

## 骨格の非対称性および臼歯部交叉咬合におけるカムフラージュ治療：症例報告

外川(増山)萌子<sup>1</sup> 中嶋 昭<sup>1,2</sup> 本吉 満<sup>1,2</sup><sup>1</sup> 日本大学歯学部歯科矯正学講座<sup>2</sup> 日本大学歯学部総合歯学研究所 臨床研究部門

## 要旨

**【目的】** 臼歯部交叉咬合の不正咬合の多くは顔面非対称を伴うことが多い。本症例は28歳の日本人女性であり、顔面非対称を含む右側臼歯部の交叉咬合を特徴とする前歯部叢生を伴う Angle class III 不正咬合である。患者は、顎矯正手術や歯科矯正用アンカースクリュー (Orthodontic Anchorage Screw : OAS) の両方を拒否した。そこで、顎間固定を使用した従来のエッジワイズ法のみによるカムフラージュ矯正治療を行い、良好な結果が得られたところから報告する。

**【方法】** 治療方法は顎矯正手術もしくは OAS のどちらも使用せず、顎間ゴムのみを使用した標準的なエッジワイズ装置を用いた。診断上、上下左右小臼歯抜歯にて治療を行った。

**【結果】** 動的治療期間は2年2ヶ月であった。歯列正中線の改善によって理想的なオーバーバイトとオーバージェットを、臼歯部交叉咬合の改善を行い良好な結果を得ることができた。患者は、治療後の機能、および審美性の改善に満足していた。さらに、2年間の保定によって、咬合と調和のとれた顔貌の審美性の安定が得られた。

**【結論】** 本症例結果から、カムフラージュ矯正治療によって骨格性非対称の改善は不可能であるが、ある程度の顔貌の対称性および咬合の改善は、顎間ゴムの協力性および治療のワイヤーメカニクスの工夫によって改善することが可能であることが示唆された。

**キーワード：**カムフラージュ矯正治療、顔面非対称症例、臼歯部交叉咬合、Angle class III 不正咬合

## Camouflage treatment for skeletal asymmetry and posterior cross bite malocclusion: A case report

Moeko Togawa (Masuyama) <sup>1</sup>, Akira Nakajima<sup>1,2</sup>, and Mitsuru Motoyoshi<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Department of Orthodontics, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan.<sup>2</sup>Division of Clinical Research, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry

## Abstract

**【Purpose】** Most cases of posterior crossbite malocclusion involve facial asymmetry. A 28-year-old Japanese female patient presented with Angle class III malocclusion characterized by a unilateral right molar crossbite, including facial asymmetry. In addition, the patient had slight anterior crowding. The patient refused either orthognathic surgery or orthodontic anchorage screw (OAS), including micro-implants for absolute anchorage. Thus, we performed camouflage orthodontic treatment with extraction of four bicuspids using the conventional edgewise technique.

**【Methods】** The treatment modality was a standard edgewise appliance that used only intraoral elastics without neither orthognathic surgery nor OAS.

**【Results】** The active treatment period was 2 years and 2 months. A favorable result of the ideal overbite and overjet and correction of the bilateral posterior crossbite were achieved with midline shift. The patient was very satisfied with the improvement in function and esthetics after the treatment. Furthermore, the occlusion and harmonious facial esthetics were stable after 2 years of retention periods.

**【Conclusion】** This case report suggested that it is not possible to improve skeletal asymmetry by camouflage treatment, but it could be improved facial symmetry and occlusion to some extent by elastics cooperation and wire considered mechanics of the treatment.

**Keywords:** camouflage orthodontic treatment, facial asymmetry, posterior crossbite, Angle class III malocclusion

---

(受付：令和5年5月17日)

責任著者連絡先：中嶋 昭  
日本大学歯学部歯科矯正学講座

〒101-8310 東京都千代田区神田駿河台1-8-13

TEL : 03-3219-8105

FAX : 03-3219-8365

E-mail : nakajima.akira@nihon-u.ac.jp

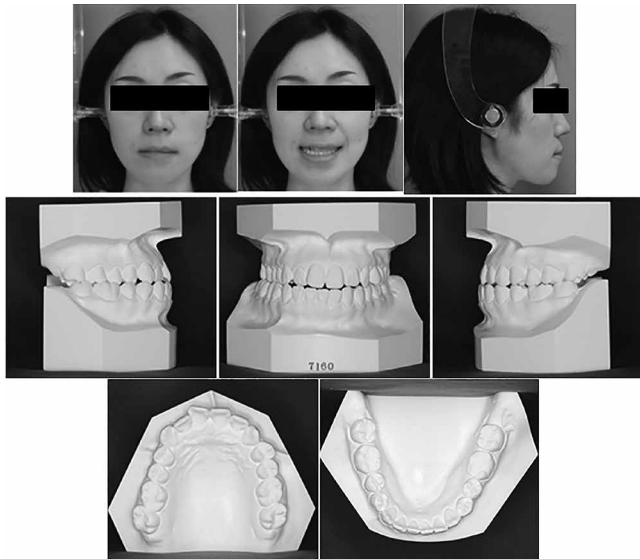


図 1 初診時の顔面写真および口腔内模型

緒 言

顔面非対称を伴う臼歯部交叉咬合に対する治療は、咀嚼などの機能的問題を改善するだけでなく、顎顔面に伴う審美的問題を改善する目的がある。臼歯部交叉咬合は、有病率7.5%<sup>1)</sup>、永久歯列では11.9%<sup>2)</sup>であり、乳歯列および混合歯列でよく見られる不正咬合である。交叉咬合の病因は、歯性、骨性、機能性の多因子環境であるが、ほとんどが遺伝的なものとされ、この咬合状態は通常、自然治癒しないとされている<sup>3,4)</sup>。

成人の顔面非対称を含む交叉咬合では、患者が理想的な顔面調和と対称性を期待する場合、矯正歯科医は一般的に治療計画の必須要素として顎矯正手術を併用する治療を選択する<sup>5)</sup>。カムフラージュ矯正治療は、患者が顎矯正手術を拒否した場合に行われる治療で、根本的な問題が骨格にない場合に行われる治療法である<sup>6,7)</sup>。成人患者においても、臼歯部交叉咬合のような水平方向の問題を修正するためには、上顎の拡大が必要となる場合がある<sup>6,7)</sup>。この臼歯部交叉咬合改善のための拡大装置は、急速拡大装置<sup>8)</sup>、quad-helix appliance<sup>4,9-11)</sup> あるいは removable plates<sup>3,4,12)</sup> などの様々な拡大方法が報告されている。

臼歯部交叉咬合は、下顎骨の移動を伴う不正咬合であり、顔面の非対称性を伴うために、歯列正中線の位置に配慮することが重要である。本症例では、カムフラージュ治療における口腔機能改善のために、側貌のフェイシャルバランス、上下歯列正中線の位置に配慮し、OASを用いない場合でも従来のマルチブラケット装置のメカニクスを用いて良好な結果が得られたところから報告する。

症例の概要

症例は28歳女性であり、一般開業医より日本大学歯学部附属歯科病院に顎関節症を伴う咀嚼障害を主訴に、全体的

表 1 側面頭部エックス線規格写真分析

	平均値*	標準偏差*	治療前	治療後	保定後
SNA	81.3	2.69	79.0	79.0	79.0
SNB	78.75	2.71	78.0	77.0	77.0
ANB	2.56	1.08	1.0	2.0	2.0
FH to NA	86.14	3.55	86.5	86.7	87.2
FH to NB	83.91	1.66	87.7	88.2	89.0
Facial angle	84.04	3.42	92.6	91.9	91.4
Convexity	3.52	2.52	1.8	2.9	2.8
Y-axis	66.31	3.85	57.5	57.8	58.4
Gonial angle	118.84	6.1	132.2	131.9	132.2
SN to Palatal	8.29	3.21	13.6	13.1	13.7
SN to Mandibular	30.01	4.08	44.6	44.3	44.7
SN Pog	79.97	3.52	78.4	77.9	77.6
Palatal to Mandibular	22.15	3.74	31.0	31.1	31.0
FMIA	56.9	6.39	58.5	69.5	69.5
IMPA	96.77	6.41	91.0	80.0	80.0
FMA	26.34	4.07	30.5	30.5	30.5
FH to Occlusal	9.9	3.84	12.6	8.0	9.6
FH to U1	112.08	4.23	117.2	111.8	111.2
U1 to L1	123.54	5.46	121.3	137.9	138.0
NP to U1(mm)	8.55	1.46	11.0	7.4	7.5
NP to L1(mm)	5.48	2	9.5	3.3	3.5
E-line-UL			2.0	-0.1	0.5
E-line-LL			4.5	0.5	1.0
Overjet			-1.0	2.5	2.0
Overbite			0.0	2.0	3.0

\*宮下邦彦(1986) カラーアトラスX線解剖学とセファロ分析学。クインテッセンス出版。東京。208-259。より引用

な咬合改善と審美性改善も希望し来院した。矯正治療前に顎関節科にて顎関節痛について Stabilization 型スプリント療法で半年間治療したところ、痛みは軽快した。そこで、臼歯部交叉咬合と咬合異常のため、顎関節症科から当科に紹介された。

診断および治療計画

病歴についてアレルギーや内科的疾患は無く、初診時の歯科矯正精密検査では顎機能障害の兆候や症状は認められなかった。顔貌は非対称で、側貌は Convex type であり、下唇が突出していた (図 1)。歯牙の脱灰や歯周病の所見は認めなかった (図 1)。Arch length discrepancy は -0.5 mm、Spee 湾曲は -1.0 mm を示した。咬合は左側前歯部が切端咬合、右側臼歯部が交叉咬合であり、臼歯関係は Angle class III で上顎前歯はやや叢生を呈していた。下顎歯列正中線は右側に 4 mm 偏位していた (図 1)。

パノラマエックス線画像では、歯根、歯槽骨、顎関節に問題は無く、その他の異常を示す所見は無かった (図 2)。側面頭部エックス線規格分析では、ANB 角 1.0°、下顎平面角 (FMA) 30.5° と正常な骨格関係を示し (表 1)、Dolico-facial パターンを示した。治療前の歯系は FH to U1 が 117.2°、FMIA が 58.5°、U1 to L1 が 121.3° のため、上下の切歯に唇側傾斜が認められた。そのため、E-line から上唇までの距離は 2.0 mm、下唇までの距離は 4.5 mm を示し、Convex type であった。正面頭部エックス線規格写真

表2 正面頭部エックス線規格写真分析

	平均値*	標準偏差*	治療前	治療後	保定後
Denture midline (mm)	0.0	1.7	3.0	0.0	0.0
Maxillo-mandibular width	JR (mm)	12.5	3.0	15.0	15.0
	JL (mm)	12.5	3.0	18.0	18.0
Maxillo-mandibular midline (deg.)	0.0	2.3	7.0	3.0	5.0
Denture to jaw midline (mm)	0.0	1.4	5.0	1.0	0.0
Postural symmetry (deg.)	0.0	1.7	3.0	2.0	1.0

\*宮下邦彦(1986)カラーアトラスX線解剖学とセファロ分析法. クインテッセンス出版, 東京, 208-259. より引用

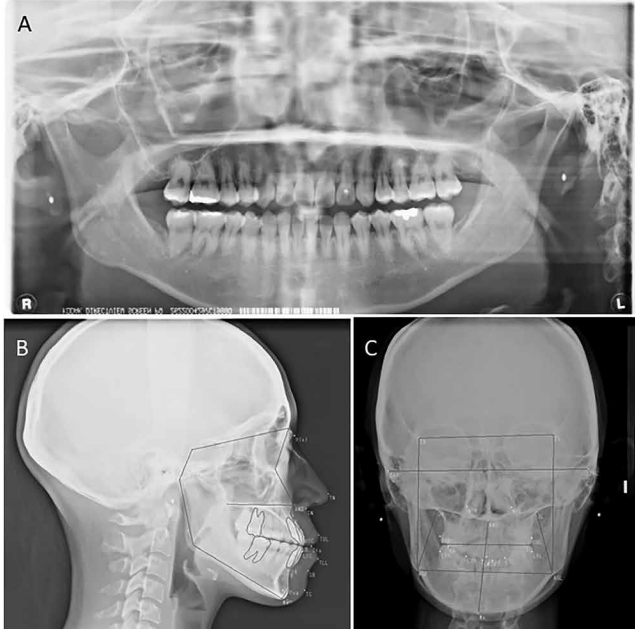


図2 初診時のパノラマエックス線写真 (A), 側面頭部エックス線規格写真 (B), 正面頭部エックス線規格写真 (C)

分析の結果, 正中線は3.0 mm 右側に偏位, JRは15.0 mm, JLは18.0 mm, 上下正中偏位は7.0 mm, 歯列一顎正中 (Denture to jaw midline) が5.0 mm 偏位, Postural symmetry は3.0 mm (表2) であり骨格の非対称性を示していた (表2, 図2C)。

診断の結果, 骨格の非対称性と上下切歯の傾斜を含む Angle class III 関係を改善するために, 初期治療方針は下顎枝矢状分割顎離断手術を併用した上顎第一小臼歯と下顎第二小臼歯の抜歯を計画した。しかし, 患者は顎矯正手術とともに歯科矯正用アンカースクリュー (Orthodontic Anchorage Screw : OAS) についても拒否したために, 4本の第一小臼歯を抜歯し, 正中線の変位, Angle class III 臼歯関係, 上下切歯の傾斜, および側方の改善のため顎間ゴムのみで治療する計画とした。

治療内容と経過

上下歯列に0.022インチスロットのスタンダードエッジワイズブラケットを装着し, 上顎に0.016インチ Ni-Ti ワイヤー, 下顎に0.014インチ Ni-Ti ワイヤーを用い, レベリングを開始した (図3 A-a, A-b, A-c)。レベリングアライメントおよび臼歯の tip-back を行う期間は合計3ヶ月で

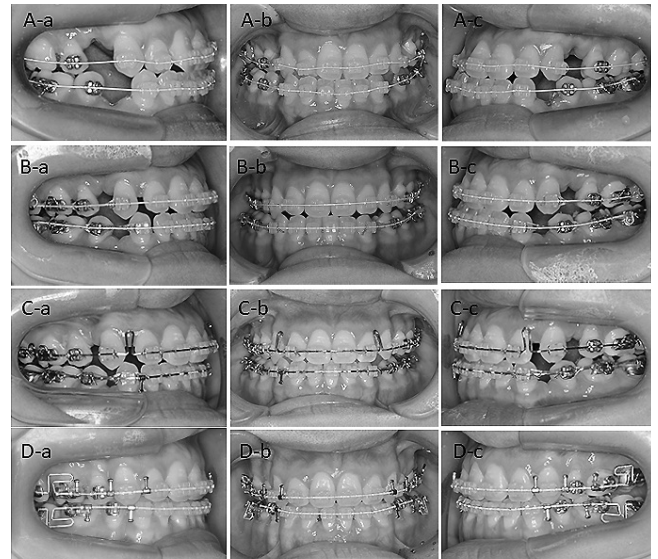


図3 治療経過の口腔内写真: 上下顎アーチに0.014インチの Ni-Ti ワイヤーにてレベリングを開始 (A-a: 右側面図, A-b: 正面図, A-c: 左側面図), 0.017×0.025インチのステンレスワイヤーにて犬歯の遠心移動を開始 (B-a: 右側面図, B-b: 正面図, B-c: 左側面図), 0.019×0.025インチステンレスワイヤーにて空隙閉鎖を開始 (C-a: 右側面図, C-b: 正面図, C-c: 左側面図), 0.019×0.025インチステンレスワイヤーにて咬合嵌合の緊密化を行った (D-a: 右側面図, D-b: 正面図, D-c: 左側面図 D-a, b, c)

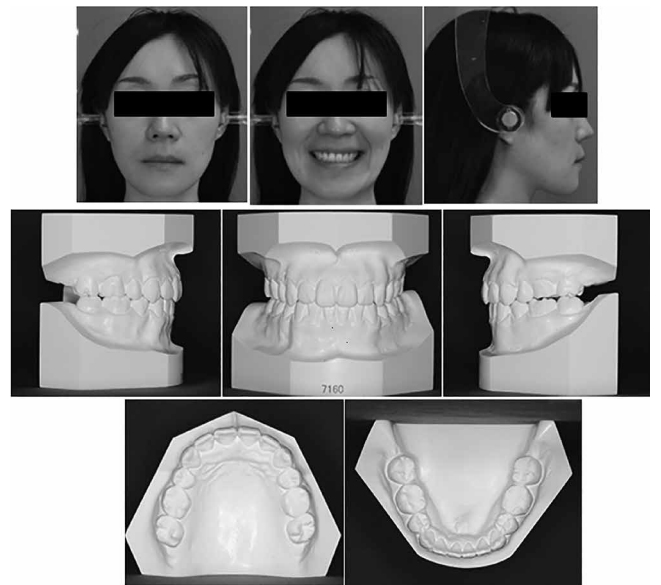


図4 動的治療終了時の顔面写真および口腔内模型

あった。その後, 0.018インチのステンレスワイヤーおよび0.017×0.025インチステンレスワイヤーを用いて犬歯の遠心移動を行った (図3 B-a, B-b, B-c)。

上下顎0.019×0.025インチステンレスワイヤーを用いて空隙閉鎖を行った (図3 C-a, C-b, C-c)。上顎のクロージングアーチワイヤーは, 側切歯—犬歯間にクロージンググループを付与し, オリジナルのアーチフォームより第2大



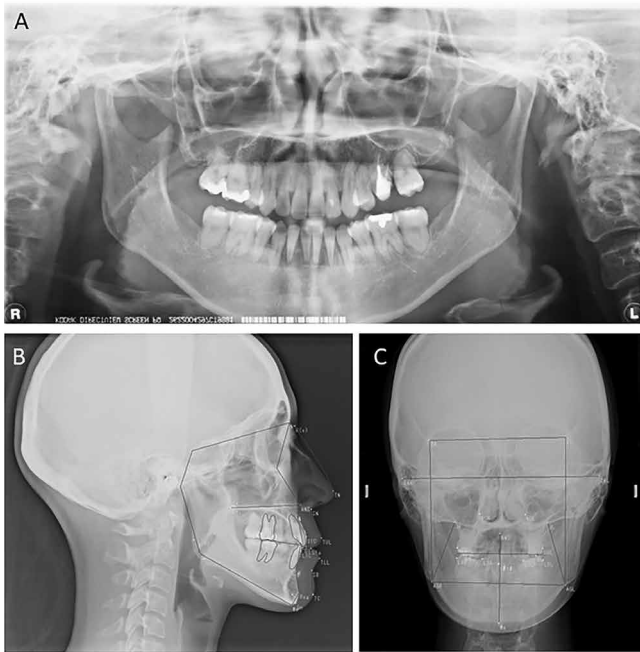


図5 動的治療終了時のパノラマエックス線写真 (A), 側面頭部エックス線規格写真 (B), 正面頭部エックス線規格 (C)

臼歯部で片側10 mm 頬側に拡大を行い、空隙閉鎖を行った。下顎は、エラスティックチェーンを来院ごとに交換し、ナローアーチになるように調整した。本治療ステップでは、空隙閉鎖時に Class I の犬歯および大臼歯の関係への改善、正中線が改善するように上下歯列を調整した (図 3 C-a, C-b, C-c)。空隙閉鎖時には、食事時以外は右側の III 級ゴム、前歯部の diagonal elastic (左上から右下)、左犬歯の垂直ゴムを装着するように指示した (図 3 C-a, C-b, C-c)。治療 7 ヶ月後、両アーチの正中線は一致した。犬歯と臼歯の関係は Angle class I に改善した。咬合の緊密化のディテーリングは、0.019×0.025 インチステンレスワイヤーで 10 ヶ月間を行った (図 3 D-a, D-b, D-c)。動的治療期間は合計 26 ヶ月であった。ディボンディングを行い、Begg タイプリテーナーを装着し、歯列咬合安定のために保定を行った。

## 結 果

治療によって良好な咬合に改善し、上下口唇を後退させることで側貌が改善された (図 4)。歯列弓は整列・平坦化され、理想的なオーバーバイトとオーバージェットが確立された (図 4)。パノラマエックス線写真では、歯槽骨にエックス線透過像や炎症像も認めなかった (図 5 A)。抜歯症例であるため上下顎切歯の舌側移動をしたにも関わらず、歯根吸収は最小限であった (図 5 A)。

治療後の側面頭部エックス線規格分析では、SNA 角が 79.0° から変化なく、SNB 角が 78.0° から 77.0° に減少し、ANB 角は 1.0° から 2.0° に増加した (表 1, 図 5 B)。すなわち、下顎の骨格変化は後方へ改善された (表 1)。歯系の

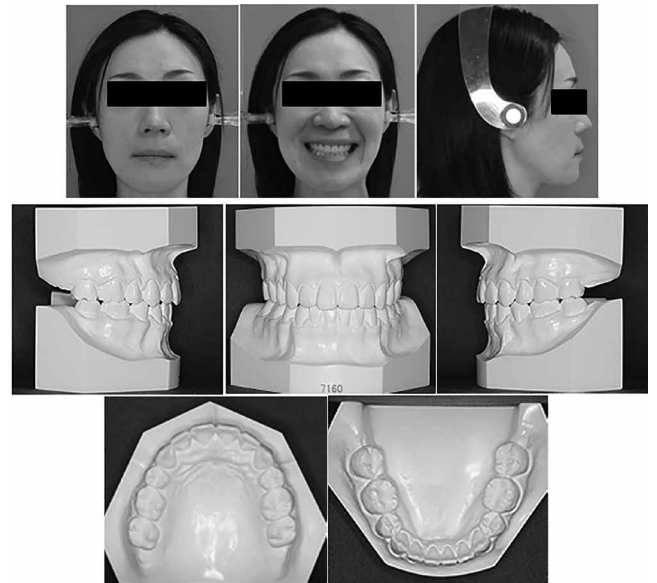


図 6 保定後の顔面写真および口腔内写真

変化としては、上顎切歯の舌側傾斜が認められ、FH to U1 が 117.2° から 111.8° に減少した (表 1)。下顎切歯は 58.5° から 69.5° (FMIA) に直立し、切歯間角は 121.3° から 137.9° に増加した (表 1)。

正面頭部エックス線規格分析結果では、歯列正中線が 3.0 mm 右に移動した (表 2, 図 5 C)。JR/JL は変化しなかったが、顎骨正中線は 7.0 mm から 3.0 mm, Denture to jaw は 5.0 mm から 1.0 mm, Postural symmetry は 3.0 mm から 2.0 mm に減少した (表 2, 図 5 C)。歯列正中線の不一致は解消され、Class I の臼歯の関係で適切なオーバージェットとオーバーバイトが得られた (図 4)。骨格の非対称性は残るものの (図 4, 図 5 C)、口腔内の審美性は改善し、良好な咬合を得ることができた (図 4)。また、側貌は Convex type から Straight type に改善した (図 4)。

保定は、24 ヶ月間経過観察を行い、保定後の結果は、良好なスマイルライン、正中線および Angle class I の犬歯と臼歯の関係を含む理想的な咬合を維持した (図 6, 図 7)。側面頭部エックス線規格写真分析では、SNA 角, SNB 角, ANB 角がそれぞれ 79.0°, 77.0°, 2.0° に維持されていた (表 1)。また歯系の変化は、FH to U1 が 111.2°, FMIA が 69.5° (FMIA) および U1 to L1 が 138.0° と動的治療後の数値から安定していた (表 1)。側面頭部エックス線規格写真のトレースの重ね合わせにより、上顎臼歯は顕著なアンカレッジロスを認めず、切歯と臼歯の位置はセファロの重ね合わせで保定後も安定していた (図 8 A)。正面頭部エックス線規格写真分析についても治療後からの変化は見られず、保定期間中も正貌および上下咬合は正中を含め安定していた (図 7, 図 8 A)。

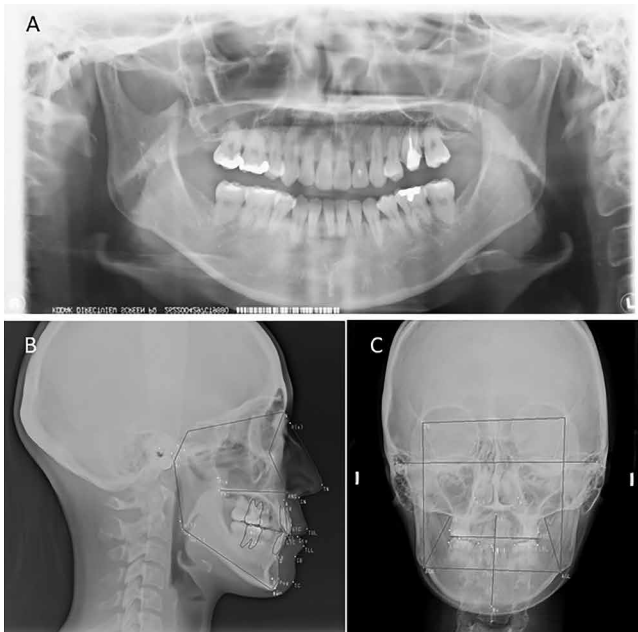


図7 保定後のパノラマX線写真 (A), 側面頭部エックス線規格写真 (B), 正面頭部エックス線規格 (C)

考 察

顔面非対称を伴う臼歯交叉咬合の治療は、顎矯正手術により顔貌および咬合の改善を行うことが一般的であるが、手術の観血的処置や全身麻酔の危険性<sup>13)</sup>から顎矯正手術を拒否する患者もいる。そのため、可能な限り患者のために代替の治療計画を立てなければならない。これまで顔面非対称を伴う臼歯部交叉咬合に対する非外科的治療の可能性について、多くの報告がされている<sup>14-22)</sup>。

なかでも、顔面非対称の交叉咬合には治療メカニクスとして、咬合平面改善が下顎の位置決め的重要な要素であるとしている<sup>17-20)</sup>。また、Ishizaki ら<sup>18)</sup>は、下顎骨の側方移動は単純な下顎骨の側方移動のみによるものではなく、顎運動経路の移動に伴って下顎が3次元的に変化していると報告している。外科的治療と非外科的治療による Angle class II 不正咬合の治療結果を比較すると、OAS を使用したカムフラージュ治療を行った症例は、骨格的な計測値の平均変化は外科的治療患者より有意に小さかったと報告している<sup>6)</sup>。しかし、OAS には、金属アレルギー、植立の失敗、あるいは上顎洞穿孔などのリスク<sup>22-25)</sup>がある。OAS を使用した治療についても、代替の治療方針についても考慮しなければならない場合もある。

本症例では、手術治療や OAS の両方を拒否されたため、特に治療にあたり配慮した点として、空隙閉鎖の治療ステップにおいて、上顎アーチワイヤー拡大しながらクロージンググループを組み込んだアーチワイヤーにて空隙閉鎖を行った。下顎はエラスティックチェーンを用いて図8Bに示すように歯列の狭小化を行いながら<sup>26)</sup>空隙閉鎖を行った。また、顎間固定を併用し、特に空隙閉鎖およびディテリー

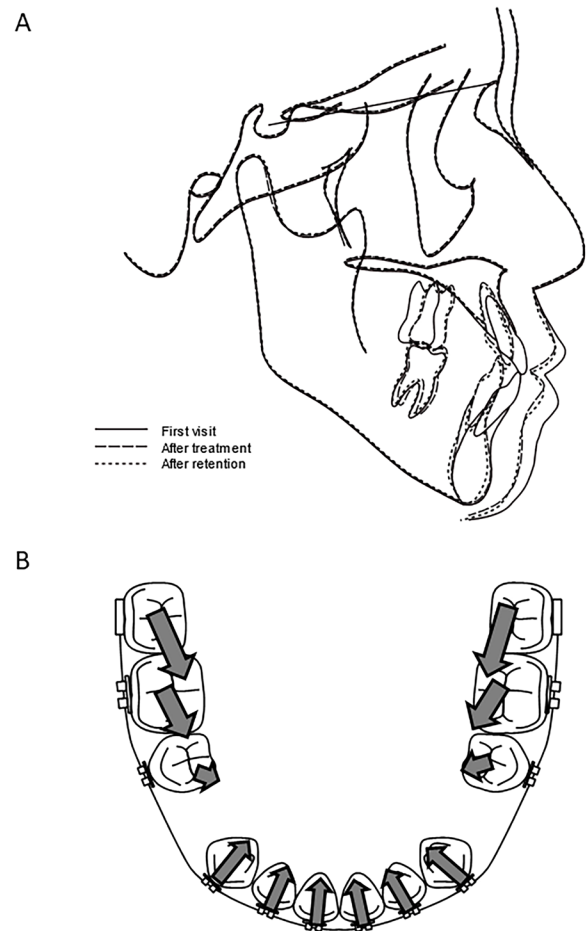


図8 A: 治療前, 動的治療終了後, 保定後の側面頭部エックス線規格写真の重ね合わせ, B: エラスティックチェーンにて空隙閉鎖する際のバイオメカニクスのベクトル方向 (青木ら<sup>26)</sup>の報告を改変)

ングを行った結果、咬合と顔貌軟組織の調和が理想的な治療となったものと考えられる。したがって、顔面非対称のカムフラージュ治療を成功させるためには、歯列正中線の位置を治療中に配慮し、犬歯・臼歯関係を改善しながら正中線をガイドとして治療を行うことが重要であることが示唆された。

結論として、顔面非対称を伴う不正咬合に対して小臼歯抜歯を行い、アンカレッジコントロールを考慮した非外科的アプローチ、すなわちクロージングのメカニクス、顎間ゴムの適切な装着を行うことで、矯正治療のみである程度患者の満足の得られる治療が行える可能性が示された。本症例報告より、顎矯正手術および OAS を拒否した患者に対して口腔内の審美性を向上させ、患者の QOL を向上させるための有効な選択肢となり得ることが示唆された。

稿を終えるにあたり、本症例の初期治療に携わっていただいた本学矯正学講座の故 前園佳織先生に深く感謝と哀悼の意を表します。また、懇切なるご指導およびご校閲を賜りました南カリフォルニア大学、ヘルスサイエンスセンター、歯科矯正学

講座の Glenn G. Sameshima 教授に深く感謝の意を表します。The author would like to thank Prof. Glenn G. Sameshima, University of Southern California, Health Science Center, Department of Orthodontics, for his kind guidance and English review of this manuscript.

本論文に関して、開示すべき利益相反はありません。

## 文 献

- 1) Keski-Nisula K, Lehto R, Lusa V, Keski-Nisula L, Varrela J (2003) Occurrence of malocclusion and need of orthodontic treatment in early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 124, 631-638.
- 2) Jonsson T, Arnlaugsson S, Karlsson KO, Ragnarsson B, Arnarson EO, Magnusson TE (2007) Orthodontic treatment experience and prevalence of malocclusion traits in an Icelandic adult population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131, 8.e11-8.e18.
- 3) Petren S, Bondemark L, Soderfeldt B (2003) A systematic review concerning early orthodontic treatment of unilateral posterior crossbite. *Angle Orthod* 73, 588-596.
- 4) Godoy F, Godoy-Bezerra J, Rosenblatt A (2011) Treatment of posterior crossbite comparing 2 appliances: A community-based trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139, e45-e52.
- 5) Burstone CJ (1998) Diagnosis and treatment planning of patients with asymmetries. *Semin Orthod* 4, 153-164.
- 6) Mihalik CA, Proffit WR, Phillips C (2003) Long-term follow-up of Class II adults treated with orthodontic camouflage: A comparison with orthognathic surgery outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123, 266-278.
- 7) Tian H, Xie C, Lin M, Yang H, Ren A (2020) Effectiveness of orthodontic temporary anchorage devices in canine retraction and anchorage preservation during the two-step technique: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 20, 278.
- 8) Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ (2000) Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod* 70, 129-144.
- 9) Cozzani M, Guiducci A, Mirengi S, Mutinelli S, Siciliani G (2007) Arch width changes with a rapid maxillary expansion appliance anchored to the primary teeth. *Angle Orthod* 77, 296-302.
- 10) Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, Bollen AM (2009) Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136, 331-339.
- 11) Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS (2010) Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137, 830-839.
- 12) Lagravere MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW (2010) Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137, 304.e1-304.e12.
- 13) Lin S, McKenna SJ, Yao CF, Chen YR, Chen C (2017) Effects of hypotensive anesthesia on reducing intraoperative blood loss, duration of operation, and quality of surgical field during orthognathic surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Oral Maxillofac Surg* 75, 73-86.
- 14) Hamamci N, Basaran G, Tumen EC, Ozdemir E (2008) Nonsurgical orthodontic treatment of an adolescent girl with Class III malocclusion and asymmetric maxillary narrowing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 134, 309-317.
- 15) Anhoury PS (2009) Nonsurgical treatment of an adult with mandibular asymmetry and unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135, 118-126.
- 16) Gurel HG, Memili B, Erkan M, Sukurica Y (2010) Long-term effects of rapid maxillary expansion followed by fixed appliances. *Angle Orthod* 80, 5-9.
- 17) Jamilian A, Showkatbakhsh R (2010) Non-surgical treatment of mandibular deviation: A case report. *Aust Orthod J* 26, 201-205.
- 18) Ishizaki K, Suzuki K, Mito T, Tanaka EM, Sato S (2010) Morphologic, functional, and occlusal characterization of mandibular lateral displacement malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137, 454.e1-454.e9.
- 19) Petren S, Bjerklind K, Bondemark L (2011) Stability of unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: a randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139, e73-e81.
- 20) Primožic J, Richmond S, Kau CH, Zhurov A, Ovsenik M (2013) Three-dimensional evaluation of early crossbite correction: A longitudinal study. *Eur J Orthod* 35, 7-13.
- 21) Fage SW, Muris J, Jakobsen SS, Thyssen JP (2016) Titanium: A review on exposure, release, penetration, allergy, epidemiology, and clinical reactivity. *Contact Dermatitis* 74, 323-345.
- 22) Antoszewska-Smith J, Sarul M, Lyczek J, Konopka T, Kawala B (2017) Effectiveness of orthodontic miniscrew implants in anchorage reinforcement during en-masse retraction: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 151, 440-455.
- 23) Becker K, Pliska A, Busch C, Wilmes B, Wolf M, Drescher D (2018) Efficacy of orthodontic mini implants for en masse retraction in the maxilla: A systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent* 4, 35.
- 24) Reynders RM, Isaia L (2019) Failure rates of palatal implants or mini-screws for orthodontic anchorage. *Evid Based Dent* 20, 9-11.
- 25) Sha HN, Lim SY, Kwon SM, Cha JY (2020) Camouflage treatment for skeletal Class III patient with facial asymmetry using customized bracket based on CAD/CAM virtual orthodontic system. *Angle Orthod* 90, 607-618.
- 26) 青木昌利, 山下道也, 波多野麻理, 中嶋 昭, 納村晋吉 (1998) スペースクローズを行った際に上顎歯列弓に生じる矯正力: スライディングメカニクスおよびノンスライディングメカニクスの比較. *日大歯学* 72, 623-632