

## 臨床

咬合挙上法に対する一考察  
—臼歯部トルクの反作用を利用して—

野田 隆夫 山形眞理子 相馬 邦道

東京医科歯科大学歯学部歯科矯正学第1講座

Takao NODA, Mariko YAMAGATA, Kunimichi SOMA

The First Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University

キーワード：咬合挙上、前歯部圧下、サードオーダーベンド、臼歯部トルク、咬合力

著者らは、臼歯部トルクの反作用を利用した簡便な方法で咬合挙上を行った。今回、この方法を用いた症例を紹介し、その有効性についても検討した。

患者は初診時 の女性で、上顎前歯の前突感を主訴として来院した。オーバーベジット +6 mm, オーバーバイト +5 mm, 上下顎前歯は唇側傾斜, ANB 5°, FMA 27° であった。上顎第一, 下顎第二小臼歯を抜歯し, SWA マルチブレケット法で治療を行った。上顎前歯後方移動は, 0.016"×0.022"のステンレススチールワイヤーをトラベリングアーチとして用いた。その際、臼歯部へクラウンバックカル方向のサードオーダーベンドすなわち、軸線を中心に 13° ねじり屈曲を付与した。そのワイヤーをブレケットへ装着することで生じる反作用を前歯部圧下力に利用した。下顎については、大臼歯近心移動後, 0.016"×0.022"ステンレススチールワイヤーをリバースカーブを付与して用いた。同時に、ワイヤー臼歯部にクラウンバックカル方向のサードオーダーベンドを付与し、ブレケットへ装着した際の反作用を前歯部圧下力に利用した。

その結果、側面頭部X線規格写真における治療前後の重ね合わせから上顎で 5 mm, 下顎で 4 mm 前歯の圧下が確認された。また、実験からこの圧下力は咬合力により大きくなることがわかり、本法は強い咬合力を有しかつ過蓋咬合を呈する症例に、特に有効であると考えられた。

(日矯歯誌 54(2) : 135~144, 1996)

**A new clinical trial in the bite-raising  
—The usage of the reaction of torque  
on the posterior teeth—**

An easy and convenient bite-raising technique using the reaction of torque on the posterior teeth was performed in a woman with the pro-

trusion of the maxillary anterior teeth as her chief complaint. Her characteristics were 6.0 mm. overjet and 5.0 mm. overbite. The maxillary first premolars and the mandibular second premolars were extracted and the SWA multi-bracket technique was used for the treatment. The active treatment time was 2 years and 11 months, and the anterior retraction phase was achieved by means of the travelling arch, 0.016"×0.022" stainless steel wire. During that phase, the crowns of the posterior teeth were buccally directed by the 13° third order bend. The reaction occurring at the time of the insertion to the brackets was used as the intrusive force on the anterior teeth.

The validity of this technique performed in such case was investigated by the measurement of the intrusive force. In the deep-bite case, the SWA brackets were bonded and the stainless steel rectangular wire was set on the 7653 | 3567. Three types of the third order bend performed on the crowns of the posterior teeth were -15°(buccally), 0° and +15°(lingually). Each of the intrusive force applied on the anterior teeth were measured during the mouth-opening and the maximum occluding stages.

According to such investigation, it was revealed that the intrusion of the anterior teeth was able to be achieved by the usage of the reaction of torque on the posterior teeth. Additionally, the intrusive force was found to be increased more in the maximum occluding stage than in the mouth-opening stage; hence, it was concluded that this method may have good effect and result in the treatment of the deep-bite with strong occlusal force cases.

(J. Jpn. Orthod. Soc. 55(2) : 135~144, 1996)

図 1 初診時の顔貌

図 2 初診時の口腔内

## 緒 言

過蓋咬合症例の咬合挙上は一般に困難であり、多くの咬合挙上法が考案されている。たとえば、咬合挙上板、ユーティリティアーチ、J-hook 装置がある。またマルチブラケット法においてステップアップベンドやループを組み込んだ方法は最も普及した方法の1つである。

しかし、これらの方法を組み合わせて用いることにより治療が複雑になり、患者の負担が大となることも否めない事実である。もっと簡便に比較的短期間に咬合挙上を行える方法があれば、治療上大きなメリットとなろう。

この点に関し、著者らは、アーチワイヤーの臼歯部のトルクすなわち、ねじりモーメント（回転力）の反作用を利用した簡便な方法で咬合挙上を行っている。そこで、今回、その症例を紹介し、その方法の有効性も考察したので報告する。

## 症 例

## 1. 初診時所見

患者は、初診時年齢 の女性で、上顎前歯の突出感を主訴に来院した。既往歴および全身所見に特記すべき事項はなかった。

## 1) 顔貌所見

正貌所見としては、口唇閉鎖時にオトガイ筋の緊張、側貌所見では、口元の突出感がみられ E-line からの上下口唇の位置はそれぞれ、+7 mm, +11 mm であった（図 1）。

## 2) 口腔内所見

オーバージェット +6 mm, オーバーバイト +5 mm であり、過蓋咬合を呈していた。大臼歯咬合関係は両側ともアングルII級であった。口腔内清掃状態は良好であり、歯肉の炎症は認められなかった（図 2）。また、歯周ポケットは全顎 2~3 mm であった。

## 3) X線写真所見

側面頭部X線規格写真分析より、SNA 81°, SNB 76°, ANB 5°, FMA 27° であった。また、U1 to SN plane

図 3 初診時のパノラマおよびデンタルX線写真

108°, L1 to mandibular plane 108°と, 上下顎前歯は唇側傾斜していた。

パノラマおよびデンタルX線写真(図3)より, 齒槽骨の垂直性の吸収はないが, 水平性の吸収が若干認められた。歯根については, 上顎右側中切歯歯根は短く, 坂本の歯根吸収度の分類<sup>1)</sup>第3度, すなわち根尖部の吸収は根長の4分の1以内であった。上顎左側中切歯, 側切歯は分類第2度, すなわち根尖部が鈍になっていた。上顎右側側切歯は根尖が遠心に弯曲していたが問題はなく, 下顎前歯にも特に異常は認められず, ともに分類第0度であった。

## 2. 治療方針および治療経過

矯正治療に先立ち, まず上顎両側第一小白歯と下顎両側第二小白歯を抜歯した。また, 加強固定としてサービスカルヘッドギアを装着した。次いで, 0.018"×0.025" SWA (ストレートワイヤー・アライアンス) マルチブレケット装置による治療を開始した。動的治療期間は2年11カ月, 上顎前歯後方移動には6カ月を要した。その際, 0.016"×0.022"のステンレススチールワイヤーをトラベリングアーチとして用いた。そのワイヤーを図4に示す。ワイヤーには, 前歯部にルートリングガル方向のサードオーダーベンド9°, ゲーブルベンド7°を付与した。さらに臼歯部にクラウンバッカル方向のサードオーダーベンド, すなわち軸線を中心になじり屈曲13°を付与し, ブレケットへ装着した際の反作用を上顎前歯部圧下力に利用した。また, スプリングは100gf NiTi クローズコイルスプリング(トミー社製)を用いた。上顎前歯後方移動前後の口腔内写真を図5, 6に示す。下顎については, 大臼歯近心移動後, 0.016"×0.022"ステンレススチールワイヤーをリバースカーブを付与して用いた。同時に, ワイヤーの臼歯部にクラウンバッカル方向のサードオーダーベンド11°を付与し, ブレケットへ装着した際の反作用を下顎前歯圧下力に利用した。

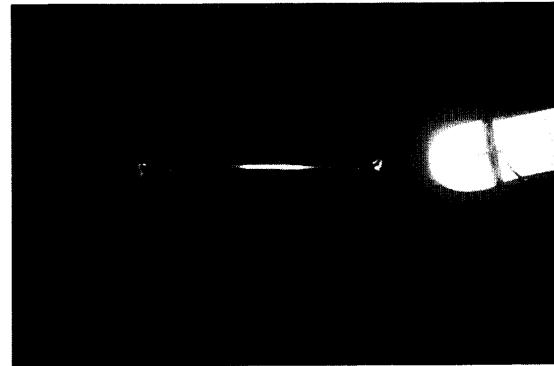


図4 上顎前歯後方移動に用いたワイヤー  
臼歯部にクラウンバッカル方向のサードオーダーベンドが付与されている。

## 3. 治療結果

### 1) 顔貌所見

正貌は初診時に認められたオトガイ部の緊張, また側貌所見では口元の突出感がなくなり, E-lineからの上下口唇の位置はそれぞれ, +1mm, +3mmとなつた(図7)。

### 2) 口腔内所見

大臼歯部および側方歯群のI級関係が得られ, オーバーバイト, オーバージェットとともに+2mmとなつた(図8)。歯周ポケットは2~3mmで変化はなかつた。

### 3) X線写真所見

治療前後の側面頭部X線規格写真の分析結果および重ね合わせを示す(図9, 10)。U1 to SN planeは108°から97°になった。また, 上下顎前歯が圧下され, 圧下量は上顎で5mm, 下顎で4mmであった。ただし上顎大臼歯の挺出, 下顎下縁平面の時計回りの回転(開大)は認められなかった。

治療後のパノラマX線写真(図11)より, 齒槽骨の垂直性の吸収はなく, 水平性の吸収の進行も認められ

図 5 上顎前歯後方移動開始時の口腔内

図 6 上顎前歯後方移動終了時の口腔内

図 7 動的治療終了時の顔貌

図 8 動的治療終了時の口腔内

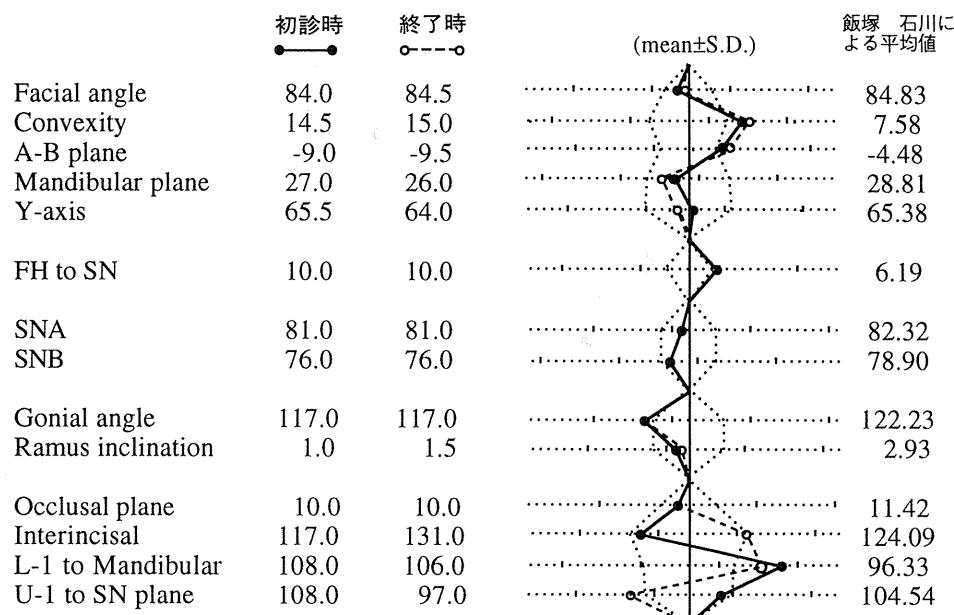


図 9 側面頭部X線規格写真的計測値  
実線：初診時、破線：動的治療終了時  
標準偏差図表の平均値、標準偏差は飯塚、石川<sup>2)</sup>による成人女性における正常咬合者の値を示す。(単位：度)

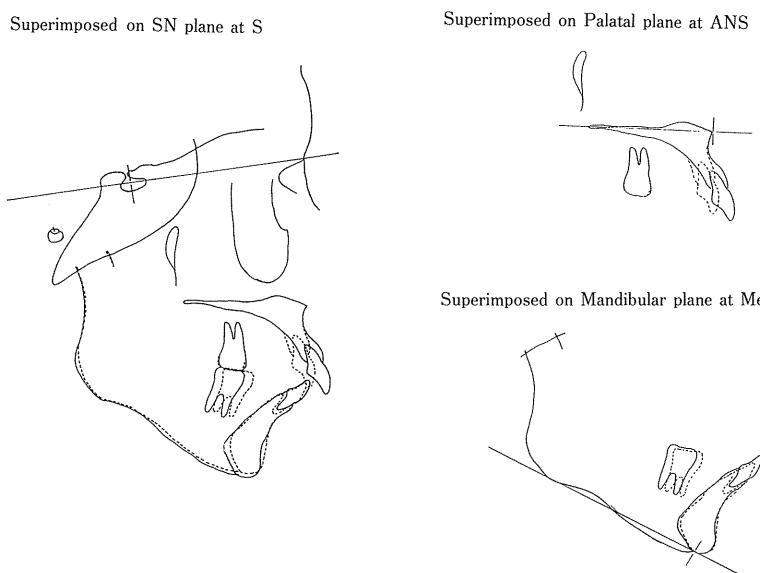


図 10 側面頭部X線規格写真的重ね合わせ  
実線：初診時 破線：動的治療終了時

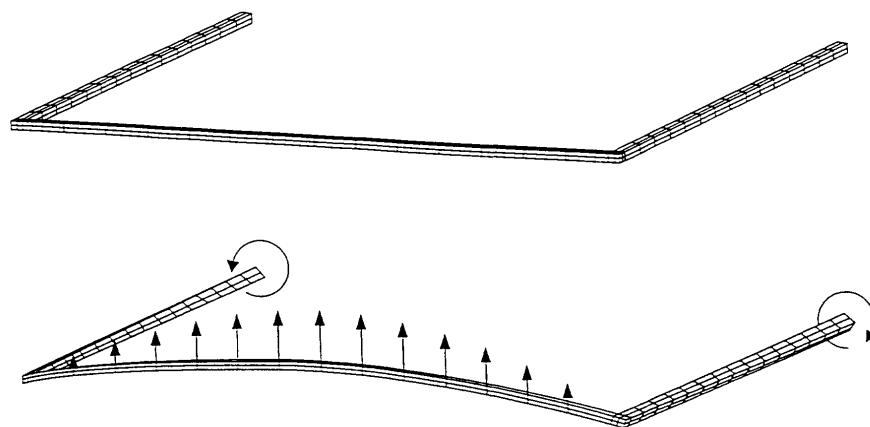
なかつた。歯根については、上顎中切歯、左側側切歯根尖に丸みを帯びる程度の軽度の歯根吸収が認められた。上顎右側切歯は根尖の遠心への弯曲部が吸収し、また下顎前歯の根尖部は根尖からレントゲン像で 0.5 mm 程度吸収していた。

## 考 察

### 1. 本症例の歯根吸収について

初診時年齢 である本症例は成人期に属するものであり、矯正治療を行うことで歯周病を誘発することが懸念された。しかし、幸いにも初診時に歯肉炎はなく、歯周ポケットは 2~3 mm であり、また治療中

図 11 動的治療終了時のパノラマおよびその前歯部拡大写真

図 12 白歯部トルクによる変形  
上段は有限要素モデルを示し、下段はトルクによる変形を示している。

の口腔内清掃状態も良好であった。このため、垂直性の歯槽骨の吸収はなく、治療後の歯周組織は治療前と同様、良好な状態を維持できたものと考えられる。

従来より成人患者の歯の移動は難しいと言われている。これは、成人において歯の支持組織の細胞活性の低下で矯正力に対する反応が遅くなり、歯の大きな移動は期待できず、歯根吸収が生じやすいからである<sup>3~7)</sup>。さらに、一般論として歯の移動の中でも圧下に関しては、傾斜移動や挺出などと比較して困難であるとの意見もある<sup>8)</sup>。加えて、初診時の本症例の歯根状態は、上顎左側中切歯、側切歯は吸収度の分類<sup>1)</sup>第2度、上顎右側中切歯は第3度に相当することから、矯正治療に対して過敏な反応をみせ、歯根吸収がさらに進むことが危惧された。しかしながら、Proffit<sup>9)</sup>の“成人では子供に比べて矯正力に対する反応は、ややゆっくりとしているが、歯の移動様相の差はない”との意見もあり、本症例においても、歯根吸収がさほどなく、歯の移動は子供と同様、良好に行えたものと考えられる。

## 2. FEM (有限要素解析) による圧下力

臼歯部トルクにより圧下力が生じることを検討するため、FEM による解析を行った。モデルは  $0.016'' \times 0.022''$  のレクトアンギュラーアーチワイヤーであり、前歯部と臼歯部を同じ長さ (30 mm) に想定したボックス状の有限要素モデルを作成した (図 12 上段)。ソフトウェアは、三次元 Computer Aided Design (CADKEY 社製) を用いた。要素数は 192 であり、物性定数は、ヤング率  $2.1 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$ 、ポアソン比 0.3 である。

モデルの拘束は次のように行った。前歯部の拘束は行わず、臼歯部のワイヤー末端から中央までの軸線上に位置する節点を x, y, z 軸方向すべて拘束した。しかし、回転に関しては拘束を行わず、臼歯部は軸を中心に回転可能とした。この状態で、両側のワイヤー末端にクラウンリンクル方向のトルクを負荷した。実際の解析では、強制変位として与えた。これはワイヤーにクラウンバッカル方向のサードオーダーベンドを付与しブラケットへ装着すると、ワイヤーはスロットに

表 1 臼歯部トルクと有限要素解析による変位量、圧下力

強制変位 (°)	0	5	10	15	20	25	30
変位量 (mm)	0	0.22	0.44	0.67	0.89	1.11	1.33
圧下力 (gf)	0	20.5	41.5	62.5	83.5	103.5	123.5

強制されフラットになり、クラウンリング方向のトルクが負荷されることを想定している。なお、解析には、演算処理部として32ビットRISC CPU, 64MB主記憶, 1GB外部記憶(SUN MICRO-SYSTEMS社製, SPARC station2)のハードウェアを用い、ソフトウェアは、三次元有限要素解析(EMRC社製NISA II)を用いた。

その結果を図12下段、表1、図13に示す。図12下段の矢印は変位とその大きさを示している。前歯部ではワイヤーは圧下方向に変位した。図13は横軸が強制変位の大きさ、縦軸が前歯部中央部での計算によるFEMの結果である圧下力を示す。圧下力はトルクに比例し、大きさはトルク1°につき4.2gfであった。このように、力学モデルの有限要素解析より臼歯部のリング方向のトルクは前歯の圧下力になることが分かった。次に、実際の口腔内で理論と同様の結果になるか検討するため、実測を行った。

### 3. 圧下力の実測

過蓋咬合を呈する成人被験者において、上顎犬歯および臼歯に0.018"×0.025" SWA ブラケットをボンディングし、レベリングの後、試料である0.016"×0.022"ステンレススチールワイヤーを装着した。試料は3種類用いた。すなわち、臼歯部におけるサードオーダーベンドを、-15°(クラウンバッカル), 0°, +15°(クラウンリング)としたものである。それぞれの試料の前歯部における圧下力を計測した。これは、ワイヤーを装着した状態から、前歯部切縁より3mmにボンディングしたボタンへ引き下げる力である(図14:開口状態)。それぞれ3回計測を行い平均値を圧下力とした。この計測方法をもとに、開口状態と最大咬みしめ状態(図15)の圧下力をそれぞれの場合で計測した。ただし被験者の最大咬合力をプレスケールで計測したところ98kgfであった。計測値を表2, 3, サードオーダーベンドと圧下力のグラフを図16に示す。図16より、マイナス方向つまりバッカル方向のサードオーダーベンドが大きいほど大きな圧下力を示した。これは、有限要素解析と同様の結果であった。また、さらに開口状態より最大咬みしめ状態において、圧下力は大きな値を示した。この値の差は、ベンド量が15°, 0°の場合30gfであったが、-15°の場合、60gfとなった。これは、リング方向のサードオーダーベンド(15°, 0°)におけるワイヤーとブラケットとの遊びの方向は、

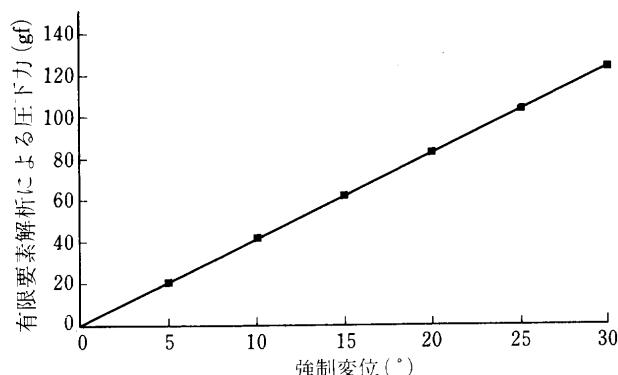


図13 臼歯部における強制変位(クラウンリング方向のトルク)と前歯部での有限要素解析による圧下力  
ブラケットへ装着すると、ワイヤーはスロットによりフラットに強制されクラウンリング方向のトルクが負荷される。

図14 前歯部圧下力の計測方法

図15 最大咬みしめ状態の口腔内

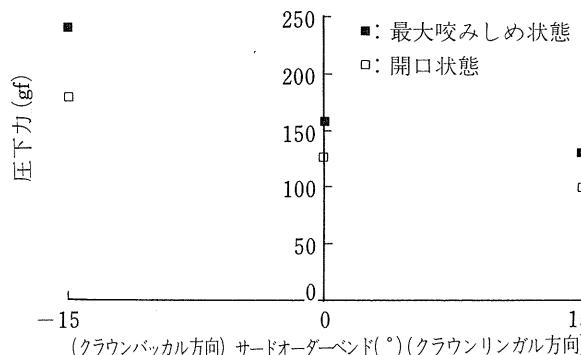


図 16 臼歯部におけるサードオーダーベンドと前歯部における圧下力

バッカル方向のサードオーダーベンド ( $-15^\circ$ ) の遊びとは方向が反対であり、後者の場合、咬合力が、遊びのない分直接ワイヤーのトルクとなり、圧下力が大きくなつたと考えられる。

この臼歯部のバッカル方向のサードオーダーベンドが圧下力になるメカニズムは、次のように考えられる。つまり、アーチワイヤー臼歯部にサードオーダーベンドとしてクラウンバッカル方向の屈曲を与えると、ブラケットへ装着の際、クラウンリンガル方向のトルクが負荷されることになる。力学については FEM で実証済みであるが、このリンガル方向のトルクが前歯部において圧下力を発現することになる。

#### 4. 前歯部サードオーダーベンドとゲーブルベンドについて

ここで、今まで言及してきた臼歯部サードオーダーベンドと、前歯部サードオーダーベンド、さらにゲーブルベンドとの相互作用について考察を加える。

臼歯部サードオーダーベンドが前歯部の圧下ではなく、前歯部へのトルクとして作用することもある。これは、半分の真円を考えると分かりやすい。その両端にトルクを負荷すると、全体がロート状になる現象がある。つまり、前歯部に圧下力ではなく、トルクが働いたことになる。しかし、今回検討したボックス型(図 12)では、FEM の結果からわかるように圧下力として働く。それでもトルクの影響は残るので、臨床的には、前歯部に若干のルートリンガル方向のサードオーダーベンドを付与しておくのがよいであろう。

また、前歯部を圧下するためには、臼歯部サードオーダーベンドに加え、ゲーブルベンドの付与を考える必要がある。前歯部の圧下は側切歯と犬歯の間に組み込んだゲーブルベンドでも行われる。その圧下力は主に犬歯の挺出力と臼歯の圧下力の偶力である。実際には、臼歯のトルクも関与する。これは、図 12 の場合の逆を考えれば分かりやすい。前歯部の浮き上がりをゲーブルベンドと考え、この部分を押し戻し直線にして口腔内に装着すると、臼歯部はバッカル方向へねじられ、臼歯部にバッカル方向のサードオーダーベンドを付与

表 2 開口状態における圧下力

トルク (°)	圧下力 (gf)			平均値
-15	185	173	180	179
0	135	121	126	127
15	98	99	101	99

表 3 最大咬みしめ状態における圧下力

トルク (°)	圧下力 (gf)			平均値
-15	242	205	275	240
0	155	148	164	155
15	121	127	144	130

したことと同様になる。したがってゲーブルベンドで生じる圧下力は臼歯部セグメントの偶力すなわち犬歯の挺出力と大臼歯の圧下力との偶力と、臼歯部トルクの 2 つの力より生じているのである。しかしながら、ゲーブルベンドを強く付与した場合、臨床では犬歯の挺出が生じてしまう。これを補正するために、ブラケットを標準の位置より浅く装着することが必要になろう。同様に Bull loop にステップアップベンドをいれ、前歯の圧下をはかるときも犬歯の挺出が生じてしまう。また、前歯部トルクとゲーブルベンドの相互作用もあまり分かっておらずゲーブルベンドを大きく付与した場合、どの程度のトルクを付与するのか臨床的にも明らかとされていない。

しかしながら、臼歯部のサードオーダーベンドだけで圧下力を得ようとしても無理であろう。大きなトルクは臼歯を頬側傾斜させてしまうし、ワイヤーとブラケットの間の摩擦を大きくしトラベリングアーチの滑走は不可能となるであろう。よって、前歯部圧下は臼歯部トルクとゲーブルベンドを割合よく付与することが、最も有効であると考えられる。ちなみに本症例の上顎では臼歯部のサードオーダーベンドは  $13^\circ$ 、ゲーブルベンドは  $7^\circ$  付与した。さらに、本法は J-hoop 装置を併用しないため、患者の負担が軽減され、また、コイルスプリングを使用しているものの、ループベンディングがないため、治療時間を短縮することができるというメリットもある。

#### 5. トルクによる摩擦で懸念されること

前項でも述べたワイヤーのトルクにより生じるブラケットとワイヤーの間の摩擦は、トラベリングアーチに不利になるという意見もある。しかし前項でわかつたが、前歯部の圧下力は臼歯部トルクのほかに犬歯の挺出力と臼歯の圧下力との偶力も関わる。この偶力により摩擦も生じ、咬合拳上を必要とするワイヤーのたわみの大きい場合、犬歯部で、ワイヤーは摩擦により固定して滑走しなくなる。ところが、咬合が拳上するに伴いワイヤーのたわみがそれ直線に近くなると、犬歯における摩擦は小さくなり滑走可能となる。これは

本症例でスムースに前歯部後方移動が行われたことより推察されるが、トルクをいれて生じる摩擦は、臼歯の挺出力と臼歯の圧下力の偶力で生じる摩擦に比較して少なく、本症例においては問題なかったと考えられる。

#### 6. バッカル方向のサードオーダーベンドから懸念されること

ところで、臼歯部トルクの反作用を利用する本法では、臼歯部にクラウンバッカル方向のサードオーダーベンドを付与するため、歯冠は頬側傾斜することが懸念される。特に、咬合力の弱いと考えられるハイアンダーケース (steep mandible 症例) において、この傾向が著しいと考えられる。これを防ぐためにパラタルバーを用いるという意見もある。しかしながら、宮本<sup>10)</sup>は、歯列弓に関して、咬合時には接觸点を介して歯間接触力が生じ、歯の過剰な変位を制限すると同時に、歯は連続する歯列により、咬合力に対する支持機能を高めていると述べている。したがって、パラタルバーがこの連続した歯列上にある上顎第一大臼歯を固定してしまうことで、歯列は不連続となりこの支持機能を低下させる可能性もある。更にいえば、咬合力の弱いハイアンダーケースは、咬合挙上の必要性が少ないため、本法の適応症として、パラタルバーの装着を行う必要はないであろう。

一方、咬合挙上を必要とする多くの症例は、咬合力が大きいといわれる low mandible 症例である。咬合力による歯の変位について、古木<sup>11)</sup>は、上顎第一大臼歯は、咬合により歯冠は、遠心舌側へ変位すると述べている。これは、上顎第一大臼歯の舌側咬頭は機能咬頭であり、咬合力がクラウンリンクル方向のトルクとして作用しているためであろう。したがって、咬合力の大きい症例では、ワイヤーに付与されたクラウンバッカル方向のサードオーダーベンドは、咬合力により相殺される可能性がある。これは本症例において下顎下縁平面の回転ではなく、上顎第一大臼歯の挺出が見られなかった現象からも推察されよう。

#### 7. 下顎への本法の適用について

本法は下顎についても有効であろうか。加藤<sup>12)</sup>は下顎第一大臼歯について次のように報告している。下顎では機能咬頭は頬側咬頭であるが、下顎第一大臼歯の歯軸が咬合平面に対して 110° 舌側傾斜していること、そして回転中心との位置関係からどの位置に加わった垂直力も、歯を舌側方向へ変位させる。これは、下顎の機能咬頭が頬側であるにもかかわらず、上顎と同様、咬合力がクラウンバッカル方向のサードオーダーベンドを相殺することを意味している。本症例においても、リバースカーブと臼歯部にクラウンバッカル方向のサードオーダーベンドを付与し、下顎前歯は 4 mm 圧下されたことでわかるように、本法は下顎においても有効である。しかしながら若干の歯根吸収がみられたことは、臼歯部サードオーダーベンドが強く、圧下力

が大きすぎた可能性も指摘されよう。

また、過蓋咬合症例の下顎第一大臼歯は舌側傾斜していることが多い。このような症例においては、本法を用いると頬側への直立も生じ、これにより下顎骨の回転という骨格的な咬合挙上も期待できるであろう。

#### 8. 今後の展望

アーチワイヤーの臼歯部のトルクを利用して咬合挙上が行えることが、理論的にも有効であることが分かった。特に、強い咬合力を有する過蓋咬合症例は咬合挙上が難しいとされていたが、本法を用いると、その強い咬合力を利用して咬合挙上を簡便に行えることが示唆された。また、図 16 の結果より咬合力により圧下力が変動するようにも考えられるが、実際には、歯根膜の粘性により緩和される可能性もある。この点に関しては、今後さらに圧下力の計測を経時的に行う必要があると考えられる。

本論文の要旨は、第 54 回東京矯正歯学会（1995 年 7 月、東京）において発表した。

#### 文 献

- 1) 坂本敏彦：矯正治療による歯根吸収の観察、日矯歯誌 17 : 54-62, 1958.
- 2) 飯塚哲夫、石川富士郎：頭部 X 線規格写真による症例分析法の基準値について—日本人成人男女正常咬合群—、日矯歯誌 16(1) : 4-12, 1957.
- 3) Reitan, K. : Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment, Am J Orthod 53 : 721-745, 1967.
- 4) Alexander, R. G. : The Alexander discipline, Contemporary concepts and philosophies, California, 1986. ORMCO CORPORATION, 17-133, 307.
- 5) Gianelly, A. A. and Goldman, H. M. : Biologic-basis of orthodontics, Philadelphia, 1971, LEA & FEBIGER, 169-176.
- 6) Rudolph, C. E. : An evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment, J Dent Res 19 : 367-371, 1940.
- 7) Moiars, R. E. : Handbook of orthodontics, 3rd ed., Chicago, 1973, Year Book Medical Publishers Inc., 438, 440.
- 8) Williams S., et al. : The orthodontic treatment of malocclusion in patients with previous periodontal disease, Br J Orthod 9 : 178-184, 1982.
- 9) William, R. Proffit プロフィットの現代歯科矯正学、作田 守監修、高田健二訳、クインテッセンス出版、東京、1989, p506.
- 10) 宮本圭介：歯の微小変位に関する研究、広大歯誌 22 : 101-124, 1990.

- 11) 古木 讓：連結固定が歯牙の変位様相に及ぼす影響, 補綴誌 37巻1号:26-40, 1993.
- 12) 加藤 均：歯周組織の機能状態に関する研究, 第2報 白歯の機能時の変位と安静時の脈動, 補綴誌 26巻1号:133-147, 1982.

主任:相馬邦道教授 1995年9月9日受付

連絡先:野田隆夫

東京医科歯科大学歯学部歯科矯正学第1講座

〒113 東京都文京区湯島1-5-45