Hotz 床を使用した唇顎口蓋裂患者上顎歯槽形態の三次元的分析

五味 暁 憲

Three-dimensional analysis of the maxillary alveolar configuration of patients who had cleft lip and palate treated with a Hotz plate

Akinori GOMI

Abstract: The purpose of this study was to investigate the effect of a Hotz plate on development of the maxillary alveolar arch. Gypsum models were obtained from 12 patients with unilateral cleft lip and palate (UCLP) who were treated with a Hotz plate at the time of presentation, lip repair, and palate repair. The models were then measured three-dimensionally with a device called "SURFLASER VMS-250R" (UNISUN Co.). Ten patients who did not wear a Hotz plate were studied as control. In this group, gypsum models were taken at the time of palate repair.

Results:

1. Before setting the Hotz plate, the incisive point was situated on the normal side away from the midplane. Cleft width was 9.4 ± 3.4 mm at the alveolar region, 10.3 ± 3.0 mm at the anterior palatal region and 12.6 ± 1.5 mm at the posterior palatal region.

2. After setting the Hotz plate, the incisive point moved in the anterior, inferior, and medial directions close to the midplane. The tip of the cleft edge on the major segment moved in the anterior, inferior, and lateral directions, and the cleft edge on the minor segment shifted anteriorly and medially. The anterior cleft margin of the major segment moved in the inferior and medial directions, and the minor segment moved medially. The posterior region of the cleft margin bilaterally moved to a more superior and medial position. Thus, the cleft narrowed to 2.9 ± 2.9 mm at the alveolar region, 1.8 ± 1.9 mm at the anterior palatal region and 8.8 ± 2.3 mm at the posterior palatal region. The rate of increase in the superficial content of the minor segment was greater than that of the major segment.

3. The incisive point and canine points were situated more anteriorly in patients with a Hotz plate than in patients in the control group. Furthermore, the superficial content of the palatal surface in patients with a Hotz plate was significantly larger than that in the control group.

4. Our results suggest that the Hotz plate is effective not only for adjusting the alveolar arch form but also for increasing palato-alveolar growth.

Key words: unilateral cleft lip and palate (片側性唇顎口蓋裂), Hotz plate (Hotz 床), maxillary alveolar arch form (上顎歯槽形態), three-dimensional analysis (三次元分析)

緒 言

Hotz らが考案した唇顎口蓋裂患者に対する人工口蓋床^{1~5)} (以下 Hotz 床) は、哺乳障害の改善のみならず上顎歯槽形態の改善ならびに顎発育障害の防止に有用とされ

ている。これまでに Hotz 床が唇顎口蓋裂患者の上顎歯槽形態に及ぼす影響を分析した研究は、ほとんどが二次元的計測によるものであり^{6~11)}、経時的形態変化を三次元的に分析した研究は少なく^{12~14)}、上顎歯槽形態改善が Hotz 床の矯正力のみによるものか、顎発育促進効果も加わって生じているのかについての詳細は明らかでない。

本研究は、Hotz 床を装着した片側性唇顎口蓋裂患者の上顎歯槽形態の経時的変化を三次元的に測定分析するとともに、Hotz 床を装着しなかった片側性唇顎口蓋裂患者の上顎歯槽形態と比較することによって、Hotz 床が上顎歯

鹿児島大学歯学部口腔外科学第二講座

(主任: 三村 保教授)

Second Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kagoshima University Dental School (Chief: Prof. Tamotsu Mimura)

受付日: 平成12年1月20日

写真 1

A : Hotz 床 B : Hotz 床装着状態

槽形態に及ぼす影響を明らかにしようとするものである。

対象ならびに方法

1. 研究対象

対象は、鹿児島大学歯学部附属病院第二口腔外科にて治療した片側性唇顎口蓋裂患者のうち、Hotz 床を使用し、初回印象採得時から口蓋形成術時までの分析が可能であった 12 名（以下、Hotz 床装着群）である。対照は Hotz 床を使用しなかった片側性唇顎口蓋裂患者 10 名（以下、非装着群）とし、口蓋形成術直前の石膏模型を用いた。両群の口唇形成術は同一術者（三村）が、同一術式（三角弁法）により行った^{15~17)}（表 1）。

2. 研究方法

1) Hotz 床の作製と装着

Hotz 床作製のための印象は、アルジネート印象材を用い、初回は原則として初診時に外来にて採得した。硬石膏にて計測用上顎模型を作製の後、複製した模型上で著者ら

表 1 対象

	症例数	(男：女)
Hotz 床装着群	12	(8 : 4)
非装着群 (対照群)	10	(4 : 6)
計	22	(12 : 10)

表 2 計測時の日齢

計測時期	日 齢	
	Hotz 床装着群	非装着群
1. 初回時	16.2± 9.6	—
2. 口唇形成時	145.5±38.6	—
3. 口蓋形成時	533.2±59.5	567.5±17.3

(Mean±1S.D.)

が Hotz 床を作製した。Hotz 床は、床中央部分には硬性レジン（GC 社製アクロン）を、粘膜に接する部分と辺縁部には軟性レジン（オランダ Dentimex 社製 Vertex）を用いて作製した（写真 1）。

Hotz 床（以下、床）は印象採得後 7 日目に装着し、床装着後 1 週間以内に 1 度、その後は 2 ないし 3 週ごとに外来にて経過を観察し、床の形態を随時調整した。床は原則として 3 か月ごとに再製したが、その間にも床の不適合や破損などを生じた場合は適宜再製した。床装着期間は平均 417.0±68.6 日であった。

2) 計測時期

床装着前（1. 初回時）、口唇形成術直前（2. 口唇形成時）および口蓋形成術直前（3. 口蓋形成時）に印象を採得し、計測用の上顎歯槽部の石膏模型を作製し計測した。非装着群の口蓋形成時の石膏模型を対照とした。各計測時期の日齢を表 2 に示す（表 2）。

3) 計測分析装置

ユニス社製非接触三次元形状計測装置 SURFLASER VMS-250R（以下、SURFLASER）（写真 2）を用いて石膏模型表面の三次元座標値を読み取り、三次元画像を再構築し、再構築画像上に設定した計測点の三次元座標値、角度、面積をメディックエンジニアリング社製解析ソフト 3D-RUGLE II（以下、RUGLE）を用いて分析した。SURFLASER の特性を表 3 に示す（表 3）。

4) 分析方法

（1）計測基準点ならびに原点、座標軸、座標平面の設定
計測基準点（以下、計測点）として、以下の歯槽部計測点 7 点を三次元再構築画像上に設定し（図 1）、原点、座標軸

写真2 計測システム

- A : SURFLASER VMS-250R
- B : コンピュータシステム
- C : 計測テーブル上の上顎石膏模型
- D : 3D 画像モニター

表3 SURFLASER VMS-250R の特性

測定方式	光切断方式
測定範囲	X 方向 : 200mm, Y 方向, Z 方向 : ϕ 100mm
分解能	X : 0.01mm, Y : 0.25mm, Z : 0.10mm
測定精度	± 0.05 mm

ならびに座標平面を決定した(図2)。

切歯点(A) : 切歯乳頭の頂点

犬歯点(健側C, 患側C′) : 無歯顎では上顎乳犬歯相当部遠心分界溝の歯槽頂, 有歯顎では乳犬歯遠心歯肉乳頭上端の点

歯槽頂最先端点(健側D, 患側D′) : major segment および minor segment の歯槽頂最先端部の顎裂に面する点

上顎結節点(健側T, 患側T′) : 歯槽頂最後方で, 歯肉口腔粘膜移行部の点

原点 : 線分TT′の中点

X 軸 : T, T′を通る直線

XY 平面 : X 軸とCにより決定される平面

Y 軸 : XY 平面上で, 原点を通りX軸に垂直な直線

Z 軸 : 原点を通り, XY 平面に垂直な直線

なお本文中ではXY平面を水平基準面, YZ平面を正中基準面と記す。

これらの歯槽部計測点および座標をもとに, 破裂縁上および鼻中隔上に以下の破裂縁計測点4点と鼻中隔上点および鼻中隔傾斜角を設定した(図3)。

健側犬歯相当破裂縁点(E) : Cを通りXZ平面に平行な平面上の, major segment 口蓋破裂縁

図1 構築画像上に設定した計測点と座標軸
歯槽計測点としてA, C, C′, D, D′, T, T′の7点を設定し, 原点と座標軸を決定した。さらに後述の方法で破裂縁計測点4点(E, E′, G, G′)を設定した。

図2 水平基準面と座標軸
T, T′を通る直線をX軸, TT′の中点を原点とし, TT′とCを含む平面をXY平面(水平基準面)とした。

患側犬歯相当破裂縁点(E′) : C′を通りXZ平面に平行な平面上の, minor segment 口蓋破裂縁

上顎結節相当破裂縁点(健側G, 患側G′) : 口蓋破裂縁のXZ平面上の点

鼻中隔表面点(H) : Z軸が鼻中隔表面と交わる点

鼻中隔傾斜角($\angle \alpha$) : GHを結ぶ直線がX軸となす角

(2) 分析項目

Hotz床装着群の初回時, 口唇形成時, 口蓋形成時における各計測点のX, Y, Z座標値, 鼻中隔傾斜角および口蓋面積(以下に規定するmajor segmentとminor segmentの表面積)を分析した(図4)。さらにこれらを口蓋形成時の非装着群(対照群)と比較した。

major segmentの表面積 : 上顎結節点(T), 頰側歯肉頬移行部, 歯槽頂最先端点(D), 口蓋破裂縁, 上顎結節相当

図3 破裂縁計測点および鼻中隔傾斜角($\angle \alpha$)の設定
口蓋破裂縁にE, E'およびG, G'を決定した。さらに鼻
中隔表面点Hを決定し、鼻中隔傾斜角 $\angle \alpha$ を設定した。

図4 両 segment 口蓋表面積の計測領域
点線で囲まれる領域の表面積を計測した。

破裂縁点(G)を結ぶ線で囲まれる領域の表面積

minor segment の表面積：上顎結節点(T'), 頬側歯肉
類移行部, 歯槽頂最先端点(D'), 口蓋破裂縁, 上顎結節相
当破裂縁点G'を結ぶ線で囲まれる領域の表面積

(3) 計測値の処理ならびに側性および座標値の表記に
ついて

計測値は各群の平均値と標準偏差を求め、経時の変化の
差の検定には Wilcoxon 検定を、健側と患側の間および装
着群と非装着群の間の差の検定には Mann-Whitney 検定
を行い、危険率5%以下を有意とした。

実際の破裂側の左側右側にかかわらず、健側を左側、患
側を右側に表示し、健側患側差は左右差と表現した。X 座
標値は健側を-, 患側を+, Y 座標値は後方を-, 前方を+,
Z 座標値は上方を-, 下方を+で表した。

結 果

Hotz 床装着群および対照群の各計測点座標値と検定結
果を表4にまとめた。顎裂幅、犬歯相当部破裂幅および上
顎結節相当部破裂幅を表5に、鼻中隔傾斜角を表6に、口
蓋表面積および表面積増加率を表7に示す。Hotz 床装着
群の各計測点の三次元表示を計測時期別に図5, 6, 7に示
し、また経時の変化の様相を原点および座標軸の重ね合わ
せにより図8にまとめた。口蓋形成時における非装着群の
各計測点の三次元表示を図9に、Hotz 床装着群との重ね
合わせを図10に示す(表4~7, 図5~10)。

1. 初回時の計測結果について

床装着前の初回時に、A は正中から 5.9 ± 2.2 mm 離れて
健側に偏位し、C' はCに比し、有意に上内方にあった。

D' はDに比し有意に外下方にあった。E' はEに比し有意
に上方にあったが、正中基準面からの距離には有意差を認
めなかった。G' とGの座標値に有意差は認めなかった
(表4, 表5)。

顎裂幅は 9.4 ± 3.4 mm, 口蓋の破裂幅は犬歯相当部で、
 10.3 ± 3.0 mm, 上顎結節相当部で 12.6 ± 1.5 mmであった
(表5)。 $\angle \alpha$ は 22.9 ± 9.0 度と鼻中隔はH部では水平位に近
く傾斜していた(表6)。口蓋表面積は major segment が
 7.6 ± 0.9 cm², minor segment が 4.5 ± 0.8 cm²で3.1cm²の
左右差があった(表7)。

2. 口唇形成時および口蓋形成時の計測結果と Hotz 床装着後の変化について

A は初回から口唇形成時までに正中方向へ1.1mm, 前方
へ2.2mm, 下方へ0.1mm, 口唇形成時から口蓋形成時まで
に正中方向へ3.1mm, 前方へ3.3mm, 下方へ1.4mm 移動し
た。

C は初回から口唇形成時までに外方へ0.6mm, 前方へ0.5
mm, 口唇形成時から口蓋形成時までに外方へ0.4mm, 前
方へ4.2mm 移動した。

C' は、初回から口唇形成時までに外方へ0.9mm, 前方へ
1.3mm, 上方へ0.8mm, 口唇形成時から口蓋形成時までに
外方へ0.1mm, 前方へ3.0mm, 下方へ0.7mm 移動した。す
べての計測時期でC' がCより有意に内上方に位置したが、
前後的には有意差を認めなかった。

T, T' はともに初回から口唇形成時までに有意に外方へ
移動したが、口唇形成時と口蓋形成時の間には有意差を認
めなかった。

D は、初回から口唇形成時までに患側へ2.4mm, 前方へ
1.3mm, 下方へ0.8mm, 口唇形成時から口蓋形成時までに

表4 Hotz 床装着群および非装着群の計測点の X, Y, Z 座標値

計測点の X, Y, Z 座標値									
		Hotz 床装着群			非装着群	有 意 差			
		1. 初回時	2. 口唇形成時	3. 口蓋形成時	3'. 口蓋形成時	1 : 2	2 : 3	1 : 3	3 : 3'
A	x	-5.9±2.2	-4.8±2.0	-1.7±2.0	-2.2±2.3	—	—	*	—
	y	22.8±1.3	25.0±2.5	28.3±1.9	27.0±1.4	*	*	*	★
	z	-3.4±1.1	-3.3±1.2	-1.9±1.5	-1.9±1.5	—	*	*	—
C	x	-16.8±2.4	-17.4±1.7	-17.0±1.4	-16.7±1.7	—	—	—	—
	y	16.3±2.1	16.8±2.4	21.0±2.1	20.1±1.0	—	*	*	—
	z	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
C'	x	13.8±1.0	14.7±2.5	14.8±1.6	14.5±2.4	—	—	*	—
	y	15.8±1.2	17.1±1.7	20.1±2.0	18.8±1.0	*	*	*	—
	z	-1.5±0.7	-2.3±0.7	-1.6±1.1	-1.6±1.3	*	—	—	—
T	x	-16.3±0.6	-17.7±1.0	-18.1±0.8	-18.3±1.6	*	—	*	—
	y	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
	z	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
T'	x	16.3±0.6	17.7±1.0	18.1±0.8	18.3±1.6	*	—	*	—
	y	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
	z	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
D	x	-0.3±2.4	2.1±2.4	6.1±1.4	5.6±1.8	*	*	*	—
	y	23.3±2.0	24.7±2.7	26.7±2.7	25.8±3.6	—	*	*	—
	z	-8.2±1.5	-9.0±4.2	-5.6±2.3	-5.6±2.4	—	*	*	—
D'	x	7.5±1.4	7.7±2.1	5.9±1.8	5.7±2.3	—	*	*	—
	y	18.3±1.1	20.5±1.7	24.0±2.0	23.1±1.6	*	*	*	—
	z	-6.9±1.6	-7.2±1.5	-6.5±2.2	-6.5±2.2	—	—	—	—
E	x	-4.4±2.2	-3.3±2.1	0.9±2.0	0.4±2.2	—	*	*	—
	y	16.3±2.1	16.8±2.4	21.0±2.1	20.1±1.0	—	*	*	—
	z	-8.6±1.5	-8.4±1.1	-6.8±1.3	-6.8±2.0	—	*	*	—
E'	x	6.0±1.1	5.0±1.8	2.7±1.2	2.8±2.3	—	*	*	—
	y	15.8±1.2	17.1±1.7	20.1±2.0	18.8±1.0	*	*	*	—
	z	-10.8±2.6	-10.9±2.6	-9.2±2.2	-9.2±2.0	—	—	—	—
G	x	-6.0±1.1	-4.6±1.4	-3.9±1.2	-5.2±1.0	*	—	*	—
	y	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
	z	-6.9±1.8	-8.0±2.0	-8.8±1.4	-8.6±2.2	*	—	*	—
G'	x	6.6±0.7	6.1±1.3	4.8±1.2	5.6±1.0	—	*	*	—
	y	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
	z	-7.2±1.4	-8.2±1.7	-9.3±1.0	-9.1±2.1	—	*	*	—
H	x	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
	y	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0				
	z	-9.4±0.9	-11.1±1.1	-13.5±0.9	-13.9±1.5	*	*	*	—

(mean±1 S.D.) 単位 : mm *, ★ : p<0.05

計測点座標値の左右間有意差				
		1. 初回時	2. 口唇形成時	3. 口蓋形成時
C-C'	x	★	★	★
	y	—	—	—
	z	★	★	★
D-D'	x	★	★	—
	y	★	★	—
	z	—	—	—
E-E'	x	—	—	—
	y	—	—	★
	z	★	★	★
G-G'	x	—	★	—
	y	—	—	—
	z	—	—	—

* : Wilcoxon 検定
★ : Mann-Whitney 検定

★ : p<0.05

表 5 顎裂幅、犬歯相当部破裂幅および上顎結節相当部破裂幅

	Hotz 床装着群			非装着群
	1. 初回時	2. 口唇形成時	3. 口蓋形成時	3'. 口蓋形成時
顎 裂 幅	9.4±3.4	6.9±3.4	2.9±2.9	2.9±3.5
犬 歯 相 当 部 破 裂 幅	10.3±3.0	8.4±2.2	1.8±1.9	2.4±2.2
上顎結節相当部破裂幅	12.6±1.5	10.7±1.8	8.8±2.3	10.8±1.1

(mean±1S.D.) 単位：mm

顎裂幅：DD'間の距離
犬歯相当部破裂幅：EE'間のX座標値上の距離
上顎結節相当部破裂幅：GG'間のX座標値上の距離

表 6 Hotz 床装着群および非装着群の鼻中隔傾斜角（∠α）

Hotz 床装着群			非装着群	有 意 差			
1. 初回時	2. 口唇形成時	3. 口蓋形成時	3'. 口蓋形成時	1 : 2	2 : 3	1 : 3	3 : 3'
22.9±9.0	37.2±13.6	51.8±12.4	44.5±7.6	—	—	*	—

(mean±1S.D.) 単位：度 * , ★ : p<0.05

表 7 Hotz 床装着群、非装着群の口蓋表面積および Hotz 床装着群の口蓋表面積増加率

Hotz 床装着群および非装着群の口蓋表面積								
	Hotz 床装着群			非装着群	有 意 差			
	1. 初回時	2. 口唇形成時	3. 口蓋形成時	3'. 口蓋形成時	1 : 2	2 : 3	1 : 3	3 : 3'
major segment	7.6±0.9	9.2±1.0	11.1±0.8	9.1±0.7	*	*	*	★
minor segment	4.5±0.8	5.7±0.8	7.8±0.9	6.5±0.4	*	*	*	★

(mean±1S.D.) 単位：cm² * , ★ : p<0.05

Hotz 床装着群の口蓋表面積の増加率						
	i. 初回時～ 口唇形成時	ii. 口唇形成時～ 口蓋形成時	iii. 初回時～ 口蓋形成時	有 意 差		
				i	ii	iii
major segment	1.2±0.1	1.2±0.1	1.5±0.1	—	★	★
minor segment	1.3±0.2	1.4±0.2	1.8±0.3			

(mean±1S.D.) ★ : p<0.05

患側へ4.0mm, 前方へ2.0mm, 下方へ3.4mm 移動した。D'は初回から口唇形成時までは有意な変化を示さなかったが、口唇形成時から口蓋形成時までに内方へ1.8mm 有意に移動した。DとD'は口蓋形成時には近接し、顎裂幅は2.9±2.9mmに狭小化した。

EおよびE'はともに初回時から口唇形成時まで有意な変化を認めなかったが、口唇形成術から口蓋形成時の間にEは内方へ4.2mm, 前方へ4.2mm, 下方へ1.6mm 有意に移

動し、E'は内方へ2.3mm, 前方へ3.0mm 有意に移動した。すべての時期でE'はEより有意に上方にあった。

GおよびG'はともに初回から口蓋形成時までに有意に内上方へ移動した。Gは口唇形成時にG'より有意に内方に位置していた。

Hは初回から口唇形成時までに1.7mm, 口唇形成時から口蓋形成時までに2.4mm 有意に上方へ移動した(表4, 図6, 7, 9)。

図5 初回時における計測点の三次元座標値

図6 口唇形成時における計測点の三次元座標値

$\angle \alpha$ は、初回時の 22.9 ± 9.0 度から、口唇形成時は 37.2 ± 13.6 度、口蓋形成時は 51.8 ± 12.4 度と開大し、鼻中隔は垂直位に近づいた (表6)。

表面積は major segment, minor segment とともに初回時から口蓋形成時まで有意に増加した。面積増加率は初回時から口唇形成時まで両 segment 間に有意差を認めなかったが、口唇形成時から口蓋形成時の間は、minor segment の増加率が major segment の値より有意に大であった (表7)。

3. Hotz 床装着群と非装着群の比較

口蓋形成時の各計測点座標値を比較した結果、A, C, C', D, D' の Y 座標値では Hotz 床装着群が非装着群より前方位をとる傾向を認め、A は有意であった。X および Z 座標値はいずれの計測点も両群がほぼ同値を示し有意差は認めなかった。T と T' は両群ほぼ同値を示し、G と G' は Hotz 床装着群が非装着群より内方に位置し、両 segment の幅径は Hotz 床装着群が大きい傾向を示したが、座標値に有意差はなく、E と E' にも有意差を認めなかった。(表

図7 口蓋形成時における計測点の三次元座標値

図8 Hotz 床装着群の計測点座標値の経時的変化

4, 図10).

$\angle \alpha$ は Hotz 床装着群が大であったが有意ではなかった (表 6).

口蓋表面積は Hotz 床装着群の major segment が $11.1 \pm 0.8 \text{ cm}^2$, minor segment が $7.8 \pm 0.9 \text{ cm}^2$, 非装着群の major segment が $9.1 \pm 0.7 \text{ cm}^2$, minor segment が $6.5 \pm 0.4 \text{ cm}^2$ で, 両 segment とともに装着群が対照群より有意に大であった (表 7).

考 察

1. 対象ならびに方法について

Hotz 床は, 出生後早期に口蓋の破裂部を被覆することにより, 哺乳障害を改善するとともに, 歯槽形態の改善をも期待するものである^{1~5)}. 当科では1988年より Hotz 床を導入し, 西原⁶⁾は Hotz 床装着患者の哺乳状況, 体重, 上顎歯槽形態ならびに外鼻形態等の経時的変化を検討し, Hotz 床の哺乳障害改善効果を確認するとともに, 歯槽形

図9 非装着群の口蓋形成時における計測点の三次元座標値

図10 口蓋形成時における Hotz 床装着群と非装着群の比較

態の改善による顎裂幅の縮小を報告したが、Hotz 床が上顎歯槽部の発育を促進する効果をも有するか否かの確認はしていない。

これまでに唇顎口蓋裂患者の上顎歯槽形態の経時的変化を三次元的に分析した研究では、上顎顔面一体模型上での距離計測¹⁸⁻²⁰⁾、接触型三次元計測装置⁶⁾やモアレ写真¹²⁾を用いた上顎歯槽石膏模型の分析などの方法が用いられてきた。これらの方法を用いて Hotz 床装着患者の上顎歯槽形態を分析した報告は多いが、経時的に三次元分析を行っ

た報告は少数にとどまっている¹²⁻¹⁴⁾。中野ら⁸⁾は push back 法を行った患者と Hotz 床を装着し二段階手術を行った片側性ならびに両側性唇顎口蓋裂患者の上顎石膏模型をノギスを用いて計測し、Hotz 床を使用した患者では minor segment の前後径が非装着群より有意に大であることを明らかにするとともに、Hotz 床と二段階手術法の組み合わせによって正常児に近い上顎発育を得ることができたと述べている。吉岡¹²⁾は Hotz 床を用いた唇顎口蓋裂患者と正常児の上顎歯槽模型をモアレ写真を用いて経時的

に比較し、床装着前から口唇形成手術にいたる間、唇顎口蓋裂患者の歯槽弓幅径と口蓋面積が正常児より大であったとしている。Mishima^ら^{13,14)}は Hotz 床装着患者と非装着患者を接触型三次元計測装置を用いて計測比較し、1 歳 6 か月時に Hotz 床装着患者では CC' 間距離、TT' 間距離および直線 TT' から A の距離が非装着患者より有意に大で、D と D' 間距離は有意に小であること、および上顎歯槽部の発育ベクトルが両群間で異なることを明らかにし、Hotz 床が両 segment の狭窄を防止するだけでなく、segment の成長を刺激している可能性を示唆した。

本研究では、非接触型三次元計測装置を用いて、Hotz 床装着患者の上顎歯槽形態の経時的変化を三次元的に明らかにするとともに、同一術者が同一術式で口唇形成を行った Hotz 床装着群および非装着群の口蓋形成時のモデルを比較することによって、Hotz 床が上顎歯槽部の発育を促進する効果を有するか否かを明らかにすることを目的とした。

計測に使用した非接触型三次元計測装置 SURFLASER VMS-250R は測定対象の表面にレーザースリット光を照射し、対象表面の彎曲によって生じるスリット光の歪みを 2 台の CCD カメラで撮影し、コンピューターで処理して三次元画像を構築するものである。本装置の測定精度は 0.05 mm で、対象物を最大 6 分割して計測することにより、不可視領域を減少でき、破裂部にアンダーカットを有する唇顎口蓋裂患者上顎歯槽モデルを計測するのに適した仕様となっている。モアレ写真に比し不可視領域は少なく、Z 軸方向の精度が高く、西原が用いた接触式三次元計測装置⁶⁾と比較しても迅速かつ容易に高精度の計測が可能である。

データ解析ソフト 3D-RUGLE II は当初 MS-DOS 版 3D-SPHINX として開発されたが、MS-WINDOWS 版 3D-RUGLE となり、さらに改良されて操作性や解析速度が向上し、画像の傾きの修正、面積計測等形態分析に必要な機能が充実し、SURFLASER との組み合わせにより、高速かつ高精度の分析が可能となった。

初回印象は原則として当科初診時とした。初診は生後 5 日目前後が多いが、受診が遅れるものもあり、平均値は生後 16.2 日目となった。印象採得は、1 回目は外来にて無処置で、2 回目は口唇形成術時（1 回目から平均 129.3 日後）、3 回目は口蓋形成術時（2 回目から平均 387.6 日後）の手術開始直前に全身麻酔下に行った。1 回目から 2 回目の間にテープによる唇裂閉鎖などは行っていない。

当科における Hotz 床導入以前の患者については、口蓋形成術時に使用する保護床作製のモデルを口蓋形成術直前に作製し保存している。本研究では Hotz 床導入以前に当科で治療した片側性唇顎口蓋裂患者 10 例の口蓋形成術時のモデルを対照として用いた。これら対照群の初診時や口唇形成術時の印象は採取していないため、これらの時期におけ

る比較はできなかった。しかし Hotz 床装着群では床を原則として口蓋形成術直前まで使用していることから、Hotz 床の有無による差を検討する時期として口蓋形成術時は妥当と考える。

本研究で設定した計測基準点のうちの 11 点は、片側性唇顎口蓋裂患者上顎歯槽形態を分析したこれまでの論文^{6, 8~14, 18~22)}に用いられている。今回鼻中隔の傾斜角度の変化を分析するために、新たに鼻中隔と Z 軸の交点 H を設定し、G と H を結ぶ直線と X 軸がなす角 $\angle \alpha$ を鼻中隔傾斜度とした。

基準平面は左右上顎結節点と健側犬歯点の 3 点で決定される平面とした。左右上顎結節点、健側犬歯点は基準平面決定に用いたために、この 3 点の Z 軸上の変動は把握できない。しかし、和田の論文¹⁸⁾における眼耳平面を基準とした T、T' の Y 座標値（高さ）には左右差がないことから、本研究で設定した X 軸は顔面上ではほぼ正確な水平であると考えられる。正常児における和田の成績を分析したところ、本研究で水平基準面として用いた X 軸と健側犬歯点を含む平面は、和田が基準とした眼耳平面に対して 6 か月時には約 15 度、2 歳時には約 22 度傾斜しているが、6 か月時、2 歳時ともに正常児では A と T、C は同一平面上にあり、上顎歯槽部の基準平面として適切と考えられる。

原点と座標軸を決めたことにより、各計測時期における計測点の位置を三次元座標値を用いて比較することが可能となった。表面積計測領域は Hotz 床が直接接触する上顎歯槽部および口蓋の表面とし、面積の算出は XY 平面への投影面積ではなく、三次元計測に基づく実表面積とした。

2. 分析結果について

1) Hotz 床装着群の上顎歯槽形態の経時的変化について

Hotz 床装着前は major segment の開大のために、切歯点 (A) は正中面を離れて外方へ偏位していたが、装着後は前内下方へ移動し、口蓋形成時にはほぼ正中にあった。犬歯点 (C、C') は、装着後に健側は前方へ、患側は前内方へ移動した。

和田¹⁸⁾は口唇形成時の生後 6 か月から口蓋形成術後の 2 歳までの 1 年 6 か月間に、正常児では切歯点が前方へ 11.1 mm 移動するのに対し、片側性唇顎口蓋裂患者では 4.3 mm の前方移動にとどまったと報告し、口唇形成による口唇圧の増加が前方発育不全の原因であるとしている。本研究において Hotz 床装着群では、口唇形成時の生後 4.5 か月から口蓋形成時の 1 歳 5.5 か月の約 1 年 1 か月間に前方へ 5.5 mm 移動した。計測時期と方法に若干の差はあるものの和田の結果に比し前方発育量は増大しており、Hotz 床が口唇形成術後に生じる前方発育不全を軽減させたと思われる。

顎裂幅について、Hotz 床導入以前の唇顎口蓋裂患者を分析した阿部²¹⁾、甲斐²²⁾は、口唇形成時まで顎裂幅が増大したという。一方、吉岡¹²⁾は Hotz 床装着患者では、口唇形成時に顎裂幅は減少し、Hotz 床の効果によるとしている。本研究結果でも Hotz 床装着後、健側顎裂先端部は前外下方へ、患側顎裂先端部は前内方へ移動した結果、顎裂幅は初回時の $9.4 \pm 3.4\text{mm}$ が口蓋形成時には $2.9 \pm 2.9\text{mm}$ と著しく狭くなり、両側の先端は近接していた。

口唇形成後に生じる顎裂幅減少は口唇圧の増大と、成長に伴う歯槽弓長の増大によるとされる。甲斐²²⁾は、口唇形成後に口唇圧により両 segment が上顎結節を軸として咬合平面に平行に内方へ回転するとした。小原⁹⁾は、Hotz 床装着患者ではこのような歯槽弓の狭窄が抑えられたとしている。

口蓋破裂幅について、甲斐²²⁾は Hotz 床を用いない症例では口唇形成術まで変化はなかったという。これに対し吉岡¹²⁾、栗田⁷⁾は Hotz 床装着患者では口蓋破裂幅が縮小傾向を示したと述べている。本研究においても犬歯相当破裂縁は、健側が前内下方へ、患側が前内方へ移動し、上顎結節相当破裂縁は、患側健側ともに内上方へ移動し、口蓋破裂幅が縮小した。

Hotz 床の有無によって破裂幅にこのような相違が生じる理由について、Hotz 床を装着しない患者では、舌が破裂部に陥入し、両 segment を側方へ拡大する力が加わり、また口蓋の連続性を欠くために、頬筋、口輪筋など顔面筋による側方への牽引に対する抵抗力が低下し、破裂幅が広がるとされる^{18, 23)}。しかし Hotz 床を装着することにより裂隙への舌の陥入が防止され、segment の側方拡大も床縁に抑えられるとともに、成長に伴う口蓋面積の増大によって破裂幅が狭小化すると考えられている。

初回時に著しく傾斜していた鼻中隔は Hotz 床装着後には垂直位に近づく傾向を示した。中野⁸⁾は Hotz 床装着患者の 6 か月時および 1 歳 6 か月時の正面頭部 X 線規格写真を分析し鼻中隔彎曲が減少していることを明らかにした。片側性唇顎口蓋裂の大部分の症例において鼻中隔は下端部が major segment 破裂縁に連続移行しているために、major segment が開大すると鼻中隔は傾斜または彎曲すると思われる。本研究で Hotz 床装着により major segment 破裂縁が内方へ移動することが確認されたことから、鼻中隔の傾斜の改善は major segment 接合部の内方移動によるものといえる。

両 segment の表面積は各計測時期の間に有意に増加した。表面積増加率は minor segment の方が major segment より有意に大きかった。その理由は明らかでないが、図 9 の成長パターンから口唇形成術後には major segment 前方部は口唇により圧迫されるのに対し、minor segment 前

方部が前方に牽引されるため、minor segment の前方発育が大きくなったと考えられる。吉岡¹²⁾は唇顎口蓋裂患者は正常群と異なる口蓋成長パターンを有すると推論している。

2) Hotz 床装着群と非装着群の比較について

口蓋形成時における切歯点および犬歯点は、Hotz 床装着群が非装着群に比し前方にあり、切歯点では有意であった。破裂縁の計測点は上顎結節相当部で Hotz 床装着群の方が正中に近い位置にあった以外、両群間に有意差を認めなかった。表面積は Hotz 床装着群の方が有意に大きく、Hotz 床が上顎歯槽部の発育を促進した可能性が示された。大橋²⁴⁾は小野²⁵⁾の報告から、Hotz 床を装着することにより床下粘膜に機械的刺激が加わり、床下組織の血流を増加させ、これが組織活性を賦活させて発育を助長すると推論している。

以上、本研究により Hotz 床による上顎歯槽部の形態改善の状況が三次元的に明らかになった。さらに Hotz 床装着患者は非装着群に比し、上顎歯槽部の前後径が大きく、幅径も大きい傾向を示し、口蓋表面積が大きいことから、Hotz 床が上顎歯槽部の発育を促進していることが示唆された。

結 語

Hotz 床が片側性唇顎口蓋裂患者の上顎歯槽形態へ及ぼす影響を明らかにするために、Hotz 床装着患者の床装着前、口唇形成術直前、口蓋形成術直前の上顎歯槽模型を三次元的に計測分析するとともに、Hotz 床を使用しなかった患者の口蓋形成術直前の模型と比較し、以下の結果を得た。

1. Hotz 床装着前には、切歯点は正中基準面から健側に偏った位置にあった。

顎裂幅は平均 $9.4 \pm 3.4\text{mm}$ 、犬歯相当部破裂幅は平均 $10.3 \pm 3.0\text{mm}$ 、上顎結節相当破裂幅は平均 $12.6 \pm 1.5\text{mm}$ であった。

2. Hotz 床装着後、切歯点は前内下方へ、犬歯点は前方へ、上顎結節点は外方へ移動した。

顎裂部では major segment 先端が前外下方へ、minor segment 先端が前内方へ移動し、顎裂幅は縮小した。口蓋破裂縁は major segment 側犬歯相当部が内下方へ、minor segment 側が内方へ移動し、両側の上顎結節相当部は内上方へ移動し、口蓋の破裂幅は狭小化した。

傾斜していた鼻中隔は垂直位に近づく傾向を示した。

口蓋表面積は経時的に増大し、minor segment の表面積増加率は major segment より大であった。

3. Hotz 床装着群は非装着群に比し口蓋形成術直前の切歯点が有意に前方にあった。健側および患側犬歯点も前

方に位置する傾向を認めた。

Hotz 床装着群の上顎結節相当部破裂縁は非装着群より内方において、口蓋破裂幅も Hotz 床装着群が狭かった。

Hotz 床装着群の口蓋表面積は major segment および minor segment とともに非装着群より有意に大であった。

4. 以上から、Hotz 床は歯槽および口蓋形態を改善するとともに、上顎歯槽部の発育を促す効果があることが示された。

稿を終わるに臨み、本研究課題をあたえられるとともに終始御懇篤な御指導、御校閲を賜った鹿児島大学歯学部口腔外科学第二講座 三村 保教授に深甚なる感謝の意を捧げます。また、本研究の遂行にあたり、御助言を頂いた同講座野添悦郎講師ならびにご協力頂いた教室員各位に感謝します。

本論文の要旨は、第22回日本口蓋裂学会総会（平成10年5月、奈良）、第23回日本口蓋裂学会総会（平成11年7月、大阪）において発表した。

引用文献

- Hotz, M.: Pre-and Early Postoperative Growth-Guidance in Cleft Lip and Palate Cases by Maxillary Orthodontics. (an Alternative Procedure to Primary Bone-Grafting). Cleft palate J 6: 368-372 1969.
- Hotz, M. and Perko, M.: Early management of bilateral total cleft lip and palate. Scand J Plast Reconstr Surg 8: 104-108 1974.
- Hotz, M. and Gnoinski, W.: Comprehensive care of cleft lip and palate children at Zürich University: A preliminary report. Am J Orthod 70: 481-504 1976.
- Hotz, M. and Gnoinski, W., et al.: Early maxillary orthopaedics in CLP cases: Guidance for surgery. Cleft Palate J 15: 405-411 1978.
- Hotz, M. and Gnoinski, W.: Effects of early maxillary orthopaedics in coordination with delayed surgery for cleft lip and palate. J Maxillofac Surg 7: 201-210 1979.
- 西原一秀：唇顎口蓋裂患者に対する Hotz 型人工口蓋床の臨床的効果—哺乳ならびに歯槽形態・外鼻形態に関する検討—。日口蓋誌 18: 251-271 1993.
- 栗田賢一，小牧完二，他：Hotz 型人工口蓋床による口唇口蓋裂早期治療。第2報，口唇口蓋裂症例における顎発育への早期効果。日口蓋誌 12: 50-61 1987.
- 中野 久，大橋 靖，他：唇顎口蓋裂児の顎発育に関する研究 Hotz plate 装着・2段階手術施行症例における顎発育について。唇顎口蓋裂児の顎発育に関する研究。哺乳床・2段階手術を含む各種治療法の比較。昭和62年・63年度科学研究費補助金（総合研究 A）研究結果報告書：13-25 1989.
- 小原 浩：中期口唇形成治療システムへの Hotz 床の併用効果について。阪大歯学誌 38: 161-187 1993.
- 福原信玄，大橋 靖：片側性唇顎口蓋裂患児の新生児から7歳までの顎発育に関する研究—Hotz 床2段階手術例と健常児の比較—。日口科誌 45: 227-239 1996.
- 星野弘一，高田 訓，他：Hotz 型人工口蓋床による治療経験。奥羽大歯学誌 25: 295-300 1998.
- 吉岡弘道：Zurich システムによる治療を行った唇顎口蓋裂児の上顎歯槽弓および口蓋の成長発育に関する研究。日口蓋誌 16: 1-30 1991.
- Mishima, K., Sugahara, T., et al.: Three-Dimensional Comparison between the Palatal Forms in Infants with Complete Unilateral Cleft Lip, Alveolus, and Palate (UCLP) with and without Hotz's Plate. Cleft Palate Craniofac J 33: 77-83 1996.
- Mishima, K., Sugahara, T., et al.: Three-Dimensional Comparison between the Palatal Forms in Complete Unilateral Cleft Lip and Palate with and without Hotz Plate from Chelioplasty to Palatoplasty. Cleft Palate Craniofac J 33: 312-317 1996.
- 三村 保：口唇裂一次手術において良好な赤唇形態を得るための方法。日口外誌 29: 65-70 1983.
- 三村 保：破裂幅の広い唇顎口蓋裂の口唇形成術における顎裂部閉鎖のための一方法。日口蓋誌 11: 70-77 1986.
- 三村 保：口唇形成初回手術。デンタルダイヤモンド 16: 74-76 1991.
- 和田 健：唇・顎・口蓋裂乳幼児の上顎骨歯槽部の成長発育に関する研究。阪大歯学誌 17: 81-101 1972.
- 溝川信子：唇・顎・口蓋裂乳幼児（裂型別）の上顎歯槽部の成長発育に関する研究。日口蓋誌 7: 1-20 1982.
- 栗田賢一，小牧完二，他：唇顎口蓋裂新生児の上顎顔面一体模型作製法。日口蓋誌 12: 221-225 1987.
- 阿部本晴：口唇形成術後における上顎歯槽弓の経時的变化に関する研究—片側性口唇裂について—。日口外誌 20: 248-267 1974.
- 甲斐貞子：口唇裂・口蓋裂乳児の口蓋形態の特徴と口唇形成術の影響についての経時的分析。日口蓋誌 8: 36-66 1983.
- 和田 健：乳幼児期における顎・顔面の成長・発育。宮崎 正編集；口蓋裂—その基礎と臨床。第1版，医歯薬出版，東京，1982，111-135頁。
- 大橋 靖：口唇裂口蓋裂治療に用いる床装置とその機能。日口蓋誌 18: 338-350 1993.
- 小野和宏：ヒト歯および歯肉への機械的刺激による歯肉の反射性血流増加について。日口科誌 39: 389-404 1990.