Apert 症候群に対する骨延長術後における 延長方向および延長量の検討

倉田和之 岡藤範正 山口哲也
野口昌彦* 栗原三郎

Examination of the Direction and Quantity of Extension following Distraction Osteogenesis in Apert Syndrome

KAZUYUKI KURATA, NORIMASA OKAFUJI, TETSUYA YAMAGUCHI,
MASAHIKO NOGUCHI* and SABURO KURIHARA

Abstract

We conducted maxillary distraction utilizing internal distraction devices in three patients with Apert syndrome. For these cases, we examined maxillary bone displacement, the relapse of bone distraction length and inclination changes. For this study, we chose three female patients between nine years two months and fifteen years eight months of age at the time of operation. After receiving a Le Fort III osteotomy, each patient received maxillary advancement utilizing internal distraction devices. The device was activated 1.0mm per day. After the lengthening devices were removed, the maxilla was reconstructed using poly L-lactic acid (PLLA) plates. Corresponding to pre-operation, post-operation, 1-year and 2-year post-operative periods, lateral cephalogram tracings were made. By standardizing the superimposition lateral cephalogram for the cranial base, each measurement point reflected it on the FH plane. Based on these observations, we studied the displacement in the horizontal and vertical directions of the maxilla which were indicated by point A, and we examined the inclination changes of the palatal plane based on the FH plane. As a result, the distraction lengths at point A were from 10.0mm to 14.8mm. In the two younger age groups, large differences between

setting and real quantities of bone distraction lengths have not been found. Yet for the other case, actual distraction length was less than the setting length. As for the bone distraction length relapse, an average rate of 4.0% was recognized in the horizontal direction, but was not found in the vertical direction. To explain such a small relapse rate, the following reasons were discussed: longer than three months of retention period had been taken for the studies; mini-plate fixation had been applied as well as retention with the maxillary protractor; and anterior and downward growth of maxilla had taken place. The changes of the palatal plane angle had rotated counter-clockwise from 1.5° to 3.0° in the pre- and post-operative stages, and had rotated clockwise from 0.5° to 3.0° in the immediately-post and 1-year post-operative period. For the 1-year and 2-year post-operative period, a clockwise rotation rate from 1.0° to 1.5° was recognized. The palatal plane had rotated counter-clockwise after the operation, but we succeeded in achieving a relapse rate almost the same as the pre-operative length.

Key words: Apert syndrome (Apert 症候群), Distraction osteogenesis (骨延長), Maxillary bone displacement (上顎骨移動)

[Received Jul. 14, 2006]

松本歯科大学歯科矯正学講座 (主任: 栗原三郎教授)

* 長野県立こども病院形成外科 (主任: 野口昌彦部長)

Matsumoto Dental University, Department of Orthodontics (Chief: Prof. Saburo KURIHARA)

* Department of Plastic Surgery, Nagano Children's Hospital (Chief: Dr. Masahiko NOGUCHI)

緒 言

Apert 症候群は、1906 年フランスの Apert によって初めて報告された常染色体優性遺伝性疾患である¹⁾。出生頻度は約 1/65,000 人とまれで、症状としては頭蓋縫合早期癒合により頭蓋の変形が生じ、鼻根部の陥没、両眼隔離、上顎低形成、眼球突出、眼裂斜下などの中顔面の低形成、重度の骨性皮膚性合指趾症等を伴う²⁾。また Apert 症候群では、頭蓋内圧亢進による二次的な脳や神経障害を予防するとともに、頭蓋の形態を改善し正常な成長を促すために、fronto-orbital advancement 等の頭蓋骨再建手術が行われる³⁾。しかし、中顔面の劣成長は改善されないために前歯被蓋改善や顔貌改善を行うには、上顎複合体部の前方移動が必要となってくる。骨延長術は近年顎顔面外科領域で盛んに行われており、顔貌や咬合の改善を行った症例が多数報告されている⁴⁻⁶⁾。しかしながら、Apert 症候群患者に対して骨延長術後の上顎骨の移動様相を詳細に検討した報告は少ない^{7,8)}。

そこで本論文では、Apert 症候群 3 症例に対する術前、術直後、術後 1 年、術後 2 年における上顎骨の延長量や後戻り量、回転量を側面頭部 X 線規格写真にて明確にすることを目的として検討を行った。また、下顎骨の回転変化も併せて検討した。

方 法

対象は長野県立こども病院形成外科において上顎複合体の骨延長術を行い、松本歯科大学矯正歯科において歯科矯正治療を行っている Apert 症候群女児 3 症例である。3 症例とも Apert 症候群に起因する咬合異常を主訴に来院し、家族歴に特記事項はない。

症例 1 は初診時年齢 7 歳 11 か月の女児。既往歴として 9 か月時に fronto-orbital advancement, 1 歳 5 か月時と 2 歳時に合指症分離術を受け、8 歳 6 か月時に再度 fronto-orbital advancement を受けている。その後、術前矯正治療は行わず 9 歳 2 か月時に骨延長術を施行した。術後開口障害が生じたため、術後 3 か月時より開口訓練を開始し、約 1 年間で術前の開口量まで改善した。その後、側方歯の交換を待ちながら 12 歳 0 か月まで経過観察を行った。その後、上顎に舌側弧線装置を装着し、異所萌出歯の改善および埋伏歯の牽引を行った。術後、顎間ゴムや顎外固定装置の使用は行わなかった。

症例 2 は初診時年齢 14 歳 11 か月の女児。既往歴として 5 歳時に fronto-orbital advancement, 6 歳時に合指症分離術を受けている。術後の後戻り防止のために上顎前方牽引装置を装着した後、15 歳 8 か月時に骨延長術を施行した。術後に著しい開口障害は生じなかった。術後 1 か月時より上顎前方牽引装置の使用を再開し、前下方へのゴム牽引を

行った。上顎前方牽引装置を 6 か月間使用した後、16 歳 4 か月時よりマルチブラケット装置による歯列の再排列を行っている。

症例 3 は初診時年齢 9 歳 4 か月の女児。既往歴として 7 か月時に fronto-orbital advancement, 3 歳時に合指症分離術を受け、10 歳 4 か月時に骨延長術を行った。術後に著しい開口障害は生じなかった。側方歯の交換を待って、マルチブラケット装置を装着し、叢生および顎間関係の改善を行っている。

骨延長術の術式は、3 症例とも Le Fort III 型骨切り術を施行し、延長器は創内固定型骨延長器 Extension plate (ケイセイ医科工業社製) を用いた。延長器は、両側の側頭骨から頬骨にかけて設置し、左右頬骨のプレート固定部はキルシュナー鋼線にて連結した。骨切りおよび装置装着から上顎骨延長開始までに 5 日間の待機期間を設け、上顎骨の延長は 1 mm/日ずつ行った。延長日数は、症例 1 は 15 日、症例 2, 3 は 16 日であった。骨延長終了後は延長器を装着し続け保定とした。保定日数は、症例 1 は 90 日、症例 2 は 130 日、症例 3 は 115 日であった。保定期間終了後、骨延長器抜去手術を行い、延長器除去後はポリ-L-乳酸製吸収性骨接合プレートシステム、FIXSORB®-MX (タキロン社製) を用いて、側頭骨から頬骨にかけて固定を行った。また骨延長方向は、咬合平面に対して平行な延長が行える様に設定した。

上顎骨の移動様相の評価は、術前 (T1)、術直後 (T2)、術後 1 年 (T3)、術後 2 年 (T4) 時の側面頭部 X 線規格写真 (以下セファロと略す。) をトレースし、頭蓋底を基準とした重ね合わせ法を用いた。その際、術前の上顎骨をテンプレートとして重ね合わせを行ったことで、A 点の位置変化を可及的に少なくした。また、詳細な移動量の検討を行うため、上顎骨の重ね合わせ図を縦、横 200% ずつ拡大し、計 400% に拡大し、A 点の位置変化を計測した。なお、コピー機は RICOH imagio MF2700 (リコープリンティングシステムズ株式会社) を使用した。その際、本コピー機の拡大複写に伴う縦横比の変倍は認められなかった。

上顎骨の移動様相の評価は骨延長量、後戻り量、回転量を検討することにより行った。それぞれの時期におけるセファロの重ね合わせは、松下ら⁹⁾ の方法を参考にした。骨延長量は、延長器のロッドの回転数から算出した装置延長量と延長前後のセファロ上での A 点の移動量とを比較した。その際、A 点の変化量を術前の FH 平面に投影し、FH 平面を X 軸、それに直交する軸を Y 軸として評価した¹⁰⁾ (Fig. 1)。セファロ上より求めた計測値は、レントゲン写真による拡大率を補正する為に 1.1 倍で除算した。またセファロ上より計測した A 点の移動量と延長器のロッドにおける延長量との比率から実効延長率を算出した。後

Fig. 1 The evaluation method of a quantity of bone distraction length

Fig. 2 The evaluation method of a relapse of bone distraction length

Fig. 3 The evaluation method of an angle change of palatal plane

戻り量は, FH 平面に対する A 点の移動距離を FH 平面に投影し, 水平方向・垂直方向に分けて評価した (Fig. 2)。また, 術直後から術後 1 年, 術後 1 年から術後 2 年, 術直後から術後 2 年のセファロを比較することにより後戻り率

を算出した。なお, 延長後の後戻りを評価するため, セファロ上の上方および後方を (+) とした。

上顎骨における回転量は, FH 平面に対する口蓋平面角を評価した (Fig. 3)。また術前から術後 2 年時までの各時

Fig. 4A Case 1: Lateral cephalogram at immediately-post operative stage (T2)
 4B Case 1: Distractor direction at immediately-post operative stage (T2)

Clockwise rotation with (+), counter clockwise rotation with (-) of lateral cephalogram

Fig. 5 The evaluation method of an angle change of mandibular plane-SN

期 (T1-T2, T2-T3, T3-T4) における角度変化と術前と術後 2 年時 (T1-T4) における角度変化を評価した。その際、時計回りの回転を (+), 反時計回りの回転を (-) とした。

さらに上顎骨の回転量を評価するにあたり、骨延長時の延長方向も併せて分析した。延長方向には術直後のセファロを用い (Fig. 4A), 延長器を注意深くトレースした後、FH 平面に対する左右延長器長軸の二等分線の角度を用い

た (Fig. 4B)。

また骨延長後の下顎骨の回転を評価するために、各時期のセファロより頭蓋底に対する下顎下縁平面の角度を計測した (Fig. 5)。また術前から術後 2 年時までの各時期 (T1-T2, T2-T3, T3-T4) における角度変化と術前と術後 2 年時 (T1-T4) における角度変化を評価した。その際、時計回りの回転を (+), 反時計回りの回転を (-) とした。さらに下顎骨の回転変化を評価するにあたり、骨延長時の

Fig. 6 Case 1: Superimposition of lateral cephalogram at T1, T2, T3, T4

Fig. 7 Case 2: Superimposition of lateral cephalogram at T1, T2, T3, T4

延長方向も併せて分析した。

結 果

頭蓋底を基準に術前 (T1), 術直後 (T2), 術後 1 年 (T3), 術後 2 年 (T4) のセファロ重ね合わせを行った (Fig. 6, 7, 8)。骨延長術による上顎骨の前方移動は 3 症例全てにおいて確認された。

各時期のセファロより計測した A 点における座標値を示す (Table 1)。

骨延長量の計測結果は, 症例 1 において装置延長量 15mm に対して A 点の移動量は 14.5mm, 水平方向に 11.6mm, 垂直方向に 8.9mm 延長されており, 実効延長率

は 96.7% であった。症例 2 においては装置延長量 16mm に対して A 点の移動量は 10.0mm, 水平方向に 8.9mm, 垂直方向に 4.1mm 延長されており, 実効延長率は 62.5% であった。症例 3 においては装置延長量 16mm に対して A 点の移動量は 14.8mm, 水平方向に 13.2mm, 垂直方向に 6.4mm 延長されており, 実効延長率は 92.5% であった (Table 2)。

後戻り量の計測結果は, 術直後から術後 1 年までの後戻り量を比較すると, 水平方向において症例 1 では 0.4mm, 後戻り率は 3.4%, 症例 2 では 0.7mm, 後戻り率は 7.9%, 症例 3 では 0.3mm, 後戻り率は 2.3% であった。3 症例とも垂直方向への後戻りは認められず, 上顎骨の下方への移

Fig. 8 Case 3: Superimposition of lateral cephalogram at T1, T2, T3, T4

Table 1 The coordinate of point A

	T1	T2	T3	T4
Case 1	(0, 0)	(11.6, 8.9)	(11.2, 11.5)	(11.4, 14.5)
Case 2	(0, 0)	(8.9, 4.1)	(8.2, 4.4)	(8.2, 5.0)
Case 3	(0, 0)	(13.2, 6.4)	(12.9, 7.3)	(12.9, 8.0)

Table 2 The quantity of bone distraction length(T1-T2)

	Device distraction length(mm)	Point A distraction length(mm)			Distraction ratio(%)
		Total	Horizontal	Vertical	
Case 1	15	14.5	11.6	8.9	96.7
Case 2	16	10.0	8.9	4.1	62.5
Case 3	16	14.8	13.2	6.4	92.5

Table 3 The relapse of bone distraction length

	T2-T3				T3-T4				T2-T4			
	Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical	
	Relapse (mm)	Relapse ratio(%)	Relapse (mm)	Relapse ratio(%)	Relapse (mm)	Relapse ratio(%)	Relapse (mm)	Relapse ratio(%)	Relapse (mm)	Relapse ratio(%)	Relapse (mm)	Relapse ratio(%)
Case 1	0.4	3.4	-2.6	-29.2	-0.2	-1.7	-3.0	-33.7	0.2	1.7	-5.6	-62.9
Case 2	0.7	7.9	-0.3	-7.3	0	0	-0.6	-14.6	0.7	7.9	-0.9	-22.0
Case 3	0.3	2.3	-0.9	-14.1	0	0	-0.7	-10.9	0.3	2.3	-1.6	-25.0

* Back and Upper with (+) of lateral cephalogram

動が認められた。術直後から術後2年までの後戻り量を比較すると、水平方向において症例1では0.2mm、後戻り率は1.7%、症例2では0.7mm、後戻り率は7.9%、症例3では0.3mm、後戻り率は2.3%であった。垂直方向への後

戻りは3症例全てにおいて認められず、上顎骨の下方への移動が認められた (Table 3)。

骨延長量と後戻り量との計測結果から、A点における上顎骨の移動量を求めた。延長方向をみると、症例1では

Fig. 9 Bone displacement of point A

Fig. 10 Inclination changes of Palatal plane angle

Table 4 The change of palatal plane angle

	Palatal plane angle				Angle change				Distractor direction
	T1	T2	T3	T4	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T1-T4	
Case 1	5.5°	4.0°	5.5°	7.0°	-1.5°	1.5°	1.5°	1.5°	40.0°
Case 2	-3.5°	-5.0°	-4.5°	-3.0°	-1.5°	0.5°	1.5°	-0.5°	36.0°
Case 3	-1.0°	-4.0°	-1.0°	0°	-3.0°	3.0°	1.0°	1.0°	25.5°

* Clockwise rotation with (+), counter clockwise rotation with (-) of lateral cephalogram

Table 5 The change of mandibular plane angle-SN

	Mandibular plane angle-SN				Angle change				Distractor direction
	T1	T2	T3	T4	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T1-T4	
Case 1	37.0°	43.0°	40.0°	40.0°	6.0°	-3.0°	0°	3°	40.0°
Case 2	38.5°	41.0°	38.0°	38.0°	2.5°	-3.0°	0°	-0.5°	36.0°
Case 3	48.0°	49.0°	48.0°	48.0°	1.0°	-1.0°	0°	0°	25.5°

* Clockwise rotation with (+), counter clockwise rotation with (-) of lateral cephalogram

垂直方向に対する水平方向の比率が約1:1.3, 症例2, 症例3ではともに約1:2.1であった。水平延長量は症例3が最も大きく, 症例2が最も小さかった。垂直方向への延長量は症例1が最も大きかった。後戻り量, 後戻り率は, ともに症例2が最も大きかった。3症例とも術直後から術後1年にかけて, 一旦水平方向への後戻りが認められたが, 術後1年から術後2年にかけて安定していた (Fig. 9)。

回転量変化は, 上顎骨は術前, 術直後において1.5°~3.0°反時計回りに回転していた。術直後から術後1年では0.5°~3.0°時計回りに回転, 術後1年から術後2年では1.0°~1.5°時計回りに回転していた。術前と術後2年を比較すると, 症例1は1.5°時計回りに回転, 症例2では0.5°反時計回りに回転, 症例3では1.0°時計回りに回転し

ていた。骨延長方向は, 症例1では40.0°, 症例2では36.0°, 症例3では25.5°であった (Table 4)。

口蓋平面の角度変化をみると, 反時計回りの回転量が最も大きいのは症例3であった。3症例とも術前から術直後にかけて, 口蓋平面が一旦反時計回りに回転する傾向が認められた。しかし術直後から術後2年にかけては時計回りの回転が認められ, 口蓋平面角は術前の値まで回復することが確認された (Fig. 10)。

骨延長術後の下顎骨の回転は, 術前, 術直後において症例1では6.0°, 症例2では2.5°, 症例3では1.0°時計回りに回転していた。術直後から術後1年では症例1では3.0°, 症例2では3.0°, 症例3では1.0°反時計回りに回転していた。術後1年から術後2年では3症例全てにおいて

角度変化は認められなかった。術直後から術後2年にかけては症例2, 3では術前の値近くまで回復していたが、症例1では3.0°時計回りへの回転が確認された (Table 5)。

考 察

1) 資料および方法について

上顎骨の移動様相について、本研究では術前の上顎骨をテンプレートとして用いて評価を行った。これは、骨延長に伴う切歯槽部の骨形態変化による計測誤差を抑えるためである。また、A点の位置変化を計測する際、トレースの重ね合わせ図を400%まで拡大して行うことで、詳細な計測を行うことが出来た。後戻り量の検討の際、A点の移動量自体に対する後戻り量を評価すると、顎骨成長の影響を受け後戻り変化の把握が困難となるため、A点の移動量を水平・垂直方向に分けて検討することで、後戻り変化をより把握しやすくした。しかし、より正確な移動様相の評価を行うためには、Björkら¹¹⁾や宮崎ら¹²⁾の様に骨内にインプラントマーカーを埋入し、重ね合わせを行う必要があると思われる。

今回調査した3症例の骨延長には創内固定型骨延長器を使用した。創内固定型の骨延長器の長所として、装置が目立たない、固定源として歯を利用しない、感染の機会が少ない、延長器を固定装置として使用する事で、延長後の保定期間を長くとれることなどが挙げられる。一方短所として、骨延長器の設置が困難、延長方向が一方に限定される、骨延長器に汎用性がないということが挙げられる¹³⁾。今回は患者の社会生活への早期復帰や確実な延長を考慮し創内固定型の延長器を選択した。

さらに、骨延長後においてポリ-L-乳酸製吸収性骨接合プレート (FIXSORB®MX) による固定を行った。ポリ-L-乳酸製プレートは術後に除去の必要がなく、副作用の発現頻度が比較的少ないことなどから近年臨床的に多く使用されてきている¹⁴⁾。生体皮質骨と同等以上の初期強度を持ち^{15, 16)}、今回の症例においても術後の固定に際しプレートは十分な強度を有し、アレルギー等の副作用は認められなかった。

2) 骨延長後における上顎骨の移動様相および下顎骨の回転について

骨延長量に関して、症例1, 3においては設定延長量と実際の延長量との間に大きな差は認められなかったが、症例2では、設定延長量より実際の延長量が少なかった。この理由として、左右の延長器の設置時に両側の平行性が十分に保てなかったこと、キルシュナー鋼線の変形、骨周囲の軟部組織の抵抗などの伸展性の限界をきたす原因があったのではないかと考えられた。

上顎骨における術後の後戻りについては多くの報告が認められる¹⁷⁻²¹⁾。上顎骨延長術を行いプレート固定は行わな

かったものについて、香川ら¹⁷⁾は延長量8.5mmに対して後戻りが3.0mm認められたと報告している。田中ら¹⁸⁾は延長量11.4mmに対して後戻りが3.1mmであったとし、今井ら¹⁹⁾は延長後の後戻りは1.0mmと量的には少ないが割合は延長量の1/3を占めたとしている。上顎前方移動術後にミニプレートによる固定を行ったものについては、前川らが21例について調査しており、その平均後戻り量は0.9mmとわずかであると報告している²⁰⁾。岩見らは、移動量と後戻り量との間には相関があるが、水平的な後戻りは平均0.2mmときわめてわずかであったと報告している²¹⁾。

本論文のApert症候群患者3症例は上顎骨延長術後、ポリ-L-乳酸製の吸収性プレートによる固定を行った。水平方向への後戻り量は、最小で0.2mm、最大のものでも0.7mmと非常に少なく、チタンミニプレートによる固定を行ったものと同程度の効果が確認された。水平的な後戻り率は、最小で1.7%、最大のものでは7.9%、平均すると約4.0%認められた。垂直的な後戻りは認められず、上顎骨の下方への移動が認められた。後戻りが少なかった理由として、ポリ-L-乳酸製プレートによる固定を行ったこと、延長終了後3か月以上の延長器継続装着を行い比較的長期間の保定を行ったこと、上顎骨の前下方成長などが考えられた。

延長前後における上顎骨の回転については、3症例全てにおいて口蓋平面は術後一旦反時計回りに回転するが、その後は術前の値近くまで改善することが認められた。

骨延長方向と口蓋平面の回転量との関係に着目すると、骨延長方向を下方に設定するほど、口蓋平面の反時計回りの回転を抑える傾向があることが示唆された。

延長術後における下顎骨の回転については、3症例全てにおいて術後一旦時計回りに回転することが確認された。またその回転量は、骨延長方向を下方に設定するほど大きくなる傾向があることが示唆された。

今後も引き続き矯正治療を行いながら、上顎骨の安定性や下顎骨の変化について長期的に経過を観察する予定である。

結 語

Apert症候群3症例に対し上顎骨延長術を行い、セファロにて術前、術直後、術後1年、術後2年における上顎骨の延長量や後戻り量、回転量を明確にし、骨延長術後の下顎骨の回転変化についても併せて評価したことにより、以下の所見を得ることができた。

3症例とも10mm前後の骨延長量であったにも関わらず後戻り量は少なく、術後2年においても上顎骨は安定していた。

骨延長後に吸収性プレートにて固定を行うことは、後戻りを抑制する為の有効な手段であると考えられた。

骨延長後は一旦口蓋平面が反時計回りに回転する傾向にあるが、その後改善され安定している状態が認められた。骨延長後の口蓋平面の反時計回りへの回転を抑える為には、延長方向を下方寄りへ設定する必要があるが、その際には下顎骨の回転にも注意が必要なが示唆された。

引用文献

- 1) Apert, E.: De l'acrocephalosyndactylie, Bull Soc Med Hop, Paris, 23 : 1310-1313, 1906.
- 2) Slaney, S.F., et al.: Differential effects of FGFR2 Mutations on syndactyly and cleft palate in Apert syndrome, Am J Hum Genet, 58 : 923-932, 1996.
- 3) Pollack, I.F., et al.: A combined frontoorbital and occipital advancement technique for use in total calvarial reconstruction, J Neurosurg, 84 : 424-429, 1996.
- 4) McCarthy, J.G., et al.: Distraction of the Craniofacial Skeleton, Plast Reconstr Surg, 107 : 1812-1827, 2001.
- 5) 伊藤学而, 他: 顎骨延長術の臨床応用, 第1版, クインテッセンス出版, 東京, 1999, 125-130 頁.
- 6) 今井啓道, 他: 長期経過からみた Hemifacial Microsomia に対する下顎骨仮骨延長法の問題点, 日形会誌, 20 : 509-516, 2000.
- 7) Posnick, J.C., et al.: Apert syndrome: Quantitative assessment by CT scan of presenting deformity and surgical results after first-stage reconstruction, Plast Reconstr Surg, 93 : 489-497, 1994.
- 8) Rynearson, R.D.: Orthodontic and dentofacial orthopedic considerations in Apert's syndrome, Angle Orthod, 70 : 247-252, 2000.
- 9) 松下真由美, 他: 上下顎同時移動術後の顎態変化について, 日矯歯誌, 47 : 418-424, 1988.
- 10) 栗原三郎, 他: 顎変形症の治療後の顎態変化, 口病誌, 51 : 26-35, 1984.
- 11) Björk, A.: Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants, Acta Odontol Scand, 13 : 9-34, 1955.
- 12) 宮崎顕道, 他: 上顎骨の発育不全を伴う両側性口唇口蓋裂患者への上顎骨延長術の経験—RED システムを応用して—, 日口蓋誌, 27 : 350-365, 2002.
- 13) 中村 篤, 他: 創内型の骨延長器による唇顎口蓋裂の上顎骨延長法の評価, 日顎変形誌, 14 : 145-151, 2004.
- 14) 敷波保夫: 生体材料としてのポリ乳酸の特性と応用, リウマチ科, 21 : 267-278, 1999.
- 15) 親里典子, 他: 吸収性骨接合プレートを用いた下顎枝矢状分割術後の下顎位の安定性と吸収性骨接合プレートの物性解析, 日顎変形誌, 13 : 21-26, 2003.
- 16) 池田悦子, 他: 生体内吸収性骨接合システム (プレートとスクリュー) を用いた顎矯正手術後の安定性, 日顎変形誌, 11 : 91-96, 2001.
- 17) 香川智正, 他: 上顎骨ディストラクションによる上顎下方延長の一例, 岡山歯誌, 19 : 289-293, 2000.
- 18) 田中憲男, 他: 上顎骨延長術を用いて治療した片側唇顎口蓋裂患者の一例, 日口蓋誌, 26 : 142-152, 2001.
- 19) 今井 徹, 他: 片側性唇顎口蓋裂患者の外科矯正治療に distraction osteogenesis による上顎骨骨延長術を併用した治療例, 日顎変形誌, 7 : 147-156, 1997.
- 20) 前川二郎, 他: 唇顎口蓋裂患者における Le Fort I 型上顎前方移動術—後戻りの検討における誤差について—, 形成外科, 42 : 733-741, 1999.
- 21) 岩見優子, 他: 上下顎同時移動術を受けた下顎前突患者における顎顔面形態の術後変化, 日顎変形誌, 7 : 163-173, 1997.