

原 著

骨格型反対咬合症に対する上顎前方牽引装置の効果 ——顎骨標準成長曲線による長期的評価——

吉田 育永 佐藤 亨至* 溝口 到 三谷 英夫*

北海道医療大学歯学部矯正歯科学講座

*東北大学歯学部歯科矯正学講座

Ikue YOSHIDA, Koshi SATO, Itaru MIZOGUCHI and Hideo MITANI**

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

*Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tohoku University

キーワード：上顎前方牽引装置，上顎骨前後径，下顎骨全体長，顎骨標準成長曲線，SD スコア

抄録：骨格型反対咬合症 (skeletal class III) に対する骨格系の改善を目的として，上顎前方牽引装置 (MPA) などの顎整形装置が用いられる。しかし，顎骨成長に対する装置の効果についての長期的かつ客観的評価は必ずしも容易ではないため，その詳細はまだ明らかとなっていない。そこで本研究では，MPA の上・下顎骨への効果について顎骨標準成長曲線を用いて長期的かつ客観的に評価すること，およびその効果の程度と関連する因子を明らかにすることを目的とした。

資料として，skeletal class III と診断され，MPA の適用を受けた女子 23 名の初診時 (平均年齢 10.3 歳)，装置撤去時 (11.6 歳)，思春期後期 (15.4 歳) の側面頭部 X 線規格写真 (セファロ) を用いた。初診時の平均 ANB 角は -1.8° ，Wits appraisal は -8.9 mm であった。まず，セファロの透写図よりコンピュータにて計測を行い，顎骨標準成長曲線に当てはめて SD スコアを求めた。また，SD スコアの変化と初診時年齢やセファロ各計測項目との相関を調べた。

結果は以下の通りであった。

1. 初診時の上顎骨前後径 ($A'-Ptm'$) は平均と比べ著しく小さいが (-1.64 SD)，MPA 適用によりやや改善され (-1.15 SD)，その後の後戻り様変化は少なく思春期後期までその効果は維持されていた (-1.09 SD)。
2. 初診時の下顎骨全体長 ($Cd-Gn$) は平均より大きく ($+0.66$ SD)，MPA 適用に伴い下顎骨の成長が抑制され ($+0.23$ SD)，撤去後次第に後戻りしつつあるものの，その抑制効果は思春期後期までに次第に消失しつつあることが示された ($+0.43$ SD)。
3. 下顎骨全体長の SD スコアの変化と MPA 適用開始年齢間および初診時の下顎骨体長 ($Pog'-Go$) と有意な

相関が認められたが，他の各計測項目との相関は認められなかった。

以上のことから，長期的観点からみて MPA 治療によって骨格型反対咬合症の顎間関係の改善が期待できることが明かとなった。このことは，最終的な咬合形成を行ううえで MPA 治療の有効性を示すものである。

(日矯歯誌 58(5) : 309~317, 1999)

Effects of maxillary protraction appliance for skeletal class III malocclusion ——Long-term evaluation by a standard growth curve of maxilla and mandible——

Abstract : The purpose of this study was to evaluate the effect of orthopedic force of maxillary protraction appliance (MPA) to maxilla and mandible. Twenty-three Japanese girls (mean age : 10.3 y) who had diagnosed as skeletal class III, were used in this study. The MPA was applied for 1.3 y on average. The longitudinal growth trends of the patients were compared with a standard growth curve of maxilla and mandible.

Results were as follows :

1. The SD score of maxillary length ($A'-Ptm'$) was -1.64 SD at the initial stage, -1.15 SD at the removal of the MPA and -1.09 SD at the post-pubertal stage.
2. The SD score of mandibular total length ($Cd-Gn$) showed $+0.66$ SD at the initial stage, $+0.23$ SD at the removal of the MPA and $+0.43$ SD at the post-

pubertal stage. Although the mandibular growth was restrained during the MPA treatment, a small rebound of the growth happened after removing the appliance. However, the orthopedic effects of the MPA seemed to remain slightly until the post-pubertal stage.

3. The SD score of mandibular total length had a significant correlation with age and length of man-

dibular body at the initial stage, while the SD score of maxillary length had no correlation with age at the initial stage and any cephalometric measurements at initial stage.

These results suggest that MPA treatment is effective for the correction for the intermaxillary relationship of skeletal class III malocclusion.

(Orthod. Waves 58(5):309~317, 1999)

緒 言

成長期にある患者に対して、上・下顎骨の骨格的不調和の改善を目的として種々の顎整形装置が用いられている。しかし、それらの装置の上・下顎骨の成長に対する効果の評価はさまざまである。これらの顎整形装置が顎顔面頭蓋の成長におよぼす短期的な影響に関して、評価方法の一つとして側面頭部 X 線規格写真(以下、セファロと略す)の透写図を用いた重ね合わせや、その線・角度計測値の変化を調べる方法が用いられることが多いが、その変化様相についての正確な評価は困難である。

上顎前方牽引装置に関しては、1960 年代に装置のプロトタイプが開発され¹⁾、本装置を使用した症例報告が散見されるようになり、1970 年代から 1980 年代にかけてのサルを用いた組織学的な研究の結果、MPA 適用によって上顎骨の反時計回りの回転を伴う前方移動と下顎骨の後方(時計廻り)回転によって、有意に上・下顎の顎間関係が改善されることが明らかにされた^{2~5)}。骨格型の不調和を有する症例に対する治療では、整形装置によって獲得された顎間関係が成長終了時まで長期的に維持されることが、最終的な咬合形成を行ううえで重要となる。しかし、MPA に関する長期的な観点からの検討は、三木ら⁶⁾、安念ら⁷⁾、小椋ら⁸⁾、Yoshida ら⁹⁾による症例報告を主としたものがあるにすぎない。また、顎整形装置の顎骨成長に対する効果について客観的な評価を行うためには、顎整形装置による治療効果と個体のもつ固有の成長とを厳密に区分する必要があるが、これまでは困難であった。しかしながら、MPA による真の治療効果が成長終了まで維持されるか、あるいは装置撤去後、後戻り様変化によってその治療効果が減少ないし消失するかは、本装置の長期咬合管理における臨床的位置づけを考えるうえで、きわめて重要な課題といえる。

佐藤ら¹⁰⁾は、顎骨の成長変化様相を客観的に評価するため、成長期を通じて標準集団に対する顎骨の年齢相当相対値(SD スコアまたはパーセンタイル)は基本的に維持されることを利用した上・下顎骨標準成長曲線を用いる方法が有用であると述べている。楠元ら¹¹⁾

は、顎骨標準成長曲線を用いて上顎後方牽引装置(ヘッドギア)およびチンキャップ装置の顎骨成長に対する影響について検討し、顎整形装置の評価法として有効であったことを報告した。

そこで本研究では、骨格型反対咬合症(以下、skeletal class III と略す)の改善を目的として広く用いられているチンキャップを併用したタイプの上顎前方牽引装置(以下、MPA と略す)の上顎骨および下顎骨に対する成長への効果を客観的かつ長期的に評価する目的で、上・下顎骨の標準成長曲線を用いて検討した。

資 料

研究対象として、北海道医療大学歯学部矯正歯科外来に来院し、初診時歯年齢 III A または III B において前歯が反対咬合を示し、セファロ分析の ANB 角などから skeletal class III と診断され、上・下顎骨の前後関係を改善する目的で MPA の適用を受けた女子 23 名(以下、MPA 群と略す)を選択した。なお、初診時において ANB の平均値は -1.8° 、wits appraisal は -8.9 mm で、明らかな早期接触および骨格系の非対称を有する症例は対象から除外した。

資料として、それぞれ初診時 10.3 ± 1.54 歳(平均年齢 $\pm$ 標準偏差値、以下、ステージ 1 と略す)、MPA 撤去時 11.6 ± 1.40 歳(以下、ステージ 2 と略す)、思春期後期 15.4 ± 0.54 歳(以下、ステージ 3 と略す)の 3 つのステージにおいて撮影されたセファロを用いた。

本研究で用いた MPA はすべて図 1 に示されるタイプであった。すなわち、上顎は口腔内に装着された装置のフックからやや前下方へ片側 200~250 g の力で牽引され、チンキャップは下顎頭方向に両側合わせて 500 g 前後の力で牽引されるように調整した。口腔内装置は、レジン床により口蓋にも固定源を求めたものであり、牽引部位は第一大臼歯または第一小臼歯とした。MPA の装着は 1 日 14 時間を指示した。

方 法

資料として用いたすべてのセファロについて透写図を作成し、図 2 に示す計測点を設定したのち、コン

図 1 本研究で用いた上顎前方牽引装置（顔面および口腔内）

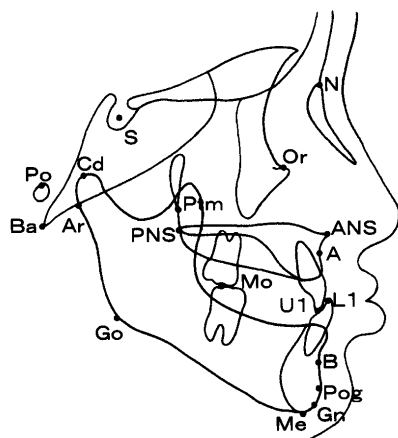
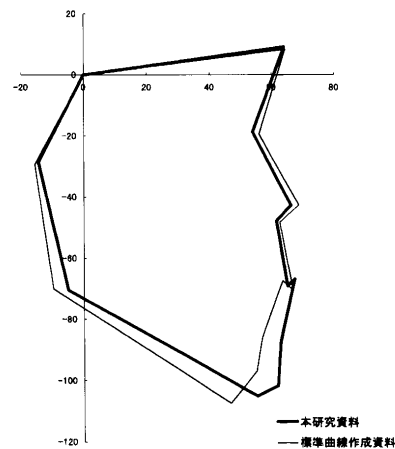


図 2 セファロの透写図上に設定された計測点

図 3 本研究資料と顎骨標準成長曲線作成資料（楠元ら¹¹⁾）との顔面骨格図形の比較

ピュータによるセファロ分析プログラムを用いて各計測点の X・Y 座標値、線および角度計測値を求めた。

本研究で用いた MPA 群のステージ 1 における顎顔面パターンの特徴を把握するため、顔面骨格図形を作成して楠元ら¹¹⁾の報告した顎骨標準成長曲線作成資料との比較を行った。次に、MPA 群の成長変化様相を調べるため、各ステージにおけるセファロの各座標値から作成された顔面骨格図形の重ね合わせの作成を行い、線・角度計測値の平均値を求めた。

MPA 治療による上顎骨および下顎骨の成長に対する影響を評価するため、上顎骨については上顎骨前後径 (A'-Ptm'), 下顎骨については下顎骨全体長 (Cd-Gn) について各ステージの平均値を顎骨標準成長曲線上にプロットするとともに、平均 SD スコア ((計測値-平均値)/標準偏差値) を求めた。SD スコアが各ステージ間で有意に変化しているかどうかを明らかにするため、paired-t test¹²⁾により平均値の差の検定を行った。

さらに、ステージ 1 からステージ 3 までの上顎骨前

後径および下顎骨全体長の SD スコアの変化と、MPA 治療の開始年齢や初診時のセファロ各計測項目との関連性についても調べるため、ステージ 3 からステージ 1 までの SD スコアの変化量とステージ 1 の年齢およびセファロ各計測値との相関係数¹²⁾を求めた。

結 果

本研究資料である MPA 群の顎顔面パターンの特徴を明らかにするため、ステージ 1 における顔面骨格図形と顎骨標準成長曲線作成資料¹¹⁾との重ね合わせを図 3 に示す。これによると、本研究で用いた MPA 群の顔面パターンの特徴として、上顎骨の後方位および下顎骨の前方位を示していた。

初診に相当するステージ 1, MPA の撤去時に相当するステージ 2, 撤去後約 4 年経過した思春期後期に相当するステージ 3 における線・角度計測値を表 1, 顔面骨格図形の重ね合わせを図 4 に示した。

表 1 各ステージの平均年齢とセファロの計測値

		ステージ 1	p	ステージ 2	p	ステージ 3
平均年齢(歳)		10.8±1.24		12.0±1.16		15.4±0.52
線 計 測 (mm)	N-S	64.9±3.12	0.006**	65.3±3.11	<0.001***	66.3±2.99
	N-Ba	101.9±6.57	0.808	101.6±6.55	0.014*	104.2±4.33
	N-ANS	52.0±2.83	0.067	52.4±3.01	<0.001***	54.6±2.58
	ANS-Me	63.7±5.72	<0.001***	66.9±4.98	<0.001***	69.7±5.79
	N-Me	114.8±7.11	<0.001***	117.9±6.60	<0.001***	123.2±7.01
	A'-Ptm'	44.5±2.76	<0.001***	46.2±2.57	<0.001***	47.7±2.96
	Gn-Cd	113.1±5.46	0.004**	114.9±6.11	<0.001***	121.4±5.30
	Pog'-Go	73.9±3.19	0.013*	75.1±3.26	<0.001***	78.5±2.96
	Cd-Go	52.8±3.46	0.013*	54.0±4.03	<0.001***	58.3±3.31
Wits appraisal		-8.9±2.83	<0.001***	-2.5±3.54	<0.001***	-5.0±3.10
角 度 計 測 (°)	∠ NSBa	135.0±11.19	0.581	133.7±7.65	0.181	132.3±5.25
	∠ SNA	79.2±3.59	<0.001***	81.4±3.68	0.813	81.3±3.91
	∠ SNB	81.1±3.03	<0.001***	79.8±3.71	<0.001***	80.9±3.24
	∠ ANB	-1.8±2.61	<0.001***	1.5±2.12	<0.001***	0.4±2.03
	Mand.pl.to SN	36.8±4.97	0.176	37.5±4.54	0.318	37.0±5.33
	Gonial angle	129.0±6.17	0.008**	127.5±6.57	0.892	127.4±7.32

***: p<0.001, **: p<0.01, *: p<0.05 (平均±1 SD)

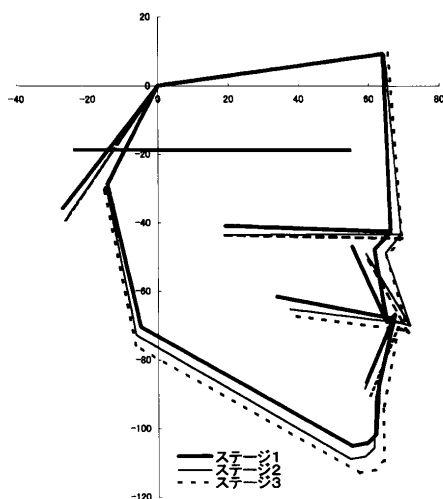


図 4 ステージ1~3までの平均顔面骨格図形の重ね合わせ (S 原点と FH 平面による重ね合わせ)

MPA の適用によってステージ 1 からステージ 2 までの約 1.3 年間で、いずれも平均的に SNA 角は 2.3° 増加したのに対して、SNB 角は 1.3° 減少していた。結果的に ANB 角は 3.6°, Wits appraisal は 6.5 mm の増加が認められた。平均顔面骨格図形の重ね合わせにおいては、口蓋平面の反時計回りの回転を伴う上顎骨の前方移動と下顎骨の後下方回転が認められた。

一方、MPA を撤去したステージ 2 からステージ 3

までの約 3.8 年間に SNA 角はほとんど変化が認められなかったのに対して、SNB 角は 1.4° 増加していた。結果的に ANB 角は 1.4°, Wits appraisal は 2.6 mm の減少が認められた。平均顔面骨格図形の重ね合わせにおいては、SNA でみた上顎は前後的に位置を変えなかったのに対し、SNB でみた下顎は 1.6° 前方かつ下方への成長を示した。

図 5, 6 はそれぞれ顎骨標準成長曲線上に MPA 群の上顎骨前後径および下顎骨全体長の平均値をプロットしたものである。ステージ 1 においては、上顎骨前後径は標準と比べて著しく小さく -1.64 SD スコアであったが、MPA 適用によりステージ 2 においては 1% の危険率で改善され -1.15 SD スコアと変化し、その後の思春期後期にあたるステージ 3 においては -1.09 SD スコアと相対値はほぼ維持されていた。ステージ 1 の SD スコアと、ステージ 2 とステージ 3 の SD スコアとの間に 1% の危険率で有意差が認められた。一方、下顎骨全体長については、ステージ 1 において標準と比べてやや大きく +0.66 SD スコアであったが、MPA 適用によりステージ 2 においては +0.23 SD スコアとほぼ標準まで変化したものの、その後の思春期後期にあたるステージ 3 においては +0.43 SD スコアと相対値において増加傾向が認められた。ステージ 1 の SD スコアと、ステージ 2 の SD スコアとの間に 1% の危険率で有意差が認められたが、ステージ 3 との間には有意差は認められなかった。

また、表 2 にステージ 1 からステージ 3 までの上顎骨前後径、下顎骨全体長の SD スコアの変化量と、ス

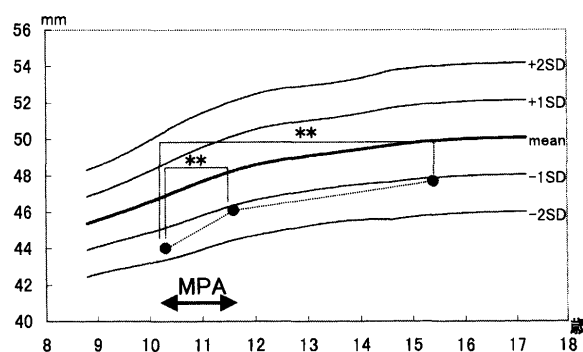


図 5 上顎骨前後径の標準成長曲線上にプロットされた MPA 群の平均変化
(SD スコアが有意に変化したかどうかについて paired-t test を用いて検定した) ** : $p < 0.01$

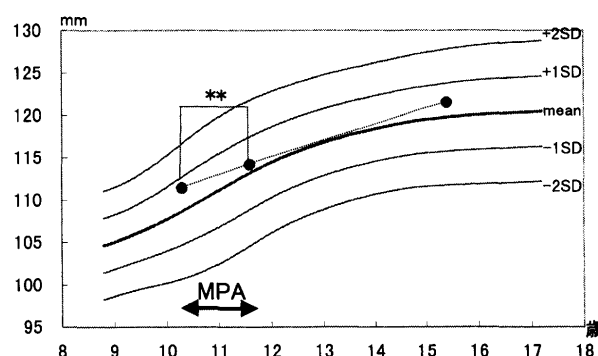


図 6 下顎骨全体長の標準成長曲線上にプロットされた MPA 群の平均変化
(SD スコアが有意に変化したかどうかについて paired-t test を用いて検定した) ** : $p < 0.01$

表 2 A'-Ptm'および Cd-Gn のステージ 1 から 3 までの SD スコアの変化と、ステージ 1 の年齢、各計測値との相関係数

		A'-Ptm' (SD スコア変化)		Cd-Gn (SD スコア変化)	
		相関	p	相関	p
年齢 (stage 1)		0.032	0.884	0.586	0.003**
線 計 測	N-S	-0.107	0.627	-0.081	0.714
	N-Ba	-0.244	0.261	-0.022	0.919
	N-ANS	-0.340	0.113	0.229	0.293
	ANS-Me	-0.175	0.424	0.382	0.072
	N-Me	-0.258	0.235	0.372	0.081
	A'-Ptm'	-0.088	0.689	0.358	0.094
	Gn-Cd	-0.021	0.926	0.357	0.095
	Pog'-Go	0.087	0.695	0.417	0.048*
	Cd-Go	-0.068	0.757	0.056	0.801
	Wits appraisal	-0.152	0.490	0.012	0.958
角 度 計 測	∠ NSBa	-0.032	0.886	-0.113	0.609
	∠ SNA	0.071	0.747	0.342	0.110
	∠ SNB	0.364	0.087	0.239	0.271
	∠ ANB	-0.331	0.123	0.190	0.384
	Mand.pl.to SN	-0.213	0.329	0.255	0.240
	Gonial angle	-0.082	0.710	0.202	0.257

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

ステージ 1 での暦年齢およびセファロの各計測値との相関を示したが、上顎骨前後径の SD スコアの変化量は暦年齢、セファロの計測値と有意な相関を示さなかった。一方、下顎骨全体長の SD スコアの変化量と初診時年齢との間の相関係数は 0.586 と 1% の危険率で、また下顎骨体長 (Pog'-Go) との間の相関係数は 0.417 と 5% の危険率で有意な相関が認められた。

考 察

I. 資料と研究方法について

上顎前方牽引装置にも、装置のデザインによっていくつか種類があることが知られているが^{1,13,14)}、その多くの基本的構造は、牽引力を支えるための顎外固定装置、牽引力を歯列および骨格系に伝達する口腔内装置と牽引力を発現するエラスティックからなる。

その際の牽引部位あるいは方向について、石井らは¹³⁾前歯部に開咬傾向がある患者には第一大臼歯より

もむしろ第一小臼歯からの牽引を選択すべきであることを述べている。他にも牽引方向と口蓋平面の回転について同様のことがいくつか報告されている^{15~17)}。本研究に用いた上顎前方牽引装置の口腔内装置は、口蓋部にもレジジン性のプレートを用いて、歯だけでなく上顎骨を一塊として牽引するように工夫したものである。牽引方向に関しては、治療に伴う前歯部開咬を予防するために、できるだけ前方から牽引することを心がけており、図1の口腔内写真に例を示すように治療開始時左右第一小臼歯の萌出がみられた症例には第一小臼歯からの牽引を行っている。また、診断の時点でoverbiteが浅く、治療により開咬を引き起こす可能性が示唆された症例には、本装置は使用せず、他の方法を用いるかあるいは、第一小臼歯の萌出を待つなどの配慮をしている。

次に、研究方法に関して佐藤ら¹⁰⁾は、顎顔面各部の大きさの年齢相当SDスコアは成長期を通じて基本的に保持されるということを確認し、顎骨標準成長曲線の作成とこれを利用した予測法を提示した。また、楠元ら¹¹⁾は、上顎骨および下顎骨各部の標準成長曲線および成長速度曲線を用いることによって、顎整形装置が顎骨の成長様相にどのような影響を与えるのかを客観的かつ視覚的に評価する有効な手段であると述べている。

図3の顔面骨格図形の比較で明らかなように、本研究ではskeletal class III症例を用いており、skeletal class Iで作成された顎骨標準成長曲線に当てはめて評価する場合は、顎骨成長タイミングや量においてclass III群とclass I群との間に相違がないという前提が必要になる。両群の顎骨の成長様相に関しては思春期開始のタイミングにはやや差があるという報告^{18,19)}があり、量的には差は認められないという報告^{20~23)}が多いものの、まだ結論は得られていない。一方、佐藤ら¹⁰⁾は、思春期において骨年齢を基準として求められた下顎骨全体長SDスコアは成長終了時までほぼ維持されていることを確認している。そこで、本研究ではこの結果を利用してMPAによる治療効果を検討することとした。ここで佐藤ら¹⁰⁾は、顎骨標準成長曲線を用いて個体の成長を評価する場合には、成長タイミングのバリエーションを補正するために暦年齢ではなく骨年齢を用いることを推奨している。本研究においても骨年齢を基準としてSDスコアを求めるべきとも考えられるが、本研究資料が全身成長において日本人の標準的集団と仮定できれば、平均的には日本人に標準化された骨年齢と暦年齢とは理論的に一致することになる^{24,25)}。したがって、本研究ではすべて暦年齢を基準として評価を行うこととした。

また、評価を行ったステージとしてMPAの使用開始時期、撤去時期に加えて15歳時を選択した。この時

期は女子の成長ステージにおいては思春期後期に当たり、顎骨の残余成長量としてはわずかであること²⁰⁾、MPA適用後の後戻りがあるとすればその間にすべて発現すると考えられることから、MPA撤去後の長期安定性を評価するためには十分であると考えられた。

II. 上顎骨に対するMPAの効果について

成長期にある骨格型反対咬合症に対して前歯の被蓋および上・下顎骨の相対的位置関係の改善に、MPAによる治療が有効であるという報告は数多くなされている^{4,13,14,26~39)}。それに対し、MPA撤去後の咬合や骨格系に関する長期の安定性、あるいは後戻りの有無に関する報告は少ない^{6~9)}。

MPA撤去後の後戻りに関して、石井ら⁵⁾は、カニクイザルを用いた実験的研究から、後戻り変化は上顎において牽引終了後1カ月までに生じるが、その量は少なく、上顎骨では時計廻りの回転が、下顎では持続的な上顎を上回る前方成長が認められたと報告している。またYoshidaら⁹⁾は、MPAを適用した女子3名について、長期的な顎骨の成長変化を成長予測法の1つを応用して調べたところ、装置撤去後も上顎骨はskeletal class Iの成長量に近い前方成長を示し、装置撤去時に獲得された顎間関係が維持されていたことを報告している。

一方、女子下顎前突者の上顎骨の成長は、歯年齢III B期の9.7歳時点で95~96%の成長を終了し、その後は、ほとんど増加せず安定していたことが報告されている⁴⁰⁾。また、三谷⁴¹⁾は思春期では顎顔面頭蓋は深さよりも高さの増加が大きいことを報告している。本研究のステージ1は平均10.3歳、ステージ2は平均11.6歳で、歯年齢III B~IV Aの時期にあたる。10歳以降の顔面の深さの成長を、上顎骨前後径でみると、わずか1.3年間に0.50 SDスコア増加したことは、個体の持つ固有の成長を上回る成長促進の存在、すなわちMPA装置による整形効果を示しているものと考えられた。なお、4種類の口腔内装置による上顎骨の成長に対する効果には明らかな差異は認められなかった。一方、ステージ2と3間では上顎骨前後径は0.05 SDスコアの変化しかなく、上顎骨の後戻りはみられず、前方移動した位置から自然成長を示していたと解釈された。

以上の結果から、上顎骨の成長速度は装置適用中においては標準を上回り、その後は年齢に対する相対的な大きさは維持されたことから、MPAの適用によって得られた効果は、装置撤去後も持続しており、上・下顎関係の改善に有効な装置であることが示唆された。しかし、本研究においては上顎骨の大きさの評価には前方部の計測点としてA点を使用した。A点は解剖学的に切歯根尖の位置変化の影響を受けているこ

とから、本研究結果が上顎骨の真の成長だけでなく、上顎歯列の前方移動の影響を含んでいる可能性が考えられる。

III. 下顎骨に対する MPA の効果について

本研究で用いた MPA はチンキャップにフェイスマスクを付加したタイプのものであり、下顎骨に対する影響は、チンキャップ単独適用の場合と同じと考えられる。チンキャップが下顎骨の成長に及ぼす影響については多くの報告がなされている。鈴木⁴²⁾、沢⁴³⁾は、下顎骨全体長に関しては成長抑制効果を認めたと述べているが、三谷⁴⁴⁾は促進するか抑制するかに関しては一定の傾向を認めないと報告している。鈴木⁴²⁾、Graber⁴⁵⁾、糠塚⁴⁶⁾は、下顎枝高に関しては成長抑制が起こるとし、沢⁴³⁾、三谷⁴⁴⁾は、むしろ成長促進が認められたとしている。下顎骨体長に関しては鈴木⁴²⁾、三谷⁴⁴⁾は、成長量に抑制効果が認められたとし、沢⁴³⁾は、そのような効果を認めなかったと報告している。Sugawara ら⁴⁷⁾は、顔面骨格パターンはチンキャップ適用によって一時的には改善されたものの、長期的にみればチンキャップ治療は必ずしも改善された骨格パターンを維持させることができないと報告した。このように見解に相違が認められる理由は、チンキャップの適用方法、すなわち牽引力、適用時期、期間、方向や顔面パターンによる反応性の違いに加えて、その評価方法に差異があるためと考えられる。

本研究の結果では、下顎骨全体長は MPA 装着期間の約 1.3 年間は標準と比べて成長が抑制されていた。その後、ほとんどの症例でチンキャップを継続して使用しているが、成長速度がむしろ加速しており、最終的に成長はあまり抑制されていなかった。思春期および思春期後期において、class I と未治療 class III の顎骨成長量に差のないことが報告されていることから²⁰⁻²³⁾、チンキャップ撤去後の加速現象はいわゆるリバウンドと解釈することができる。このことは、チンキャップによって基本的な顔面骨格パターンを変えることはできないとする Sugawara ら⁴⁷⁾の報告や、顎骨標準成長曲線によって評価を行った結果、成長加速現象が観察されたとする佐藤¹⁹⁾、楠元ら¹¹⁾の報告とほぼ一致していた。

以上のことから、MPA の適用中においては下顎骨の成長様相に影響を与えることが確認された。しかし、その下顎骨に対する成長抑制効果は一時的に認められるに過ぎず、成長終了期までは保持されないことが示唆された。

IV. MPA の効果と関連する要因について

ステージ 1 からステージ 3 までの SD スコアの変化と、MPA 治療の開始年齢や初診時の顔面骨格パター

ンとの関連性の有無について調べるため、相関を調べた。その結果、上顎骨前後径の SD スコアの変化といずれも有意な相関を示さなかったのに対して、下顎骨全体長の SD スコアの変化と MPA 適用開始年齢およびセファロの計測項目において下顎骨体長と有意な相関が認められた。

上顎骨前後径の SD スコアの変化が治療開始年齢や、上顎骨の位置・大きさと相関を示さなかったことから、思春期においては上顎骨に対する効果の程度は、治療開始年齢にあまり左右されないことが示唆された。このことは、上顎骨の顎整形装置に対する個体の反応性の多様性を意味するものか、あるいは上顎歯列および歯槽骨のレベルでの前方移動を意味するものかは、本研究からは明確にすることはできなかった。また、より低年齢においても治療開始時期と上顎骨に対する治療効果に関連が認められないものかどうかについては、さらなる検討が必要である。

一方、下顎骨は装置適用開始年齢と相関することから、より顎整形的な効果を期待する場合は、思春期性成長期においてはより低年齢において適用すべきと考えられた。また、下顎骨体長と相関が認められたことは、チンキャップの効果が下顎骨の大きさや形態と何らかの関連性を示唆するものと考えられる。しかし、下顎骨全体長 SD スコアに MPA 治療前と思春期後期で有意差が認められなかったことから下顎骨の成長抑制はなされていないものと考察され、この結果から、長期的にみれば MPA およびチンキャップの適用によって下顎骨の後退による骨格系の改善を積極的に期待すべきではないと理解される。

本研究結果より、長期的な安定性という面から MPA 治療による顎整形的な効果が客観的に評価され、上顎骨の前方への成長促進による上・下顎顎間関係の改善が期待できること、および装置によって促進された上顎骨はその後比較的安定していることが明らかとなった。このことは、最終的な咬合形成を行ううえで MPA 治療の有効性を示すものである。

本論文の要旨は、第 57 回日本矯正歯科学会大会(1998 年 10 月、仙台)および The 3rd Asian-Pacific Orthodontic Conference (1998 年 11 月、台湾)において発表した。

文 献

- 1) 滝本和男, 石沢命久, 高田富三郎: 上顎部劣成長に応用する顎外固定装置, 日矯歯誌 22: 36-40, 1992.
- 2) Kambara, T.: Dentofacial changes produced by extraoral forward force in the *Macaca irus*, *Am J Orthod* 71: 249-277, 1977.
- 3) Nanda, R.: Protraction of maxilla in rhesus

- monkeys by controlled extraoral force, Am J Orthod 74:121-141, 1978.
- 4) 石井英司：上顎劣成長を伴う skeletal class III 症例に用いられる Orthopedic appliance の効果の実験的検討, 日矯歯誌 38:187-209, 1979.
 - 5) 石井英司, 中村進治, 正木史洋, 他：上顎劣成長を伴う skeletal Class III 症例に用いられる Orthopedic appliance 除去後の形態学的組織学的変化に関する実験的検討, 日矯歯誌 39:53-63, 1980.
 - 6) 三木依子, 黒田康子, 時実千代子, 他：骨格性反対咬合における上顎前方牽引法の応用について—III B 期女子 3 症例の検討—, 日矯歯誌 44:144-159, 1985.
 - 7) 安念抱一, 庄司昌史, 小笠原潤治, 他：上顎前方牽引治療の術後変化について—長期管理を行った 3 症例—, 北海道歯誌 15:37-52, 1987.
 - 8) 小椋啓司, 庄司昌史, 千枝一実, 他：上顎前方牽引装置撤去後の成長期の形態変化について, 北海矯歯誌 17:42-50, 1989.
 - 9) Yoshida, I., Ishii, H., Yamaguchi, N., *et al.* : Long-term follow-up of combined maxillary protraction appliance and chin cap treatment, Higashi Nippon Dent J 15:149-162, 1996
 - 10) 佐藤亨至, 阿部まちよ, 白土祥樹, 三谷英夫：女子における上・下顎骨標準成長曲線の作成と標準化骨年齢 (TW 2 法) を用いた成長予測法について, 日矯歯誌 54:28-36, 1995.
 - 11) 楠元桂子, 佐藤亨至, 三谷英夫：上・下顎骨標準成長曲線の作成とそれを用いた顎整形装置の顎骨成長に対する効果の評価, 日矯歯誌 55:311-321, 1996.
 - 12) 丹後俊郎：医学への統計学, 古川俊之監修, 東京, 77-80, 83-85, 1983, 朝倉書店.
 - 13) Nanda, R. : Biomechanical and clinical considerations of a modified protraction headgear, Am J Orthod 78:125-39, 1980.
 - 14) Ishii, H., Morita, S., Takeuchi, Y., Nakamura, S. : Treatment effect of combined maxillary protraction and chin cap appliance in severe skeletal Class III cases, Am J Orthod Dentofac Orthop 92:304-312, 1987.
 - 15) Itoh, T., Chaconas, S. J., Caputo, A. A. and Matyas, J. : Photoelastic effects of maxillary protraction on the craniofacial complex, Am J Orthod 88:117-124, 1985.
 - 16) Hata, S., Itoh, T., Nakagawa, M., *et al.* : Biomechanical effects of maxillary protraction on the craniofacial complex, Am J Orthod Dentofac Orthop 91:305-311, 1987.
 - 17) Caunt, J. A., Gandia, J. L. and Salvador, R. : Effects of maxillary protraction determined by laser metrology, Eur J Orthod 12:340-345, 1990.
 - 18) 佐藤亨至, 神野 憲, 三谷英夫：女子下顎前突者の身長, 下顎骨, 手骨の成長タイミングについて, 東北大歯誌 9:65-72, 1990.
 - 19) 佐藤亨至：最近の成長研究の成果と今後の展望, 東北矯正歯誌 4:38-52, 1996.
 - 20) 佐藤亨至, 菅原準二, 三谷英夫：思春期後期における女子骨格型下顎前突症の顎顔面の平均成長様相—顎矯正外科治療の早期適用に向けて—, 日矯歯誌 48:21-28, 1989.
 - 21) 佐藤亨至, 菅原準二, 三谷英夫：思春期後期における男子骨格型下顎前突症の顎顔面の平均成長様相—顎矯正外科治療の早期適用に向けて—, 日矯歯誌 51:25-30, 1992.
 - 22) Mitani, H., Sato, K. and Sugawara, J. : Growth of mandibular prognathism after pubertal growth peak, Am J Orthod Dentofac Orthop 104:330-336, 1993.
 - 23) 坂本恵美子, 菅原準二, 梅森美嘉子, 三谷英夫：思春期性成長期における男子・骨格性下顎前突者の顎顔面頭蓋の成長変化—10 歳から 15 歳までの縦断的研究—, 日矯歯誌 55:372-386, 1996.
 - 24) Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Cameron, N., *et al.* : Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW 2 method), 2nd ed., London, 1983, Academic Press, 22-37.
 - 25) 村田光範, 松尾宣武, 田中敏章, 他：日本人標準骨成熟アトラス, 東京, 1993, 金原出版.
 - 26) 山本 繁, 町屋仁躬, 藤井英信, 他：Orthopedic force による著しい下顎前突の治療, 日矯歯誌 31:360-373, 1972.
 - 27) 池畑豊秋, 中野耕輔, 岡田昭人, 他：Orthopedic appliance による下顎前突の治療機転, 日矯歯誌 33:20-26, 1974.
 - 28) Irie, M. and Nakamura, S. : Orthopedic approach to severe skeletal Class III malocclusion, Am J Orthod 67:377-392, 1975.
 - 29) 山口秀晴, 鈴木敏正, 高木省三, 川手 俊：改良型上顎前方牽引装置とその治療, 日矯歯誌 37:69-82, 1978.
 - 30) Campbell, P. M. : The Dilemma of Class III treatment ; Early or Late?, Angle Orthod 53:175-91, 1983.
 - 31) Mermigos, J., Full, C. A. and Andreasen, G. : Protraction of the maxillofacial complex, Am J Orthod Dentofac Orthop 98:47-55, 1990.

- 32) Tanne, K. and Sakuda, M. : Biomechanical and clinical changes of the craniofacial complex from orthopedic maxillary protraction, *Angle Orthod* 61 : 145-152, 1991.
- 33) Baik, H. S. : Clinical results of the maxillary protraction in Korean children, *Am J Orthod Dentofac Orthop* 108 : 583-592, 1995.
- 34) Ngan, P., Hägg, U., Yiu, C., *et al.* : Treatment response to maxillary expansion and protraction, *Eur J Orthod* 18 : 151-168, 1996.
- 35) Chong, Y. H., Ive, J. C. and Årtun, J. : Changes following the use of protraction headgear for early correction of Class III malocclusion, *Angle Orthod* 66 : 351-362, 1996.
- 36) 石井英司, 森田修一, 小笠原潤治, 他 : 上顎前方牽引治療の術後変化について, *日矯歯誌* 44 : 715-726, 1985.
- 37) 石井英司, 松原 暁, 北野敏彦, 他 : Chincap と上顎前方牽引装置の併用による反対咬合治療の効果の統計学的検索, *日矯歯誌* 44 : 556-567, 1985.
- 38) 阿部泰志, 浅野央男, 遠藤康子, 他 : 低年齢期反対咬合に対する上顎前方牽引治療の術後変化について, *東北大歯誌* 6 : 1-12, 1987.
- 39) 吉田育永, 石井英司, 山口伸人, 他 : 上顎前方牽引治療の術後変化とその要因, *北海矯歯誌* 25 : 1-12, 1997.
- 40) 須佐美隆三 : 下顎前突者の顎顔面頭蓋形態の年齢的推移に関する X 線計測学的研究, *日矯歯誌* 26 : 1-34, 1967.
- 41) 三谷英夫 : 顎顔面頭蓋各部における年間成長量と成長率の追跡—7 歳から 15 歳まで—第一報 : 年間成長量の追跡, *日矯歯誌* 31 : 307-318, 1972.
- 42) 鈴木信夫 : 頭部 X 線規格写真による Chin cap の効果に関する臨床的観察, *日矯歯誌* 31 : 64-74, 1972.
- 43) 沢 秀一郎 : 頭部 X 線規格写真による反対咬合の顎顔面頭蓋の成長に関する研究—半縦断的資料を用いて—, *日矯歯誌* 37 : 237-268, 1978.
- 44) 三谷英夫 : 思春期下顎骨個成長に対する顎外力の影響について, *日矯歯誌* 43 : 200-221, 1984.
- 45) Graber, L. W. : Chin cup therapy for mandibular prognathism, *Am J Orthod* 72 : 23-41, 1977.
- 46) 糠塚重徳 : 顎外力 (チンキャップ) による整形効果の時間的変遷に関する研究, *東北大歯誌* 1 : 1-17, 1982.
- 47) Sugawara, J., Asano, T., Endo, N. and Mitani, H. : Long-term effects of chincap therapy on skeletal profile in mandibular prognathism, *Am J Orthod Dentofac Orthop* 98 : 127-133, 1990.

主 任 : 溝 口 到 教授 1999 年 3 月 8 日受付

連絡先 : 吉 田 育 永
 北海道医療大学歯学部矯正歯科学講座
 〒 061-0293 石狩郡当別町金沢 1757