmで、埋入本数は2本であった。

#### 4. 治療経過

①レベリング：上下顎両側の第一小臼歯および下顎右側第三大臼歯を抜去し、上下顎にマルチブラケット装置（.018"×.025" プリアジャステッド・エッジワイズブラケット）を装着した。レベリングは、0.012インチのニッケルチタンワイヤーから開始した。レベリ

ング開始後から5か月後、0.016×0.022インチのステンレススチールワイヤーを装着した。

②歯科矯正用アンカースクリューを使用した上顎大白歯の遠心移動：上顎大白歯の遠心移動は、歯科矯正用アンカースクリューを用いて行うこととなった。歯科矯正用アンカースクリューの埋入位置は口蓋正中部で、近遠心的位置は上顎第二小臼歯、第一大臼歯相当部に設計した。埋入部位の骨の厚みは6.6 mm程度、皮質骨の厚みが約2.2 mm程度認められた（図4）。また、牽引方向を水平にするため、アンカースクリューとレバーアーム（PLAS、バイオデント社、東京）の連結を行い、上顎両側第一大臼歯部に装着したリングルアーチをレバーアームからチェーンエラストックにて牽引を行う方法を選択した（図5）<sup>10)</sup>。また、上顎歯



図6 動的治療終了時（23歳9か月）の顔面写真，正面および側貌



図7 動的治療終了時（23歳9か月）の口腔内写真

列の遠心移動を頬側からもコントロールするために、第二小白歯と第一大臼歯間に歯科矯正用アンカースクリュー（ISA スフィア，バイオデント社，東京）を埋入した。アンカースクリューのサイズは直径 1.6 mm，長さ 8.0 mm，埋入本数は 2 本であった。

③上下顎前歯部のリトラクション：上下 0.016×0.022 インチのステンレススチールワイヤーにて上下顎前歯部のリトラクションを行った。上顎中切歯と側切歯間に歯科矯正用アンカースクリューを埋入し，前歯部の圧下も行った。アンカースクリューのサイズは直径 1.6 mm，長さ 8.0 mm，埋入本数は 2 本であった。

④ディテリング：0.017×0.025 インチのステンレススチールワイヤーを装着し，上下顎歯列のディテリングを行った。

⑤保定：マルチブラケット装置を撤去し，上下顎に Begg タイプのリテーナーを装着した。使用時間は，1 年間は終日の使用を指示した。また，患者の希望により上下前歯の舌側に固定式保定装置を装着した。

## 5. 治療結果

上下顎両側第一小白歯の抜去による治療を行ったが，動的治療終了時には犬歯の I 級関係および Angle

I 級の犬歯関係が得られ，上下顎歯列正中線も一致し，緊密な咬合が確立された。E-line に対する上下口唇の位置はそれぞれ -1.0 mm，-2.0 mm となり，側貌においても口元の突出感は改善され，convex 型から straight 型へと変化した（図 6）。オーバーバイトは +3.0 mm から +1.5 mm，オーバージェットは +7.0 mm から +2.0 mm へと変化した（図 7）。パノラマ X 線写真では，歯根吸収は認められず，歯根の平行性が認められた（図 8a）。上下顎歯列正中線はそれぞれ顔面正中と一致した（図 8c）。治療前後の側面頭部 X 線規格写真の重ね合わせを示す（図 9，10）。水平的には ANB が 9.8° から 7.8° へ変化した。垂直的には FMA が 24.0° から 25.1° へ変化した（図 9，表 2）。歯系の変化として治療前後の側面頭部 X 線規格写真の上顎の重ね合わせから，上顎切歯に圧下と舌側傾斜がみられた。U-1 to FH は 119.4° から 109.4° へ変化した。上顎第一大臼歯は，2.0 mm の遠心移動が認められた。下顎の重ね合わせから，下顎犬歯の 2.5 mm の近心移動が認められた。IMPA は 111.0° から 102.3°，FMIA は 45.0° から 52.6° へ下顎切歯は舌側傾斜し，その結果，Interincisal angle は 101.6° から 122.6° へと増加した。（図 10，表 2）。

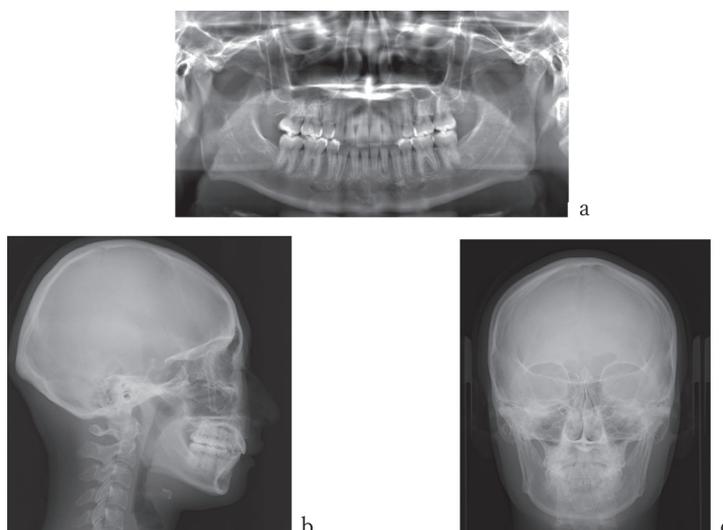


図8 a: 動的治療終了時 (23歳9か月) パノラマX線写真  
b: 動的治療終了時 (23歳9か月) 側面頭部X線規格写真  
c: 動的治療終了時 (23歳9か月) 正面頭部X線規格写真

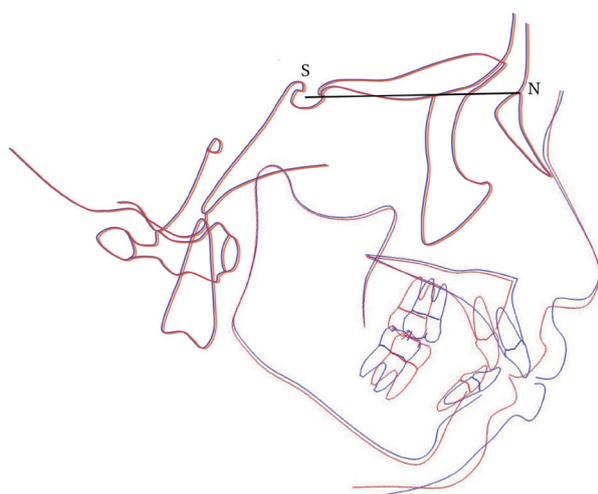


図9 初診時および動的治療終了時の側面頭部X線規格写真重ね合わせ (SN at S)  
青線は初診時 (20歳4か月), 赤線は動的治療終了時 (23歳9か月)

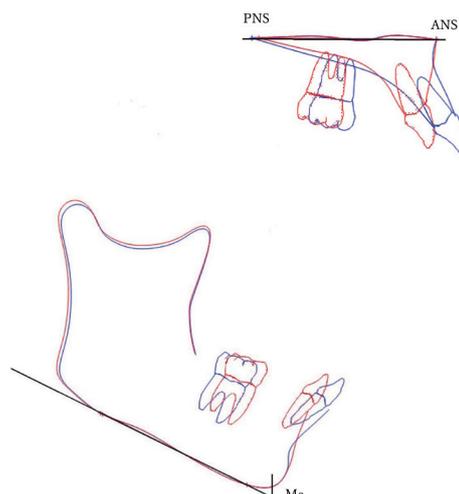


図10 初診時および動的治療終了時の側面頭部X線規格写真重ね合わせ (ANS-PNS at ANSおよびMandibular plane at Me)  
青線は初診時 (20歳4か月), 赤線は動的治療終了時 (23歳9か月)

## 考 察

上顎前突の治療は、さまざまな治療方法が考えられる。本症例は、非外科的矯正治療を選択したが、歯科矯正用アンカースクリューの併用が治療目標達成に不可欠であった。歯科矯正用アンカースクリューの埋入成功率は、さまざまな報告がされている。Motoyoshiらの報告<sup>11)</sup>によると、アンカースクリューの安定には、埋入部位の皮質骨の厚みが1.0 mm以上必要であ

る。本症例で口蓋正中を埋入部位に設定した理由は、アンカースクリューと歯根の接触による脱離を回避できるからであった<sup>12)</sup>。また、CT画像による術前診査を行った結果、骨の厚みが約6.6 mm程度、皮質骨厚は約2.2 mm程度で、埋入後の安定性が十分確保できると考えた。本症例で用いた装置と、他の大白歯遠心移動装置の相違点は、第二大臼歯も一塊にして移動させるメカニクスであった。山口らの報告<sup>13)</sup>によれば、第二大臼歯萌出後の上顎歯列の遠心移動に必要な

牽引力は片側 500 g であり、大きな牽引力を必要とするため、2本の歯科矯正用アンカースクリューを埋入し、安定性の高い固定源とする必要があった。また、アームを連結させることにより、可及的に水平方向への牽引を行える設計とした。これは、アンカースクリューから直接牽引することによって生じる力のベクトルが、遠心方向および口蓋方向に向かって働き、大白歯の近心傾斜を防ぐ目的であった。本症例では、約 250 g の牽引力を負荷したが、アンカースクリューに動揺も認められず、過度な大白歯の近心傾斜も起こすことなく遠心移動を完了することができた。

従来、上顎歯列弓の遠心移動は、ペンデュラム装置、ディスタルジェットなどの口腔内装置で行われてきた<sup>14-16)</sup>。一方で、絶対固定の効果を得られる歯科矯正用アンカースクリューの普及に伴い、遠心移動のために使用されることが増えた。Lisa らは<sup>17)</sup>、歯科矯正用アンカースクリューとペンデュラム装置によるそれぞれの遠心移動量の比較を行っている。歯科矯正用アンカースクリューの平均遠心移動量は約 4.9 mm、ペンデュラム装置による平均移動量は約 2.5 mm であり、アンカースクリューは、遠心移動のために有効な手段であることが報告された。しかしながら、歯科矯正用アンカースクリューには、さまざまな脱離リスクがあることもわかっている。脱離のリスクファクターは、スクリュー埋入部付近の歯肉炎症、過大な矯正力によるマイクロフラクチャーなどが報告されている<sup>18,19)</sup>。これらのリスクを回避するために、埋入の決定は慎重に行わなければならない。本症例においても画像診断、口腔内診査を行った後に埋入部位の決定をした。また、本症例では上顎大白歯の遠心移動中に大白歯が挺出したことにより、FMA が 24.0° から 25.1° に変化したと考えられる。今後は、大白歯の移動メカニクスに留意しながら FMA の開大を最大限防止する治療を行っていききたい。

重度骨格性のⅡ級不正咬合患者を非外科的矯正治療で行う際には、上顎前歯部歯根の移動量は大きくなり、このため歯根吸収のリスクとなり治療メカニズム上の注意が必要であった。Taner らの報告<sup>20)</sup>により、Ⅱ級患者治療後の上顎前歯部における平均歯根吸収量は、2.0 mm 以上であった。また、Angle Ⅱ級 1 類不正咬合患者では 8 割に明らかな上顎中切歯の歯根吸収を認めたとの報告もある<sup>21)</sup>。歯根吸収は、長期的な歯列の安定に影響を与える可能性がある。したがって、適切な矯正力やメカニクスに配慮して歯根吸収の発生を最小限に抑えるような矯正歯科治療を行う必要がある。本症例では、上顎前歯部が著しく唇側傾斜しており、過大な overjet を是正する必要があったこと

から上顎前歯部の大きな移動を行ったが、歯根吸収はほぼみられなかった。今回の治療メカニズムでは、弱い力での歯の移動を行ったことや、ワイヤーにコンペンセーションカーブを付与して皮質骨に歯根が接触しないように配慮したこと、また治療途中で 2 か月程の前歯の移動休止期間を設けたことなどが歯根吸収を防止できた要因であると考えられた<sup>22,23)</sup>。

外科的矯正治療の診断の患者が、必ずその治療を受け入れるとは限らない。Niels ら<sup>24)</sup>によれば、外科的矯正治療の診断を下した患者 396 人のうち、160 が外科治療を行わず、非外科的矯正で治療を行っていた。手術を選択しなかった主な理由としては、神経損傷のリスク回避のためであった。したがって、外科的矯正治療を望まない患者は少なくないため、非外科的矯正治療で不正咬合を改善できる知識と技術を修得することは非常に重要である。

一方、非外科的矯正治療では骨格を変化させることは困難であることから、下顎頤部の後退や前突、上顎骨自体の前後上下的位置の変化を求めている患者に対しては、外科的矯正治療を行うべきである<sup>25,26)</sup>。非外科的矯正治療で治療できる部位は、あくまで歯に限定されているため、それを理解し同意を得るためには慎重な説明が必要になることを忘れてはいけない。本症例では、治療前の診断で、治療により改善が期待できる部位とそうでない部位の説明を十分に行い、患者理解度を深めていったことで、治療終了後において患者満足度が高い結果となった。

Mihalik ら<sup>27)</sup>の報告で、骨格性Ⅱ級患者の非外科的矯正治療を行った長期経過によれば、overjet で 0.78 ± 0.65 mm、overbite で 1.53 ± 0.96 mm の後戻りが報告されている。本症例では、矯正治療終了時には良好な咬合が維持されているが上下前歯の舌側移動および大白歯遠心移動を行っているため通常よりも長期的に保定経過観察を行っていく予定である。

## 結 語

上下顎前歯部唇側傾斜を伴う重度の骨格性Ⅱ級上顎前突症例に対して歯科矯正用アンカースクリューを併用して非外科的矯正治療を行った結果、緊密な咬合関係、良好なプロファイルを得ることができた。この結果には、歯科矯正用アンカースクリューの併用が不可欠であった。歯の移動量が多かったため、長期的な保定観察を行う予定である。手術を望まない患者に対して、非外科的矯正治療のアプローチは、患者満足度を向上させるうえで重要な選択肢の一つになることが示唆された。

## 利益相反

申告すべき利益相反はなし。

## 文 献

1. 小川麻衣, 高橋康代, 伏木怜奈, 堀貫恵利ほか: 日本大学歯学部付属歯科病院歯科矯正科における実態調査. *Nihon Univ Dent J.* **90**(1): 53-60, 2016.
2. Kindelan JD, Sheard CE, Nashed RR: A comparison of patients requiring orthognathic treatment who subsequently refused or accepted surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* **13**(2): 115-118, 1998.
3. 大柵泰子, 清水典佳: 上下顎前歯部叢生を伴う骨格性上顎前突症例. *Nihon Univ Dent J.* **92**(1): 11-17, 2018.
4. 三瀬 泰, 森田修一, 八巻正樹, 斎藤 功: 重度の上顎前突における治療前後の硬, 軟組織側貌変化—上顎前歯部歯槽部骨切り術を用いた外科的矯正治療と大白歯抜歯を行った矯正治療単独治療との比較. *Orthod Waves Jpn Edit.* **69**(3): 181-191, 2010.
5. Guilherme J, Adriana CB, José FC, Marcos RF *et al.*: Class II treatment success rate in 2- and 4-premolar extraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **125**(4): 472-479, 2004.
6. William RP, Celb P, Neofitis D: A comparison of outcomes of orthodontic and surgical-orthodontic treatment of class II malocclusion in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **101**(6): 556-565, 1992.
7. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Jae HS *et al.*: Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod.* **37**(6): 321-328, 2003.
8. 黒田晋吾, 出口 徹, 山本照子: ミニスクリューを用いた矯正治療における診断. *東京矯歯会誌.* **17**(1): 23-30, 2003.
9. Hans P, Sabine R, Christina E, Ken H: The mechanism of Class II correction in surgical orthodontic treatment of adult Class II, division I malocclusions. *Angle Orthod.* **74**(6): 800-809, 2004.
10. 本吉 満: 歯科矯正用アンカースクリューの基礎と実戦—安全な植立と臨床応用例—. *クインテッセンス出版株式会社.* **9**: 42-46, 2014.
11. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N: Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **22**(5): 779-784, 2007.
12. Benedict W, Dieter D, Manuel N: A Miniplate System for Improved Stability of Skeletal Anchorage. *J Clin Orthod.* **43**(8): 494-501, 2009.
13. 山口修二, Wilmes B, 安香讓治, Nienkemper M ほか: Beneslider 装置を応用した上顎大白歯の遠心移動. *矯正臨床ジャーナル.* **30**(5): 53-59, 2014.
14. Ghosh J, Nanda RS: Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **110**(6): 639-646, 1996.
15. Bussick TJ, McNamara JA: Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **117**(3): 333-343, 2000.
16. Carano A, Testa M: The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod.* **30**(7): 374-380, 1996.
17. Lisa M, Giuliano M, Alberto C: Skeletal versus conventional intraoral anchorage for the treatment of class II malocclusion: dentoalveolar and skeletal effects. *Prog Orthod.* **15**(1): 43, 2014.
18. Manni A, Cozzani M, Tamborrino F, Sergio DR *et al.*: Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews. *Eur J Orthod.* **33**(4): 388-395, 2013.
19. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K *et al.*: Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **124**(4): 373-378, 2003.
20. Taner T, Ciger S, Sencift Y: Evaluation of apical root resorption following extraction therapy in subjects with Class I and Class II malocclusions. *Eur J Orthod.* **21**(5): 491-496, 1999.
21. DeShields RW: A study of root resorption in treated Class II, Division I malocclusions. *Angle Orthod.* **39**(4): 231-245, 1969.
22. Levander E, Malmgren O, Eliasson S: Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod.* **16**(3): 223-228, 1996.
23. Debora AH, Allan SJ, Ali DM: Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a micro-computed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **130**(5): 639-647, 2006.
24. Niels H, Arild S, Lisen E: Patients offered orthognathic surgery: Why do many refrain from treatment? *J Craniomaxillofac Surg.* **42**(5): 296-300, 2014.
25. Gramling JF: The Probability Index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **107**(2): 165-171, 1995.
26. Mobarak KA, Espeland L, Krogstad O, Lyberg T: Soft tissue profile changes following mandibular advancement surgery: long-term outcome. *Am J orthod Dentofacial Orthop.* **119**(4): 353-367, 2001.
27. Mihalik CA, Proffit WR, Philips C: Long-term follow-up of Class II adults treated with orthodontic camouflage: a comparison with orthodontic surgery outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **123**(3): 266-278, 2003.