

臨床

咬合挙上法に対する一考案 ——臼歯部トルクの反作用を利用して——

野田 隆夫 山形真理子 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。オーバージェット+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 マルチブラ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，臼歯部ヘクラウンバック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。そのワイヤーをブラ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°(bucally), 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バ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 18 歳の女性で、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、歯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¹⁾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臼歯と下顎両側第二小臼歯を抜歯した。また、加强固定としてサービ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プライアンス) マルチブラ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、前歯部にルーティング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クル方向のサードオーダーベンド、すなわち軸線を中心にねじり屈曲13°を付与し、ブラ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100 gf 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クル方向のサードオーダーベンド11°を付与し、ブラケットへ装着した際の反作用を下顎前歯部圧下力に利用した。

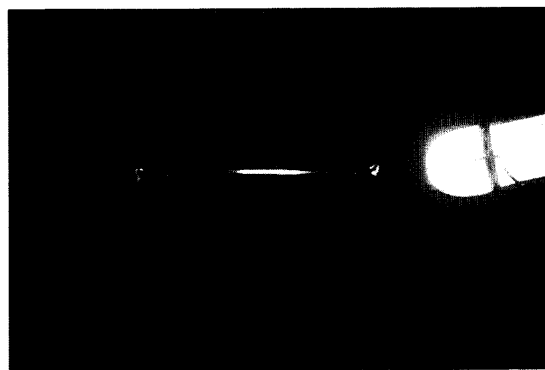


図 4 上顎前歯後方移動に用いたワイヤー
臼歯部にクラウンバックル方向のサードオーダーベンドが付与されている。

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、+1 mm、+3 mm となった(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もに+2 mm となった(図8)。歯周ポケットは2~3 mm で変化はなかった。

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5 mm、下顎で4 mm 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、歯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

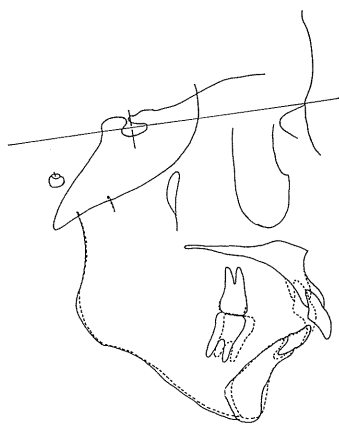
図 8 動的治療終了時の口腔内

	初診時 ●——●	終了時 ○---○	(mean±S.D.)	飯塚 石川による 平均値
Facial angle	84.0	84.5		84.83
Convexity	14.5	15.0		7.58
A-B plane	-9.0	-9.5		-4.48
Mandibular plane	27.0	26.0		28.81
Y-axis	65.5	64.0		65.38
FH to SN	10.0	10.0		6.19
SNA	81.0	81.0		82.32
SNB	76.0	76.0		78.90
Gonial angle	117.0	117.0		122.23
Ramus inclination	1.0	1.5		2.93
Occlusal plane	10.0	10.0		11.42
Interincisal	117.0	131.0		124.09
L-1 to Mandibular	108.0	106.0		96.33
U-1 to SN plane	108.0	97.0		104.54

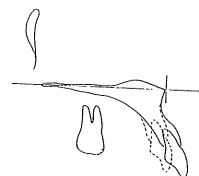
図 9 側面頭部X線規格写真の計測値

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²⁾による成人女性における正常咬合者の値を示す。(単位：度)

Superimposed on SN plane at S



Superimposed on Palatal plane at ANS



Superimposed on Mandibular plane at Me

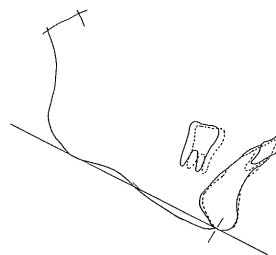


図 10 側面頭部X線規格写真の重ね合わせ

実線：初診時 破線：動的治療終了時

なかった。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

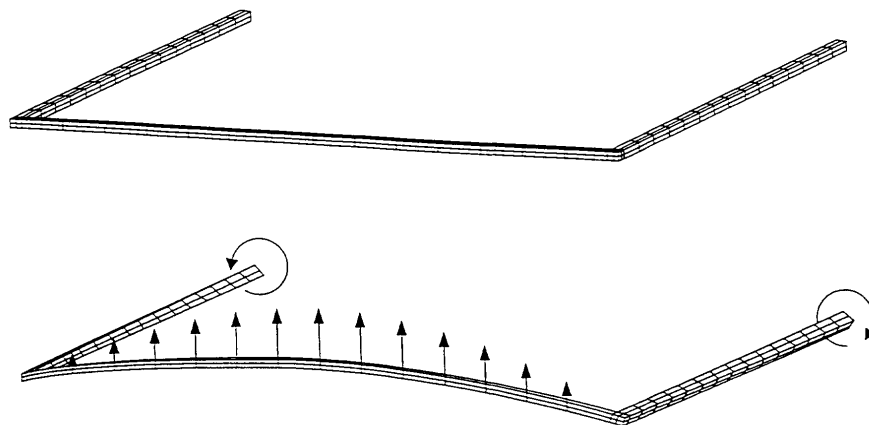


図 12 臼歯部トルクによる変形
上段は有限要素モデルを示し、下段はトルクによる変形を示している。

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た。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³⁻⁷⁾。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⁸⁾。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⁹⁾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、Proffit⁹⁾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"×0.022" のレクタング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 2.1×10^4 kgf/mm²、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グ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ク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 RISK 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 4.2 gf 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バンドを, -15° (クラウンバックル), 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 3 mm 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 98 kgf であった。計測値を表 2, 3, サードオーダーバ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クル方向のサードオーダーバ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, バンド量が 15°, 0° の場合 30 gf であったが, -15° の場合, 60 gf となった。これは, リング方向のサードオーダーバンド (15°, 0°) におけるワイヤーとブラケットとの遊びの方向は,

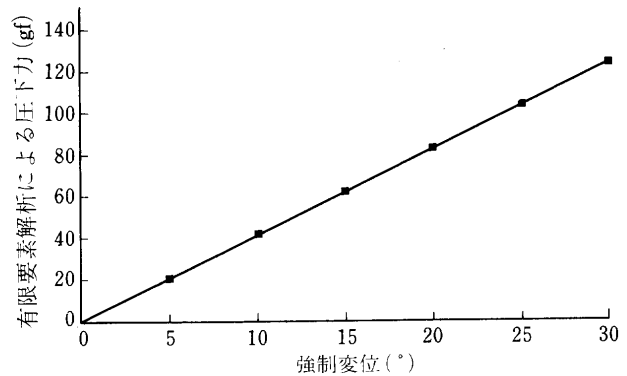


図 13 臼歯部における強制変位(クラウンリング方向のトルク)と前歯部での有限要素解析による圧下力

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

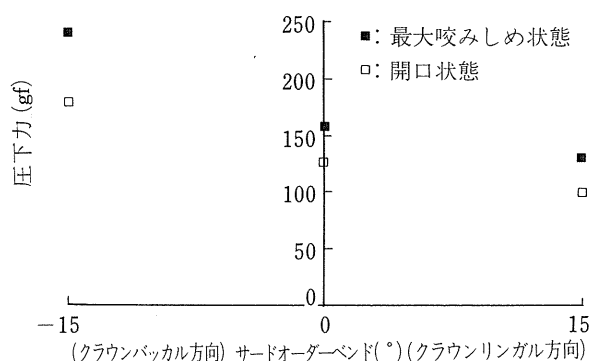


図 16 臼歯部におけるサードオーダーベンドと前歯部における圧下力

バッカル方向のサードオーダーベンド (-15°) 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、圧下力が大きくなったと考えられる。

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、クラウンリング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、このリング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トルベンドについて

ここで、いま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、さらにゲート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ティング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、ゲートルベンドの付与を必要とする。前歯部の圧下は側切歯と犬歯の間に組み込んだゲート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トルベンドと考え、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

したことが同様になる。したがってゲート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犬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、ゲート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る。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トルベンドの相互作用もあまり分かっておらずゲート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するにも無理があろう。大きなトルクは臼歯を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ペ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ト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° 、ゲートルベンドは 7° 付与した。さらに、本法は J-hook 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、ルーベンドイングがないため、治療時間を短縮することができるというメリットもあろう。

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、トラペリングアーチに不利になるという意見もある。しかし前項でわかったが、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、咬合挙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着して滑走しなくなる。ところが、咬合が挙上するに伴いワイヤーのたわみがと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

本症例でスムーズ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、犬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、歯冠は頰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グルケース (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¹⁰⁾は、歯列弓に関して、咬合時には接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ろう。更にいえば、咬合力の弱いハイアングルケースは、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¹¹⁾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ガ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¹²⁾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頰側咬頭であるが、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、下顎の機能咬頭が頰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、本法を用いると頰側への直立も生じ、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ろう。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 回東京矯正歯科学会 (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) Moiers, 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，広歯誌 22：101-124，1990.

- 11) 古木 譲：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 臼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