口唇口蓋裂児の上顎骨延長の治療成績と今後の展望

原 田 清

Treatment Results and Future Prospects of Maxillary Distraction for Growing Children with Cleft Lip and Palate

KIYOSHI HARADA

Abstract

Since distraction osteogenesis is considered to be a so-called low stress treatment, it is applied also to growing children with maxillofacial deformity. In particular, maxillary distraction has been performed for children with cleft lip and palate often accompanying maxillary deficiency. However, in Japan, there are no reports comprehensively describing the treatment results of maxillary distraction for growing children with cleft lip and palate. The rigid external distraction (RED) system is a typical external device used for maxillary distraction. This review describes the maxillary change on CT images, the hard and soft tissue changes on the profile, and the change of velopharyngeal function after maxillary distraction using the RED system. These examinations revealed that bone formation in the distraction gap was accomplished 6 months after the maxillary distraction, and the postoperative change of the maxilla also tended to reduce simultaneously. However, over the long term after the distraction, reduction of overjet and overbite, and occlusal stability due to mandibular growth were observed. The movement amount of the hard tissue in the distraction was significantly more than that in the conventional surgery. However, the movement ratio of the soft to hard tissue in the distraction was equal to or more than that in the conventional surgery. Although

there were no children who had undergone a very large distraction of more than 15 mm, no deterioration of the velopharyngeal function was observed in any of the cases. One of the problems of maxillary distraction in childhood is that it is very difficult to determine the treatment goal because mandibular growth is still progressing. The other problem is that it is difficult to use bone-borne appliances for the maxillary distraction because permanent tooth-germs exist in the maxilla. For the same reason as the latter, bone plate osseointegration after the distraction for reduction of the relapse and early removal of the distraction device is also difficult. In the present review, maxillary distraction of children was performed up to the level of catching up the mandible at the treatment point in time without overcorrection. This was because improvement of the masticatory function was considered to be more important than jaw morphology for growing children. Although it is very difficult to examine how maxillary distraction to catch up the mandible affects the subsequent mandibular growth in relation to improvement of the occlusal and masticatory functions, this problem should be solved when performing maxillary distraction for cleft children in the future.

Key words: maxillary distraction (上顎骨延長), children with cleft lip and palate (口唇口蓋裂児), treatment results and future prospects (治療成績と今後の展望)

[Received Feb. 23, 2012]

はじめに

顎骨の骨延長法は今や顎変形症に対する治療のオプションの一つとして普及している術式である。当初より骨延長法は低侵襲であることが提唱され、従来実施することのなかった小児の顎変形症患者にも応用されてきた。中でも口唇口蓋裂を有する小児では、思春期性の発育が始まる以前より著しい上顎劣成長を呈する場合があります、そのような症例でも上顎骨延長によって画期的な形態と咬合の改善を達成し得るに至っている。しかし、この口唇口蓋裂児における上顎骨延長前後での機能の変化や、延長後長期の形態変化、咬合の安定性等をはじめとする治療成績については、国外では報告が散見される¹⁻⁴⁾ものの、本邦では残念ながら十分に検討されてきたとは言えない。

Rigid, external, distraction (RED) system (RED システム)^{5,6)}は、創外型上顎骨延長装置の代表であるが、同装置は上顎の牽引のための固定源を頭部と上顎の歯列に求めている。すなわち、上顎の歯槽骨に固定源を求めていることから、永久歯の歯胚が歯槽部に存在する小児においても、これを損傷せずに上顎の骨延長を可能にする装置といえる。筆者は1999年にこのREDシステムを本邦で初めて導入⁷⁾し、本装置を応用して口唇口蓋裂を有する小児顎変形症患者の上顎骨延長を実施してきた。

本稿では、このREDシステムを用いて上顎骨延長を施行した口唇口蓋裂を有する小児の治療成績を総合的に検証し、その結果を回顧することによって、口唇口蓋裂児における上顎骨延長治療の今後の展望について検討を試みたい。

§ 1. 上顎骨延長の術式

1. 延長装置と装置の装着

REDシステム (Martin 社製, ドイツ) は、シカゴの Polley と Figueroa^{5,6)}によって考案された創外型上顎骨延長装置で、頭部に固定する halo と骨延長スクリューの付属するユニット、そしてそれらを連結するカーボンロッドから成る。上顎骨を延長するには上顎歯列に traction hook を装着し、これと骨延長スクリューとをワイヤーで連結して前方へ牽引、延長する (Fig. 1)。

頭部に halo を装着するために手術は経口挿管下で実施し、小児の場合は永久歯、とくに永久犬歯の歯胚を損傷しないよう high Le Fort I 型の骨切りを行う。Halo の固定は、麻酔から覚醒する前に、側頭骨の陥没骨折に注意しながら片側2本、計4本のスクリュー (scalp screw) を用いて行う (Fig. 1)。Scalp screw の固定に関する合併症とその対策については、Aizenbud ら⁸⁾が2008年に報告している。

Fig. 1 The RED system applied to a cleft patient undergoing maxillary distraction. (1: halo; 2: spindle unit for distraction; 3: carbon rod; 4: traction hook; 5: scalp screw; 6: direction of the maxillary distraction)

2. 上顎骨延長の実際

骨延長は術後2～4日目より開始し、原則1日1mmのペースで行った。ただし、筆者らの計測では、REDシステムにおける骨延長比 (実際の上顎骨延長量/装置上の延長量) は平均0.24であった⁹⁾ことから、装置上の移動量が予定移動量の4倍になるように設定して延長を実施した。また、延長の方向は上顎の咬合平面に平行、もしくはそれよりも若干前下方になるように設定した (Fig. 1)。

3. 延長装置の撤去と保定

Halo の撤去は骨延長終了後約4週で行った。小児であっても、スプレー式の表面麻酔剤を使用すれば、外来での scalp screw の除去は可能であった。スクリュー除去後の創部は、約1週間で上皮化するが、同部に毛髪が生えることはなく、スクリュー除去痕は最終的に禿頭になる。

Halo 除去後の保定装置として、矯正歯科治療で用いられるマスクタイプの上顎前方牽引装置を使用し、これを3～6か月間患児に装着させた。

§ 2. 治療成績

1. 骨延長部の画像上の変化⁷⁾

Le Fort I 型の骨切り術で上顎骨延長を実施した場合に、明らかな延長ギャップが生じる部位はおもに翼突上顎縫合部と上顎洞の前壁部になる。Fig. 2 は患児とその保護者より承諾を得て撮影した CT 画像であるが、halo を除去した直後では、翼突上顎縫合部の延長ギャップにはわずかな骨様不透過像しか観察されなかった。しかし術後6か月では、同延長ギャップは骨様不透過像でそのほとんどが

Fig. 2 A: Preoperative, B: about 2-months post-operative (immediately after removal of the device), and C: 6-months postoperative CT images (horizontal sections). (circles: distracted pterygomaxillary junction)

満たされていた。また、Fig. 3は同じCTの画像データを三次元構築したものであるが、halo除去直後では、上顎洞前壁部に骨延長に伴う著しい延長ギャップが観察されたが、そのギャップは経時的に平坦化していく所見が得られた。

2. 側貌硬組織の変化¹⁰⁾

上下顎の側貌硬組織の前方基準点として側面セファログラム上のANS, Pogonion (Pog), U1, L1を抽出し、それらの術後変化をFig. 4に示す座標上で計測した。REDシステムによる上顎骨延長を行った口唇口蓋裂を有する小児8名を対象として分析を行い、以下の結果を得た。

1) 上顎骨の前後的变化 (Fig. 5A)

前鼻棘 (ANS) は骨延長によって大きく前方へ変化した後、術後6か月まで徐々に後方へと変化し、この後方への変化の割合、すなわち後戻りは、上顎骨延長で前方移動した距離の約20%であった。一方、術後6か月以降から36か月までは前後的に安定する傾向がみられた。ANSの前後的な変化が術後6か月以降で安定していたという結果は、前述した如く、CT画像の所見で翼突上顎縫合部の延長ギャップが骨様不透過像で満たされた時期が術後6か月であったことと一致していた。

2) 上顎骨の上下的变化 (Fig. 5B)

術後比較的短期ではANSは上下的に安定していたが、術後長期では徐々に下方へ変化する傾向がみられた。上顎骨延長後長期の下方への変化は成長による変化と考えられ、Figuerola²⁾やHuang³⁾の報告の結果と一致するものであった。

3) 下顎骨の前後的变化 (Fig. 6A)

術後比較的短期では、Pogの変化に一定した傾向は観察されなかったが、術後12か月以降は前方に変化する傾向がみられた。

4) 下顎骨の上下的变化 (Fig. 6B)

術後比較的短期では、Pogの変化に一定した傾向は観察されなかったが、術後6か月以降は下方へ変化する傾向がみられた。Pogの下方への変化量は、1)で述べたANSの下方への変化量よりも大きかったことから、下顎の下方への変化は上顎の下方への変化のみで生じているのではなく、下顎そのものの変化も伴っていることが示唆された。

5) 上顎切歯の変化 (Fig. 7A, B)

歯性の変化は矯正歯科治療の影響を受けるため、症例によってその様相はかなり異なるが、U1の変化はANSの変化とほぼ連動しており、術後長期では下方へ変化する傾

Fig. 3 A: Preoperative, B: about 2-months postoperative (immediately after removal of the device), C: 6-months postoperative, and D: 1-year postoperative 3D-CT images of a cleft patient. (ovals: the step caused by the maxillary distraction)

Fig. 4 The landmarks and method used for analysis of the lateral cephalograms. (ANS: anterior nasal spine; U1: upper incisors; L1: lower incisors; Pog: pogonion)

向がみられた。

6) 下顎切歯の変化 (Fig. 8A, B)

同様に L1 の変化も Pog の変化とほぼ連動しており、術後長期では前下方へ変化する傾向がみられた。ANS と Pog の下方への変化量の関係と同様に、L1 の下方への変化量は、U1 の下方への変化量よりも大きかった。

7) 被蓋の変化 (Fig. 9A, B)

主に水平被蓋 (OJ) で上顎骨延長に伴う著しい増加がみられ、その後水平被蓋 (OJ)・垂直被蓋 (OB) とともに術後長期にわたって徐々に減少する傾向がみられた。

3. 側貌軟組織の変化¹¹⁾

本システムによる上顎骨延長を行った口唇口蓋裂児 6 名における側貌軟組織の変化を、骨延長ではなく従来法で一期的に上顎骨の前方移動を行った成人 9 名の口唇口蓋裂患者と術後 6 か月の時点で比較した。計測に用いた基準点と計測項目を Fig. 10 に示す。

1) 各計測基準点の変化 (Table 1)

上顎骨延長前後の各計測基準点の変化を Table 1 に示

Fig. 5 Postoperative changes of the anterior nasal spine (ANS). A, Change in the X-axis value. B, Change in the Y-axis value. (Pre: preoperative; M: months after surgery)

す。どの基準点も従来法による上顎骨の前方移動術よりも上顎骨延長の方が有意に前方へ変化しており、上顎劣成長に伴う中顔面側貌の陥凹の改善は、上顎骨延長の方で効果的に行われていたことが示唆された。一方、上下的な変化は、従来法と上顎骨延長法とで有意な差は観察されなかった。

2) 上顎骨の移動量に対する中顔面軟組織の移動の割合 (Table 2)

各基準点の計測結果に基づいて硬組織の移動に対する軟組織の追従率 (軟組織追従率 = 軟組織移動量 / 上顎骨移動量) を算出した。成人と小児の違い、また、骨延長では上顎のみの骨切りであるのに対して従来法では上下顎で骨切り移動を行っている点、骨延長法と従来法とでは上顎の前方移動量に有意差がある点などから厳密には適切な比較とは言えないが、鼻尖点 (Sn) の ANS に対する前後的な軟組織追従率の平均値は、従来法で手術を行った成人では約 60% であったのに対し、上顎骨延長を行った小児では約 80% であった。鼻尖点 (Cm) の追従率は両者ともに 60%

Fig. 6 Postoperative changes of the pogonion (Pog). A, Change in the X-axis value. B, Change in the Y-axis value. (Pre: preoperative; M: months after surgery)

弱で、ほぼ同等であった。

3) 側貌軟組織の垂直的变化と鼻唇角の変化 (Table 3)

上顎骨延長前後における側貌軟組織の垂直的变化と鼻唇角 ($\angle$ Cm-Sn-Ls) の変化を Table 3 に示す。従来法と比較して上顎骨延長では Sn より下方の高径が増大する傾向がみられ、とくに Sn より口裂点 (St) までの高径が増大が著しい傾向がみられた。鼻唇角については、従来法と比較して上顎骨延長の方で開大する傾向がみられた。

4. 鼻咽腔閉鎖機能の変化¹²⁾

上顎骨延長に伴う鼻咽腔閉鎖機能の変化は、本システムによって上顎骨延長を行った口唇口蓋裂児 4 名を対象として検討した。術前と、術後 1 年以上経過した時点とで安静時の側面セファログラムを撮影し、Fig. 11 に示した計測基準点から鼻咽腔の奥行きと軟口蓋の距離計測を行った¹³⁾。また、同一の言語聴覚士による開鼻声の程度評価を行った。

1) 安静時側面セファログラム上の計測結果 (Table 4)

当然のことながら、全ての患児で、後鼻棘 (PNS) から

Fig. 7 Postoperative changes of the upper incisors (U1). A, Change in the X-axis value. B, Change in the Y-axis value. (Pre: preoperative; M: months after surgery)

Fig. 8 Postoperative changes of the lower incisors (L1). A, Change in the X-axis value. B, Change in the Y-axis value. (Pre: preoperative; M: months after surgery)

咽頭後壁 (posterior pharyngeal wall : PPW) までの距離は上顎骨延長後に増大した。一方、PNS から口蓋垂先端 (uvula : Uv) までの距離もすべての患児で増大していたが、上顎骨の延長量が大きかった Case I と III では、その増大量が PNS-PPW 間距離の増大に追従できず、PNS-Uv 間距離に対する PNS-PPW 間距離の割合 (need ratio) も増大していることが判明した。すなわち、本距離計測の結果だけをみると、上顎の骨延長量が大きくなれば、鼻咽腔の閉鎖に不利な状況がもたらされることが示唆された。

2) 言語聴覚士による開鼻声の程度評価 (Table 5)

言語聴覚士の開鼻声評価では、上記鼻咽腔の距離計測結果がそのまま反映されることはなく、上顎の骨延長量が大きく need ratio の増大がみられた患児でも、開鼻声の程度評価は上顎骨延長の前後で不変であった。

§ 3. 口唇口蓋裂児における上顎骨延長の利点と問題点

以上の結果を総合すると、骨格的には CT 画像上における延長部の骨化の時期と一致して、術後 6 か月以降で計測

点の変化は減少し、比較的安定する傾向がみられた。しかし、さらに長期的な経過では、上顎については下方への変化が、下顎については前下方への変化が観察された。これら上下顎の術後長期における変化は、患児に内在している顎骨の成長に伴う変化と考えられ、その影響で概して前歯部の被蓋が浅くなり咬合状態も不安定になる傾向がみられた¹⁴⁾。

一方、鼻下部における上顎骨延長に伴う硬組織の変化に対する軟組織の変化の割合は、上顎骨の移動量が有意に小さい従来法の手術による変化の割合よりもその比率が大きく、また鼻下部の垂直高径の増大も著明で、上顎骨延長の方が骨格性変化に起因した軟組織形態の改善効果が高い傾向にあることが示唆された¹⁴⁾。ただし上顎骨延長の鼻尖部の変化の比率は、鼻下部の変化の比率よりも低いこと、また、鼻唇角は上顎骨延長の方が開大する傾向が強いことから、上顎骨延長を行うと鼻尖が上方に向かい (症例によっては鼻孔が前方から見えやすくなることもあり)、鼻は平坦化する傾向にあることが示唆された。

Fig. 9 Postoperative changes of overjet (OJ) and overbite (OB). A, Change in the OJ value. B, Change in the OB value. (Pre: preoperative; M: months after surgery)

小児に限ってはいないが、Koら¹⁵⁾の報告では、上顎骨延長を行った口唇口蓋裂患者22例のうち開鼻声が悪化した症例は3例存在し、そのうちの2例は15mm以上の移動を行った症例であった。今回対象とした小児では、15mm以上の上顎骨延長を行った症例は含まれていなかったが、安静時側面セファログラム上の計測では延長後に軟口蓋が咽頭後壁に届きにくくなる、すなわち鼻咽腔閉鎖に不利になる結果を呈していたものの、言語聴覚士の評価で上顎骨延長後に開鼻声が悪化した症例はみられなかった。

以上の結果をみても、従来成長期が終わるまで適用できなかった咬合・咀嚼機能の改善治療が、上顎骨延長法の導入によって小児期でも有効に、また、鼻咽腔閉鎖機能にも大きな影響を及ぼさずに実施し得るようになったことは明らかである。したがって、上顎骨延長による治療法が、口唇口蓋裂に伴う上顎劣成長に起因する咬合不全を有する小児にとってその顎口腔領域の機能のみならず、整容の面からも大きな福音となったことはまぎれもない事実である。しかし、ここで改めて小児に特有の上顎骨延長の問題点を考えてみると、1) 小児に対して上顎骨延長は本当に低侵襲と言えるのか、2) 下顎にキャッチアップさせただけの上顎の骨延長がその後における下顎の発育にどのような影響を与え得るのか、3) 小児の社会的背景を考えた場合のREDシステム使用の難しさ、の3点が抽出されると筆者は考えている。

§4. 口唇口蓋裂児への上顎骨延長治療の今後の展望

前項で抽出した小児に特有の問題点の解決が、そのまま口唇口蓋裂児への上顎骨延長治療の今後の展望につながる

Fig. 10 The landmarks and method used for analysis of the soft tissue in the lateral cephalograms. (Gla: glabella; Cm: columella point; Sn: subnasale; Ls: labrale superius; St: stomion; Bo: bottom)

Table 1 Change (mm) of each measurement point on the lateral cephalogram from before the operation to 6 months after distraction or conventional surgery.

		distraction	conventional surgery	P value
Cm	X	4.5 ± 0.8	2.3 ± 1.1	$P < 0.01$
	Y	1.4 ± 1.5	0.9 ± 1.0	NS
Sn	X	7.2 ± 1.7	3.3 ± 1.6	$P < 0.01$
	Y	-0.1 ± 1.5	-0.4 ± 0.3	NS
Ls	X	6.1 ± 2.1	2.0 ± 2.4	$P < 0.01$
	Y	-3.3 ± 2.3	-2.0 ± 1.7	NS
ANS	X	8.7 ± 2.8	4.2 ± 1.7	$P < 0.01$
	Y	-2.4 ± 2.7	-3.0 ± 2.5	NS
U1	X	10.7 ± 2.5	4.3 ± 1.9	$P < 0.01$
	Y	-4.7 ± 2.4	-2.0 ± 2.6	NS

Data are mean $\pm$ SD.

Abbreviations: Cm, columella point; Sn, subnasale; Ls, labrale superius; ANS, anterior nasal spine; U1, upper incisors; X, X-axis value; Y, Y-axis value.

Table 2 Sagittal movement ratio (%) for the soft to hard tissue.

		distraction	conventional surgery
Cm/ANS	X	56.7	57.9
	Y	-5.1	-34.4
Sn/ANS	X	83.0	62.7
	Y	14.4	5.7
Ls/ANS	X	70.5	60.9
	Y	94.7	76.9
Ls/U1	X	62.3	50.4
	Y	64.7	104.0

Data are mean %.

Abbreviations: Cm, columella point; Sn, subnasale; Ls, labrale superius; ANS, anterior nasal spine; U1, upper incisors; X, X-axis value; Y, Y-axis value.

Table 3 Changes of the facial height (mm) and nasolabial angle (degree) in the soft tissue profile from before the operation to 6 months after distraction or conventional surgery.

	distraction	conventional surgery
Gla-Sn	0.2 ± 1.6	0.5 ± 0.4
Sn-Bo	3.9 ± 2.3	-0.6 ± 1.6
Sn-St	6.1 ± 5.3	3.3 ± 2.1
St-Bo	-1.2 ± 2.1	-4.0 ± 2.2
$\angle$ Cm-Sn-Ls (nasolabial angle)	23.1 ± 12.9	12.8 ± 7.3

Data are mean $\pm$ SD.

Abbreviations: Gla, glabella; Sn, subnasale; Bo, bottom; St, stomion; Cm, columella point.

と考えられることから、その一つ一つについて筆者の考えを以下に述べたい。

まず、「1) 小児に対して上顎骨延長は本当に低侵襲と言えるのか」についてであるが、以前は骨延長の場合の骨切りは不十分であってもよいという考えがあった。しかし、実際に若木骨折のような状態で骨延長を行ってもスムーズな骨延長が得られず、装置の破損や骨片の移動が十分に得られない症例が散見するに至り、現在では骨延長といえども骨切りは確実に行って（上顎骨延長であれば Le Fort I 型で骨切りし、鼻腔底の剥離から down fracture までを

Fig. 11 The landmarks and method used for analysis of the velopharyngeal area in the lateral cephalograms. (PNS: posterior nasal spine; PPW: intersection of the palatal plane, which is a line connecting ANS and PNS, and the posterior pharyngeal wall; Uv: tip of uvula)

しっかり行って)、骨片の十分な可動性を得ておくことが常識となっている。その観点から小児に対して行う上顎骨延長は決して低侵襲とは言えず、通常の Le Fort I 型骨切りと同等のリスクを伴うと考えた方が良い。したがって、「口唇口蓋裂に伴う上顎劣成長を有する小児に対しては、すべて上顎骨延長で治療」という方程式ではなく、適応症を十分に吟味する必要があると考える。

次に「2) 下顎にキャッチアップさせただけの上顎の骨延長がその後における下顎の発育にどのような影響を与え得るのか」についてである。小児の場合は思春期性の発育が始まる前の段階で上顎骨延長を行うことになるため、上顎骨延長を実施した時点で下顎にキャッチアップさせても、その後における下顎の発育により再び下顎前突を生じる可能性を含んでいる。しかし、上顎骨延長は咬合の改善も治療目的の一つであることを考慮すると、小児の段階で成人の顎態を想定した上顎骨延長を行った場合には、オーバーコレクションした上顎に下顎がキャッチアップするまでの期間にも咬合・咀嚼機能に支障が生じる可能性がある。その観点から、小児の上顎骨延長はこれまでのところ全例で下顎にキャッチアップさせる程度にとどめてきた。

Table 5 Rating for hypernasality before and after the maxillary distraction.

	before	after	result
Case I	—	—	unchanged
Case II	±	±	unchanged
Case III	—	—	unchanged
Case IV	—	—	unchanged

NOTE: A (—) rating, no hypernasality; (±), mild hypernasality.

Table 4 Nasopharyngeal depth (PPW-PNS) (mm), velar length (PNS-Uv) (mm), and need ratio (PPW-PNS/PNS-Uv) on lateral cephalograms before and after maxillary distraction.

		PPW-PNS	PNS-Uv	need ratio (PPW-PNS/PNS-Uv)
Case I (13.0)	before	24.2	31.4	0.77
	after	32.2	34.5	0.93
Case II (7.4)	before	24.5	27.0	0.91
	after	32.0	33.5	0.96
Case III (14.6)	before	17.5	28.0	0.63
	after	31.5	32.8	0.96
Case IV (8.3)	before	22.3	32.0	0.70
	after	30.2	41.8	0.72

NOTE: Each number below each case is the amount (mm) of the maxillary advancement caused by the maxillary distraction.

一方、この治療時点での咬合・咀嚼機能の改善が、むしろその後にみられる患児の下顎の発育を制御する可能性は考えられないであろうか。その可能性を示唆する報告として、Gürsoy⁴⁾らは13名の口唇口蓋裂児の上顎骨延長後5年までの経過観察を行い、いずれの症例もClass Iの咬合関係が維持されていたことを述べている。上顎骨延長に伴う咬合、咀嚼機能の改善がその後における小児の下顎の発育を制御し得るか否かを解明することは極めて困難であるが、たとえば上顎劣成長の状態を再現する遺伝子組み換え実験動物を作製、応用し、何らかの手段で上顎を下顎の成長にキャッチアップさせた場合とさせなかった場合とで、その後の下顎の発育の様相の違いを観察、検証する必要があるかもしれない。

最後に「3) 小児の社会的背景を考えた場合のREDシステム使用の難しさ」についてであるが、小児は基本的に学校で集団生活を送っているため、REDシステムのように装置が他者からあからさまに見えるといじめの対象になりやすい。だからと言って装置装着中のすべての期間を休学すると、学業に支障が生じる可能性もある。しかも、これらは総じて小児の精神発育に影響をもたらすリスクを秘めている。これを改善するためには、一つは装置の改良が、もう一つは治療期間の短縮化が必要と考える。前者については、創内型の延長装置を使用する方法が考えられるが、歯槽部に永久歯の歯胚が存在している状況でもこれを損傷しないで装着できる装置を開発することは至難の業と予想される。一方、後者は骨延長治療全般に言える治療上の短所であるが、これを解決する目的で、これまでも延長部への微小電流の通電や、超音波の照射などによる延長部の骨化促進の試みがなされてきた¹⁶⁻¹⁹⁾。また、Yonezawa^{20, 21)}は骨形成因子(BMP: bone morphogenetic protein)を用いて実験的に骨延長部の骨化を促進したことを報告しているが、BMPのような生理活性物質を使用する方法は臨床応用には直結していない。身体的にも精神的にも許容の少ない小児に対する上顎骨延長を、REDシステムのような創外型の装置でしか行うことのできない現状では、治療期間を可及的に短縮化することが今後の切実な課題と言える。

おわりに

口唇口蓋裂を有する小児の上顎骨延長法では、成人に対して行われる上顎骨延長の問題点に、小児特有の問題点が加わり、しかも解決の困難な問題を内在している。これらの難問を少しずつ解決していくためには、単一施設でのデータ収集と解析では限界があり、それぞれの施設における術者がその治療上の知恵と工夫を蓄積していくことが必須になると考える。その上で、多施設間で多くの症例を検討し、集積したデータをさらに分析、統合して、将来的に

はエビデンスに基づいた口唇口蓋裂児の上顎骨延長治療が展開されることを期待したい。

文 献

- 1) Wiltfang, J., et al.: Long-term results of distraction osteogenesis of the maxilla and midface, *Br J Oral Maxillofac Surg*, 40 : 473-479, 2002.
- 2) Figueroa, A.A., et al.: Long-term skeletal stability after maxillary advancement with distraction osteogenesis using a rigid external distraction device in cleft maxillary deformities, *Plast Reconstr Surg*, 114 : 1382-1392, 2004.
- 3) Huang, C.S., et al.: Long-term follow-up after maxillary distraction osteogenesis in growing children with cleft lip and palate, *Cleft Palate Craniofac J*, 44 : 274-277, 2007.
- 4) Gürsoy, S., et al.: Five-year follow-up of maxillary distraction osteogenesis on the dentofacial structures of children with cleft lip and palate, *J Oral Maxillofac Surg*, 68 : 744-750, 2010.
- 5) Polley, J.W. and Figueroa, A.A.: Management of severe maxillary deficiency in childhood and adolescence through distraction osteogenesis with an external, adjustable, rigid distraction device, *J Craniofac Surg*, 8 : 181-185, 1997.
- 6) Polley, J.W. and Figueroa, A.A.: Rigid external distraction: Its application in cleft maxillary deformities, *Plast Reconstr Surg*, 102 : 1360-1372, 1998.
- 7) Harada, K., et al.: Maxillary distraction osteogenesis for cleft lip and palate children using an external, adjustable, rigid distraction device: A report of 2 cases, *J Oral Maxillofac Surg*, 59 : 1492-1496, 2001.
- 8) Aizenbud, D., et al.: Minimizing pin complications when using the rigid external distraction (RED) system for midface distraction, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105 : 149-154, 2008.
- 9) Harada, K., et al.: Maxillary distraction in patients with cleft deformity using a rigid external distraction device: A pilot study on the distraction ratio of the maxilla to the device, *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, 38 : 277-280, 2004.
- 10) Harada, K., et al.: Long-term maxillomandibular skeletal and dental changes in children with cleft lip and palate after maxillary distraction, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 102 : 292-299, 2006.
- 11) Harada, K., et al.: Soft tissue profile changes of the midface in patients with cleft lip and palate following maxillary distraction osteogenesis: A preliminary study, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 94 : 673-677, 2002.
- 12) Harada, K., et al.: Effect of maxillary distraction osteogenesis on velopharyngeal function: A pilot study, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 93 : 538-534, 2002.
- 13) Subtelny, J.D.: A cephalometric study of the growth of the soft palate, *Plast Reconstr Surg*, 19 : 49-62, 1957.
- 14) 原田 清: 上顎骨延長による小児の顎変形症治療

- RED システムの術式と治療成績, 山梨医科学雑誌, 21 : 15-25, 2006.
- 15) Ko, E.W., et al.: Velopharyngeal changes after maxillary advancement in cleft patients with distraction osteogenesis using a rigid external distraction device: A 1-year cephalometric follow-up, J Craniofac Surg, 10 : 312-320, 1999.
- 16) 河本浩栄, 他: 仮骨延長モデルにおける交流電気刺激の効果と電流経路, 日本生体電気刺激研究会誌, 15 : 39-43, 2001.
- 17) 河本浩栄, 他: 「創外固定法の基礎と臨床 再診の話題」交流電気刺激による延長仮骨形成促進, 整形・災害外科, 45 : 315-319, 2002.
- 18) 櫻吉啓介, 他: 骨延長に対する低出力超音波の効果
- 超音波パルス照射時期と仮骨成熟促進作用の関係, 日本創外固定・骨延長学会雑誌, 14 : 111-117, 2003.
- 19) 白濱正博: 脚延長術に対する低出力超音波パルス併用の検討, 日本創外固定・骨延長学会雑誌, 18 : 35-38, 2007.
- 20) Yonezawa, H., et al.: Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2) on distraction osteogenesis: An experimental study in rabbit mandible, Asian J Oral and Maxillofac Surg, 13 : 1-10, 2001.
- 21) Yonezawa, H., et al.: Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2) on distraction osteogenesis: A preliminary study in rabbit mandible, J Craniomaxillofac Surg, 34 : 270-276, 2006.