



Title	片側性唇顎口蓋裂患者における口唇粘膜弁を用いた早期二期的口蓋裂手術適用が顎発育に及ぼす影響
Author(s)	藤本, 愉莉
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/76275
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

学位論文

片側性唇顎口蓋裂患者における 口唇粘膜弁を用いた早期二期的口蓋裂手術 適用が顎発育に及ぼす影響

大阪大学大学院歯学研究科
口腔科学専攻

顎口腔病因病態制御学講座
口腔外科学第一教室

(指導教官：教授 古郷 幹彦)
藤本 愉莉

緒言

口蓋裂手術の目的は、硬口蓋・軟口蓋の裂を閉鎖すると同時に軟口蓋の筋肉の再構成を行い、鼻咽腔の機能的改善を図ることにある。これにより、発音や嚥下機能を著しく改善することができる。口蓋裂手術が顎顔面の成長発育に大きく影響することは、古くより認識されていたことではあったが、口腔の機能回復に主眼が置かれていた。

Graber (1949) が顎発育分析を行い、手術による顎顔面発育障害を指摘して以降、この問題が注目されるようになった¹⁾。Ross (1970) は、手術によって生じた口蓋前方から蝶形骨鉤状突起まで続く瘢痕が、個別の骨の成長を阻害していると指摘した²⁾。

口蓋裂手術の際に生じる口蓋前方部および歯槽骨部に近い部分の骨露出面は、術後直ちに上皮に覆われて治癒へ向かうが、歯槽骨に対する血管分布障害や瘢痕形成をきたす。この創部治癒過程において、強い瘢痕収縮が生じているのではないかと推察される。

Lindsay (1971) は、von Langenbeck 法と Push-back 法を比較し、患側セグメントの内側への位置的変化 (collapse) の発現率が 12% と 62% であったと報告した³⁾。

この結果より collapse の主な原因是、骨露出面積の差、すなわち瘢痕であるとされた。Pruzansky、Aduss ら (1964) は、collapse が交叉咬合の主要因であると指摘した⁴⁾。瘢痕によって歯の萌出や歯槽突起の下方成長が抑制されるため、前方歯槽突起の後方傾斜などの理由で交叉咬合が生じやすいと考えられる。

さらに、Herfert (1958) は、成犬を用いた実験的研究により、口蓋粘膜の剥離や口蓋動脈の結紮を行うことで、硬口蓋部での狭小化が生じると報告した⁵⁾。Kremenak、Wada ら (1967,1978) は Herfert と同様の成犬を用いた実験的研究により、口蓋動脈結紮や口蓋粘膜剥離では成長障害は認めないが、骨露出の状態が口蓋幅径の著しい狭小化を招くことを示した。また、肉芽組織中に多量の筋線維芽細胞の存在を認めることから、術後の創部収縮機序が、二次的顎形態変化を誘発する初期段階での主要因であるとした^{6,7)}。これらの結果からも、骨露出面の治癒過程における瘢痕収縮が、顎成長に大きく影響を与えていていると考えられる。

口蓋裂手術の施行時期について、本来の手術目的である鼻咽腔閉鎖機能に関しては早期の手術がより効果的であるとされている。しかし Bernstein (1978) をはじめ、多くの臨床研究から、早期に手術を行うことで中顎面の発育障害を招くと報告されている^{8,9)}。鼻咽腔閉鎖の早期獲得は重要な課題であることから、軟口蓋のみを初回手術にて閉鎖し、時期を経てから硬口蓋を閉鎖する two-stage repair の方法が考えられるようになった。

Perko (1979) は、1歳で軟口蓋を閉じ、4-5歳で硬口蓋を閉じるチューリッヒアプローチ（晚期二期的口蓋裂手術法）により、早期に硬口蓋を閉鎖した場合と比較して、中顎面の成長が著しく改善すると報告している¹⁰⁾。しかし、その後の調査により、チューリッヒアプローチにて前方硬口蓋の裂を長期間残存させた患者は、正常な構音の習得が困難となることが報告されている^{11,12)}。

Furlow 法による口蓋裂手術において、晚期二期的口蓋裂手術法を適用した場合、良好な言語成績は得られていない¹³⁾。この問題を改善するため、Rohrich ら (1996,2000) は、軟口蓋閉鎖と硬口蓋閉鎖の間を短い期間で行う二段階の口蓋裂手術（早期二期的口蓋裂手術法）を提案した^{14,15)}。

これらの口蓋裂手術法の考え方の歴史的変遷に合わせる形で、大阪大学歯学部附属病院口腔外科 1（制御系）でも手術法の変更を行ってきた。

本研究は、次に記載する当科で行ってきた 4 つの主な口蓋裂手術法の口蓋裂手術前から 5 歳までの顎形態の変化を分析し、手術侵襲の様式による顎発育への影響を検討したものである。

本研究は、大阪大学大学院 歯学研究科 倫理委員会の承認を得ている（H25-E12）。

口蓋裂手術法

1) 一期的口蓋裂手術法

1-1) Wardill-Kilner Push-back 法 (以下 PB 法)

現在でも広く一般的に行われている口蓋裂手術法で、生後 12-18 か月で軟口蓋硬口蓋を一期的に閉鎖する方法である¹⁶⁾。当科では 1998 年頃まで施行されていた（図 1）。

両側の口蓋セグメントより粘膜骨膜弁を形成し、軟口蓋部分も含めて後方へ移動させる方法である。粘膜骨膜弁は大口蓋血管神経束とのつながりを持つが、弁の自由性が大きく、裂縫合の際の緊張は少ない。口蓋骨膜の広い範囲が剥離され、また術後の骨露出面が前方口蓋を中心として大きいのが特徴である。

1-2) Segmental yoking plate を用いた口蓋裂手術法 (以下 SYP 法)

術式のほとんどは Push-back 法に準ずるが、裂内側への術後収縮を防止するため、チタンミニプレート（4 穴 2 スクリュー）を用いて口蓋の固定を行う方向である（図 2）。

プレート固定を行うため、術後約 3 年（48.1±2.1）か月で抜釘手術を行う必要がある¹⁷⁾。

当科では 1998 年から 2000 年頃に施行されていた。

骨膜の剥離範囲と、術直後の骨露出面の大きさは Push-back 法と同程度である。

2) 二期的口蓋裂手術法

一期的口蓋裂手術法における骨膜損傷と骨面露出を減じる方策として、二期的口蓋裂手術法が用いられる様になった。当科では、言語成績を考慮し、1歳時に Furrow 法と von Langenbeck 法を組み合わせた軟口蓋形成（図 3）を行い、1歳6か月時に硬口蓋閉鎖を行う早期二期的口蓋裂手術法（two-stage 法）を行っている^{18,19,20)}。軟口蓋形成から硬口蓋閉鎖まで約半年間硬口蓋の自然成長を促すことで、裂幅は明らかに狭小する。

2-1) 局所口蓋粘膜弁を用いた早期二期的口蓋裂手術法（以下 LF 法）

硬口蓋閉鎖の際、局所口蓋粘膜弁（Local Palatal Flap）を用いる方法で、2008 年頃まで施行されていた。狭小化した硬口蓋を、粘膜骨膜弁で閉鎖する方法である（図 4）。 one-stage 法と比較すると、骨膜の剥離範囲が少ない方法ではあるが、硬口蓋側方に骨露 出面が生じる。

2-2) 口唇粘膜弁を用いた早期二期的口蓋裂手術法（以下 VF 法）

硬口蓋閉鎖の際、口唇粘膜弁（Lavial Vestibular Flap）を用いる方法で、現在当科にて主に行われている口蓋裂手術法である。裂縁部の粘膜骨膜弁を鼻腔側に翻転して鼻腔側を閉鎖した後、露出した裂部口腔側を口唇粘膜弁で閉鎖する方法である（図 5）。他の 3 法と比較して、非常に骨膜の剥離範囲が少なく、術後の骨露出が生じない。

研究方法

研究対象

当科にて口蓋裂手術を行った片側性唇顎口蓋裂患者のうち、PB 法、SYP 法、LF 法、VF 法による口蓋裂手術を施行された患者で、顎顔面発育に影響を与えると考えられる症候群を含む重篤な合併症を有する症例や、ホルモン分泌異常等の成長に影響する疾患を有する症例を除いた男児 146 例、女児 96 例の合計 242 症例を研究対象とした。

患者の内訳は、VF群 96症例、LF群 67症例、SYP群 28症例、PB群 51症例であった。本研究では、各群の傾向を詳細に把握するため、各群の症例数についての評価、検討は行わず、研究資料の採取が可能であった全ての症例を研究対象としている。

各群の詳細を表に示す（表1）。

どの群においても性別では男性が多く、裂側は左側が多い傾向にあった。用いられている手術法の選択は、出生時期に基づくものであり、術前の裂幅やその他の要因によって選択されたものではない。

出生時データ（表2）、口唇裂口蓋裂手術の施行時期の月齢（表3）を表に示す。在胎週数は約39週（ 39.3 ± 1.2 週）、出生体重は約3100g（ 3126.5 ± 452.7 g）であり、各群間での差は認められなかった。

口唇形成術は生後約3か月（ 3.3 ± 0.9 か月）に施行され、各群間での差は認めなかった。

口蓋裂手術は、one-stage法であるPB群、SYP群においては生後約14か月（ 14.3 ± 1.7 か月）で軟口蓋、硬口蓋の閉鎖が行われ、two-stage法であるVF群、LF群においては生後約12か月（ 11.8 ± 8.7 か月）で軟口蓋形成、生後約18か月（ 18.6 ± 2.1 か月）で硬口蓋閉鎖が行われていた。口蓋裂手術の施行時期に各群間での差は認めなかった。

手術のうち、PB法の68%、SYP法の64%、LF法の78%、VF法の89%は同一術者（MK）により施行されており、他の症例はMKの厳密な監督下にて行われていた。

術後の臨床経過上、術者による相違は認めていない。

研究資料

口蓋裂手術（one-stage 法、two-stage 法の軟口蓋形成）術前の 1 歳時、two-stage 法の硬口蓋閉鎖術前 1 歳 6 か月時、3 歳時、5 歳時（矯正治療介入前）の上下顎歯列模型および 5 歳時の正面頭部 X 線規格写真（矯正治療介入前）を研究資料として用いた。

資料採得の時期について表で示す（表 4）。

1 歳印象は平均 11.8 ± 1.3 か月、1 歳 6 か月印象は 18.2 ± 1.2 か月、3 歳印象は 38.7 ± 4.0 か月、5 歳印象は 62.8 ± 4.8 か月で採得されていた。印象採得時期に各群間での差は認められなかった。正面頭部 X 線規格写真は 63.3 ± 6.4 か月で撮影していた。撮影時期に群間での差は認められなかった。

研究方法

研究 1 模型計測

模型計測は、3Shape Dental System (3Shape Co.) にて各模型を3Dスキャニングし、HBM Rugle (Medic Engineering Co.) を用いて歯列長径、幅径、犬歯間距離、臼歯間距離、口蓋の深さ、角度、口蓋の表面積の計測を行った。

両側上顎結節、切歯点の3点を基準とし、それぞれの模型の平面合わせを行った。

計測点のばらつきを最小限にするため、同一症例における全ての資料は、同一計測者によって計測を行った。各々の計測値は、1人の計測者が日を変えて3回ずつ同じ模型を計測した結果の平均値とした。表面積、角度も同様に各3回ずつ計測し、その平均を計測値とした。

各模型の計測点（図6）、口蓋の深さの計測部位（図7）、角度計測の計測部位（図8）を示す。表面積は上顎結節（TT'）、歯肉頬移行部、顎裂辺縁を基準として計測した。

研究 2 骨格と歯列の位置関係の検討

骨格と歯列の位置関係を検討するため、VF群81例、LF群45例の合計126症例について、5歳時の正面頭部X線規格写真を使用し、顔面の正中に対する上下顎乳中切歯の偏位の有無についての検討を行った。左右の眼窩縁と斜眼窩縁の交点（Lo）を結んだ直線の垂線で、鶴冠頸部の最も狭窄している部位（NC）を通るものを顔面の正中線²¹⁾と

し、上下顎左右乳中切歯切縁中点（AA'の中点）と正中線の一致率を調べ、変位を認め
る症例では、患側方向への変位を-（マイナス）、健側方向への変位を+（プラス）と
し、偏位量の計測も行った。

計測は日を変えて3回ずつを行い、その平均値を計測値とした。

PB群、SYP群の患者が5歳となる2005年時点において、5歳時点での正面頭部X線
規格写真の撮影がほとんど行われていなかったため、本研究は資料採取が可能であった
VF群、LF群の2群間での比較とした。

研究3 咬合評価

VF群92例、LF群42例、PB群26例の計160症例の5歳時の上下顎歯列模型を用い
て、3名の口腔外科医にてModified Haddat / Bordenham Index²²⁾を用いた咬合の評価を
行った（図9）。顎裂部のBを除く全ての歯を-3点から+1点にスコア化し、正常咬合、
切端咬合、反対咬合の評価を行い、手術法による咬合関係の違いを分析した。

評価は日を変えてそれぞれ2回ずつを行い、評価者内検定、評価者内検定を行った。

SYP群が5歳になる2005年前後において、下顎の印象採得が行われていない症例が
多かったため、本研究はVF群、LF群、PB群の3群間での比較となった。

統計学的解析

本研究において、データは全て平均値で示した。術前のデータに関しては、各群間比較にKruskal-Wallis testおよびStudent t-testを用いて統計学的解析を行った。

各種計測値に関しては、repeated measure two-factor ANOVA、post-hoc Tukey-Kramer法を用いて統計学的解析を行った。評価者内検定、評価者間検定は、重み付きkappa係数（2次の重み付け）を用いて評価を行った。

解析ソフトはIBM SPSS Statistics 24を使用し、p値0.05未満を有意とした。

研究結果

研究 1 模型計測

1) 口蓋裂手術前の裂の形態

口蓋裂手術前の裂幅の計測結果を示す（表 5）。

1 歳時の cc' は平均 6.65 ± 3.0 mm、 mm' は 11.85 ± 3.27 mm、 tt' は 12.77 ± 2.55 mm であった。

それぞれの群間に差は認められなかった。また、1 歳 6 か月時の cc' は 4.26 ± 2.32 mm、

mm' は 6.44 ± 3.39 mm であった。VF 群、LF 群の間に差は認められなかった。

2) 長径 (A-TT')

模型の計測結果（表 6）、1 歳から 5 歳までの成長率のグラフを示す（図 10）。

グラフは、1 歳時点の結果を 100%とした場合の成長率を示している。

長径は VF 群と PB 群、LF 群と PB 群の間に有意な差 ($p < 0.01$) を認めた（表 6）。

成長率のグラフからも two-stage 法と one-stage 法では明らかな成長の差が見受けられた（図 10-A）。

3) 幅径 (TT')

VF 群は他の 3 群と比較して有意に大きい値 ($p < 0.01$) を示していた。また、LF 群と

PB 群の間にも有意な差 ($p < 0.01$) を認めた（表 6）。

成長率のグラフからも two-stage 法と one-stage 法では 3 歳の時点ですでに明らかな成長の差が見受けられた（図 10-B）。

4-1) 犬歯間距離 (CC')

VF 群は他の 3 群と比較して有意に大きい値 ($p<0.01$) を示していた。また、LF 群と PB 群、SYP 群と PB 群の間にも有意な差 ($p<0.01$) を認めている（表 6）。

成長率のグラフでみると、one-stage 法では成長に伴って狭窄を呈した。LF 群においても one-stage 法と比較すると軽度ではあるが狭窄傾向を示していた。しかし、VF 群は他群の様に狭窄傾向を示すことなく、良好な成長経過を辿っていた（図 10-C）。

4-2) 犬歯間距離 患側 (C'c) / 健側 (Cc)

VF 群、LF 群間に大きな差が生じているため、1 歳 6 か月以降の患側、健側の成長発育の差を詳しく分析することとした。しかし、術直後は印象採得が困難であり、Flap 挿入直後の資料を得ることができないため、術後の形態を予測し、その結果をもとに成長率の評価を行うこととした。VF 法は、裂周囲約 1.5 mm の位置で披裂縁切開を加え、その上に口唇粘膜弁を置いている。マージンを 1.5 mm と仮定した場合、術後の健側長は計測値 -1.5 mm 、Flap を含めた患側長は計測値 + 裂幅 + 1.5 mm と仮定することができる。

予測された術後形態と 3 歳、5 歳時の患側、健側の計測結果と成長率のグラフを示す（表 7, 図 11）。

患側、健側の成長に有意差は認められなかったが、成長率のグラフより 3 歳以降、VF 群の患側の成長が良好である傾向にあった。

5-1) 臼歯間距離 (MM')

VF 群は他群と比較して有意に大きい値 ($p<0.01$) を示していた。また、LF 群と SYP

群、LF 群と PB 群の間にも有意な差 ($p<0.01$) を認めた (表 6)。

成長率のグラフより犬歯間距離同様に one-stage 法では成長に伴って狭窄を呈した。

LF 群においても one-stage 法と比較すると軽度ではあるが狭窄傾向を示していた。

しかし、VF 群は他群の様に狭窄傾向を示すことなく、良好な成長経過を辿っていた

(図 10-D)。

5-2) 臼歯間距離 患側 (M'm) / 健側 (Mm)

犬歯間同様に VF 群、LF 群間に大きな差が生じているため、術後の形態を予測し、患

側、健側の成長発育の差を詳しく分析した (表 7)。

健側の成長に差は生じていなかったが、患側では有意差 ($p<0.01$) を認め、3 歳以降の

VF 群の患側の成長が良好であった (図 11)。

6) 口蓋の深さ

犬歯部、臼歯部の口蓋の深さの計測結果を示す (表 8)。

犬歯部、臼歯部ともに統計学的有意差は認められなかつたが、PB 群 < SYP 群 < LF 群

< VF 群の順に深くなっていた。

7) 角度計測

角度計測の結果を示す（表 9）。

健側後方セグメント、健側前方セグメント、切歯角にそれぞれの群間での差は認めなか
った。しかし、患側では前方セグメントの VF 群と LF 群、VF 群と SYP 群 ($p<0.05$)、
VF 群と PB 群 ($p<0.01$) の間、後方セグメントの VF 群と LF 群 ($p<0.05$)、VF 群と SYP
群、VF 群と PB 群 ($p<0.01$) の間に有意な差が生じていた。

8-1) 表面積

表面積の計測結果と成長率のグラフを示す（表 10, 図 12）。

VF 群は他群と比較して有意に大きい値 ($p<0.01$) を示していた。

また、LF 群と PB 群、SYP 群と PB 群の間にも有意な差 ($p<0.01$) を認めた。

成長率のグラフでみると、3 歳の時点で既に one-stage 群と、two-stage 群の間に発育の
差が生じており、3 歳以降では VF 群の成長が著しく良好であった。

8-2) 表面積（患側 / 健側）

VF 群、LF 群間に大きな差が生じているため、口唇粘膜弁を含めた患側と健側の成長
発育の差を詳しく分析することとした。

計測結果と成長率のグラフを示す（表 11, 図 13）。

3 歳以降、VF 群の患側が著しく成長していることが分かった。

8-3) 口唇粘膜弁の面積

挿入した口唇粘膜弁の大きさの変化についても検討を行った。

計測結果を示す（表 12）。

犬歯部を除く全ての部位で Flap の拡大認められた。3 歳時の Flap の平均面積 1.99 ± 0.56

cm^2 、5 歳時は $2.48 \pm 2.66 \text{ cm}^2$ であり、表面積も増大していた。挿入した口唇粘膜弁が成長に伴い拡大していることが明らかとなった。

研究 2 骨格と歯列の位置関係の検討

上顎の正中の一致率は VF 群が 60.1%、LF 群が 31.4% であり、下顎の正中の一致率は

VF 群が 75.8%、LF 群が 45.7% であった。変位量の計測結果を示す（表 13）。

VF 群は LF 群と比較し、正中の一致率が高いことが分かった。また、偏位が生じている症例にいても、その程度はごく僅かであった。

研究 3 咬合評価

1) 評価者内、評価者間検定

咬合評価は 3 名の評価者にて施行したため、評価者内検定結果、評価者間検定結果を示す（表 14, 15）。

評価者内検定、評価者間検定いずれにおいても 0.91 以上の perfect agreement であった。

2) MHB Index

評価結果は、VF群が -4.22 ± 3.28 、LF群が -7.54 ± 3.13 、PB群が -11.85 ± 3.79 であり、VF群が最も良好な値を示していた。VF群と他群、LF群とSYP群に有意な差を認めた($p<0.01$)（表16）。このことから、two-stage法を行うことでone-stage法と比較して咬合状態が良くなり、さらに硬口蓋閉鎖でVF法を用いた場合、より良好な咬合関係が得られることが示唆された。

それぞれの歯ごとのIndexの結果（表16）を示す。

全ての歯において、VF群が有意に高いスコアを示し ($p<0.01$)、全顎的に良好な被蓋関係得ていることが明らかとなった。

それぞれの歯ごとのスコアの分布をグラフで示す（図14）。

どの群においても前歯部は反対咬合を呈しやすい傾向にはあった。臼歯部においては、VF群が両側とも比較的正常咬合を呈しているのに対し、LF群は患側のみ反対咬合である症例が多く、PB群では両側ともに反対咬合となる症例が多いことが分かった。

考察

口蓋裂手術の際、上顎の骨膜損傷と骨面露出は必発する。未手術成人症例において上顎の発育が良好であることから、口蓋裂手術が上顎の劣成長を引き起こす原因であると考えられている¹⁾。顎の成長発育を阻害しないため、口蓋裂手術時の骨膜侵襲や骨面露出を最小限にする必要があると考えられた。

口蓋裂手術の際の骨膜侵襲と骨露出を最小限に抑えることにより、口蓋裂の顎の劣成長を解消することができるのであれば、その後生じる顎変形は更に小さくなるのではないかという仮説を立てた。PB法、SYP法、LF法、VF法では、骨膜への侵襲量と骨露出量がそれぞれで著しく異なっている。

本研究はそれぞれの手術法における顎発育を比較することで、手術における骨膜侵襲と骨露出の意義を検討したものである。

1) 研究モデル、研究対象

上顎の発育に影響を及ぼす因子として、患者本人がもつ劣成長の因子、口唇裂手術による影響、口蓋裂手術による影響などが挙げられるが²³⁾、遺伝的な要因を一律にすることは困難である。そのため、裂型や口唇裂手術、口蓋裂手術の時期、手術方法等の条件をできる限り統一する必要があると考えられた。

本研究では当科にて口唇裂手術、口蓋裂手術を行った片側性唇顎口蓋裂患者のう

ち、症候群や重篤な合併症、成長に影響する疾患有する症例を除いた症例を対象とした。対象症例内での出生時データや手術時期、口蓋裂手術前の裂形態、資料採得の時期に各群間での差は認められなかった（表1-5）。

2) 研究方法

模型の計測点は、比較的経年的に変化しにくい定点であることが必要とされる。そのため、解剖学的に同定が容易な上顎結節点、切歯点、犬歯遠心点、第二大臼歯遠心点を基準点と設定した^{24,25,26)}。乳犬歯未萌出の場合は犬歯窩点を、第二乳臼歯未萌出の場合は、左右の最大歯槽幅径を示す点を結んだ線と同セグメントの歯槽頂線の交点を基準点とした（図6）。この様に明確な計測点を設定することで長期的な歯槽の形態変化を直接反映した計測値を得ることができていると考えられる。

正面頭部X線規格写真を用いた分析における正中基準線の設定方法については様々な見解がある。下顎変位症例や顔面非対称症例の分析を行う際、中顔面や頭蓋部においても左右差が生じている可能性が高いという観点から、左右に認められる基準点を用いず、鶴冠頸部の再狭窄点と前鼻棘を結んだ線を正中線と設定されている²⁷⁾。本研究の対象が片側性唇顎口蓋裂患者であるため、少なからず左右の非対称が生じていると考えられるが、疾患の特性上、前鼻棘が形態的に偏位している可能性が高く、前鼻棘を基準点として用いることは得策ではないと考えられた。

そのため、今回は左右の眼窩縁と斜眼窩縁の交点（Lo）を結んだ直線の垂線で、鶲冠頸部の最も狭窄している部位（NC）を通るものを顔面の正中線と設定した²¹⁾。

唇顎口蓋裂の咬合評価法として、Goslon Yardstick²⁸⁾ や5-Year-Olds'Index²⁹⁾ が国際標準の咬合評価法として普及している。しかし、両評価とも概観的であり、細部まで明確とはならず、また、白人種を前提とした分類であるため、異人種（日本人）に対しても適応可能かという指摘もある^{30,31)}。

これを補う評価方法としてHuddart / Bordenham Index³²⁾ があり、乳歯列期咬合の水平的被蓋関係を歯種別に数値化することで各部位の被蓋関係を客観的に評価することができ、咬合異常の細部をより明確にできるという利点がある。様々なModified Huddart / Bordenham Index（MHB Index）が報告されており、スコアの評価点数が違うものや、セグメントごとの評価を行う方法があるが^{33,34)}、本研究では、それぞれの歯ごとにできるだけ細かい評価を行えるよう、L.M.Dobbynらにより開発されたMHB Index^{22,35)} を用いることとした（図9）。

評価は口腔外科医3名により、日を変えてそれぞれ2回ずつ咬合評価を行った評価者の評価者内検定、評価者間検定の結果は、どちらも全て0.91以上であり、perfect agreementであると解釈した。

このことから、客観性のある信頼性の高い咬合評価を行うことができたと考える。

3) 研究結果

① 模型計測結果

①-1) one-stage法（PB群 / SYP群）の検討

PB群とSYP群の違いは、硬口蓋（犬歯部）にプレート固定を行うか否かである。

成長に伴う両セグメント間の狭窄を防ぐ目的として、プレートによる固定が行われる

様になった。

各計測結果を比較すると、犬歯間距離（CC'）と表面積において、SYP群が有意に大きいという結果であった（表6,10）。

成長率のグラフでみると、犬歯間距離、臼歯間距離はそれぞれ狭窄傾向を示すのに
対し、上顎結節部（幅径）ではそれほど狭窄を呈していない（図10-BCD）。

このことから、one-stage法の術後に生じるセグメント間の狭窄は前方歯槽部に現れる
と考えられ、SYP法は犬歯部の狭窄を防ぐという点において、有効な方法であったと
推察される。

①-2) one-stage法、two-stage法（PB群 / LF群）の検討

PB群とLF群の差は軟口蓋、硬口蓋の裂の閉鎖を1回（約1歳2か月）で行うか、軟口
蓋形成（約1歳）、硬口蓋閉鎖（約1歳6か月）の2回に分けて行うかの違いである。

いずれも、硬口蓋に粘膜骨膜弁を形成して裂を閉鎖するため、広範囲の骨膜損傷や骨
面露出が生じる手術方法である。

two-stage法の1歳から1歳6か月の間は、軟口蓋部を閉鎖していることにより、裂部への舌の陷入をある程度抑えるのではないかと推察される。前方に外科的この間の成長は比較的自然成長に近いと考えられる。計測結果より、軟口蓋形成から硬口蓋閉鎖までの6か月間で裂幅が犬歯点間で約2mm、臼歯点間で約5mm程度狭くなることが明らかとなった（表5）。このことから、口蓋骨が裂方向へも成長していると推察され、それに伴って、裂の閉鎖に必要な骨膜剥離や骨面露出の範囲が小さくなると考えられた。

各計測結果を比較すると、長径（A-TT'）、幅径（TT'）、犬歯間距離（CC'）、臼歯間距離（MM'）、表面積においてLF群がPB群と比較して有意に大きい結果であった（表6,10）。

成長率のグラフでみると、3歳の時点で既に全ての項目において明らかな成長の差が生じており、LF群が良好な成長を辿っている（図10-ABCD,12）。

これらの結果から、口蓋裂手術時の骨膜損傷と骨面露出範囲が小さくなることで、全体的な顎発育が良好となることが示唆された。

これまでにも模型計測による顎発育の研究は多く報告されており、two-stage法を施行することでone-stage法を行った場合と比較し、顎発育が良好であると言われている^{25,26,37)}。本研究も従来の報告と同様に、two-stage法の有用性を示す結果となった。

①-3) two-stage法 (LF法 / VF法) の検討

LF群とVF群の差は硬口蓋に残存した裂を局所口蓋粘膜弁、口唇粘膜弁のいずれを用いて閉鎖するかの違いである。LF法は硬口蓋に粘膜骨膜弁を形成して裂を閉鎖するため、ある程度の骨膜損傷や骨面露出が生じるが、VF法は裂周囲の約1.5mmのマージン部のみ剥離操作を行い、裂上に口唇粘膜弁を補填するため骨面露出は生じない。

各計測結果を比較すると、幅径 (TT') 、犬歯間距離 (CC') 、臼歯間距離 (MM') 、表面積においてVF群が有意に大きい結果であった（表6,10）。

成長率のグラフでみると、犬歯点間距離・臼歯点間距離において、VF群が持続的な成長を辿るのに対し、LF群、one-stage群は狭窄傾向を示していた（図10-C,D）。

狭窄が生じる原因としては、粘膜骨膜弁形成時の骨膜損傷と骨面露出によって生じた瘢痕拘縮が考えられる。患側、健側の比較より、その影響は3歳以降、患側セグメントに生じてくることが明らかとなった（表7 図11）。

これらの結果は角度計測の角C'、角M'の値にも反映されており（表9）、口唇粘膜弁を挿入することで、患側セグメントの内側方向への傾斜を抑える効果があるのではないかと推察された。また、挿入した口唇粘膜弁自体も成長することが確認できた（表12）。

VF法によって骨膜損傷や骨面露出を最小限に抑えることで、顎が良好な成長経過を辿ることが明らかとなり、口蓋骨膜周辺の瘢痕化と成長抑制の関係性を明確に示す結果となった。

② 骨格と歯列の位置関係の検討

VF群はLF群と比較し、上下顎ともに正中の一致率が高かった。各種計測結果からもVF群は比較的良好な歯列弓形態を呈し、臼歯部の咬合状態も両側ともに正常咬合が多いという結果が得られており、この結果と矛盾しない。LF法はVF法と比較すると顎発育や咬合状態に問題を認めるが、LF群で偏位が生じている症例においても、その程度はごくわずかであったことから（表13）、two-stage法を行うことで骨格的な顔面の正中と歯列の正中の位置のずれを抑えることができているのではないかと考えられる。

③ 咬合評価

MHB Indexの結果は、PB群 (-11.85 ± 3.70) < LF群 (-7.54 ± 3.13) < VF群 (-4.22 ± 3.28) であり、それぞれに有意差 ($p < 0.01$) を認めた（表16）。各種計測結果からも、PB群 < LF群 < VF群の順に良好な成長経過を辿ることが明らかとなっている。3歳以降にVF群の患側の成長が著しいことから、患側が良好に成長することで、臼歯部の咬合関係が改善されたと考えられる（図14）。

日本人に対して5-Year-Olds'Indexを用いたtwo-stage法の有用性の検討は様々な施設で行われており、two-stage法を行うことで咬合関係が良好となると報告されている^{30,31,37)}。本研究においても従来の報告と同様にtwo-stage法の有用性を示す結果となつた。また、VF法を用いることより、更に良好な咬合関係を得ることが示唆された。

結語

two-stage 法の硬口蓋形成の際に VF 法を用いることで、患側セグメントにおいて、

従来法と比較し、より良好な上顎の成長経過を辿ることが示された。

各計測結果は、PB 群<SYP 群<LF 群<VF 群の順で良好な発育を呈していた。

これは、口蓋形成時の骨膜損傷と術後の骨面露出の程度に相関していた。

片側性唇顎口蓋裂における口唇粘膜弁を用いた早期二期的口蓋裂手術適用は、従来の

方法と比較して顎発育に関する影響が少なく、良好な発育を呈すると考えられる。

謝辞

本稿を終えるにあたり、本研究を行う機会を与えて頂き、本研究の立案ならび進行にあたり、終始御懇切なる御指導、御鞭撻を受け賜りました大阪大学大学院歯学研究科顎口腔病因病態制御学講座（口腔外科学第一教室）古郷幹彦教授に深甚なる謝意を表します。また、本研究の円滑な進展のため、特別な配慮、ご協力を頂きました大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔病因病態制御学講座（口腔外科学第一教室）の磯村恵美子先生、横田祐介先生ならびに教室員諸兄に深甚なる謝意を表します。

参考文献

1. Graber,TM:Craniofacial morphology in cleft lip and palate deformities. *Surg. Gynec. Obstet.*,88:359-369,1949.
2. Ross,RB:The clinical implications of facial growth in cleft lip and palate.*Cleft Palate J.*,7:237-47,1970.
3. Lindsay,WK:Von Langenbeck palatoplasty. In *Cleft Palate*. Ed. Grabb,WC., Rosenstein SW and Bzoch,KR, Littlele Brown and Company, Boston., 393-403,1971.
4. Pruzansky,S and Aduss,H.:Arch form and deciduous occlusion in complete unilateral clefts. *Cleft palate J.*, 1:411-418,1964.
5. Herfert,O:Fundamental investigation into problems related to cleft palate surgery. *Brit. J. Plast. Surg.*,11:97-105,1958.
6. Kremenak,CR, Huffman,WC, and Olin,WH:Growth of maxillae in dogs after palatal surgery. *Cleft Palate J.*, 4:6-17,1967.
7. Kremenak,CR, Wada,T., Moris,J.,Allen,T.,Mattheus,J. Seydel,S. and Olin, Jr.W.:Effects of V-Y palatoplasty on maxillary growth inbeagles. Paper presented at the Meeting of international association for dental research, Washington., 1978.
8. Bernstein,L.:The effect of timing of cleft palate operations on subsequent frowth of maxilla. *Laryngoscope.*,78:1510-1565,1968.
9. Herfert,O.:Two-stage operation for cleft palate. *Brit. J. Plast. Surg.*,16:37-45,1963.
10. Perko MA. Two-stage closure of cleft palate (progress report). *J Maxillofac Surg.*, 7:46–80, 1979.
11. Cosman B, Falk AS. Delayed hard palate repair and speech deficiencies: a cautionary report. *Cleft Palate J.*,17:27–33,1980.

12. Witzel MA, Salyer KE, Ross RB. Delayed hard palate closure: the philosophy revisited. *Cleft Palate J.*,21:263–269,1984.
13. Van Lierde KM, Monstrey S, Bonte K, Van Cauwenberge P, Vinck B. The long-term speech outcome in Flemish young adults after two different types of palatoplasty. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*,68:865–875,2004.
14. Rohrich RJ, Love EJ, Byrd HS, Johns DF. Optimal timing of cleft palate closure. *Plast Reconstr Surg.* ,106:413–421,2000.
15. Rohrich RJ, Rowsell AR, Johns DF, Drury MA, Grieg G, Watson DJ, Godfrey AM, Poole MD. Timing of hard palatal closure: a critical long-term analysis. *Plast Reconstr Surg.* ,98:236–246,1996.
16. Wardill WEM.The technique of operation for cleft palate.*Br J Surg.*,25(97):117-130,1937.
17. Taiji Kitagawa. Mikihiko Kogo.,et al.How should postoperative palatal contraction be inhibited following palatoplasty? Dental arch development due to artificial antimolding action and natural molding action:Clinical Trial.*Annals of Plastic Surgery.*,April:Vol.52, No.4,2004.
18. Furlow LT Jr.Cleft palate repair by double opposing Z-plasty.*Plast Reconstr Surg.*,78:724-738,1986.
19. Nishio J.An early two-stage palatal repair regimen for patients with complete unilateral cleft lip and palate;Surgical procedure and dental occlusion.*J Jpn Stomatol Soc* 56(1). January:5–8,2007.
20. Nishio J.Early two-stage palatoplasty using modified Furlow's veloplasty. *Cleft Palate Craniofac J.*,January:Vol.47,No.1,2010.
21. Asahito T.Hanada K. et al.A study on the relationship between lateral deviation of mandible and craniofacial asymmetry in unilateral cleft palate patients.*J Jpn Cleft Palate.* January:Vol.47,No.1,1994.

22. L.M.Dobbyn, J.T.Weir.,et al. Calibration of modified Huddart and Bordenham scoring system against the GOSLON/5-year-olds'index for unilateral cleft lip and palate.Eur J Orthod.,34:762-767,2012.
23. Kogo M, Goto M. Maxillary retrusion associated with cleft lip and palate -Prevention and treatment-. J Jpn Stomatol Soc 56(1).January:1–4,2007.
24. Yamanishi Y.Nishio J.et al.Maxillalry arch morphology after an early two-stage palatoplasty for complete unilateral cleft lip and palate patients. J Jpn Cleft Palate Assoc.,29,255-269,2004.
25. Tadashi Yamanishi.Juntaro Nishio.et al.Effect on Maxillary Arch Development of Early two-stage Palatoplasty by Modified Fuelow Technique and Conventional one-stage Palatoplasty in Children With Complete Unilateral Cleft Lip and Palate.J Oral Maxillofac Surg. 2210-2216,2009.
26. 吉岡弘道,他 : 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.
27. 不島健持,秋元進,高木建雄,他 : 下顎側方変位症例の形態的特徴および顎関節症状の発現-正旁貌頭部X線規格写真による分析-,:日矯歯誌,48.322-328,1989.
28. Mars M,Plint DA,Houston W.et al.The Goslon Yardstick:A new system of assessing dental arch relationship in children with unilateral clefts of the lip and palate. Cleft Palate Craniofac J.,24;314-322,1987.
29. Atack NE,Harthon IS,Semb G,Dowell T,JR. Study models of 5 year old children as predictors of surgical outcome in unilateral cleft lip and palate.Eur J Orthod.,19:165-170,1997
30. Hirano Y.Nishio J.et al.Assesment of the dental arch relationship using the 5-Years-Old Index after early two-stage palatoplasty for complete unilateral cleft and palate.J.Jpn Cleft Palate Assoc.32:68-77,2007.
31. 濵川統代子,三古谷忠,鄭漢忠,他 : 二段階口蓋形成術を施行した片側性唇顎口蓋裂児における咬合関係の評価.北海道歯誌,33:140-152,2013.

32. Haddart AG,Bordenham RS. The evaluation of arch form and occlusion in unilateral cleft palate subjects.Cleft Palate J.,9:194-209,1972.
33. P.A.Mossey,J.D.Clark.,D.Gray.Preliminary investigation of modified Huddart/Bodenham scoring system for assessment of maxillary arch constriction in unilateral cleft lip and palate subjects.Eur J Orthod.,25:251-257,2003.
34. D.Gray.:Evaluation of a modified Huddart/Bordenham scoring system for assessment of maxillary arch constriction in unilateral cleft lip and palate subjects., Eur J Orthod .27:507-511,2005.
35. L.M.Dobbyn.,et al:Validating the Clinical Use of the Modified Huddart and Bodenham Scoring System for Outcome in Cleft Lip and/or Palate.Cleft Palate-Craniofacial J. ,November:Vol.56(6) 671-675,2015.
36. Taiji Kitagawa.Mikihiko Kogo.et al.Dentoalveolar Growth of Patients With Complete Unilateral Cleft Lip and Palate by Early Two-Stage Furlow and Push-Back Method:Preliminary Results.Cleft Palate-Craniofacial J.,September:Vol.41 No.5,2004
37. Mikoya T.Funayama E.et,al.Dental arch relationship outcomes in one-and two-stage palatoplasty for Japanese patient with complete unilateral cleft lip and palate. Cleft Palate-Craniofacial J., May 52(3)277-286,2015.

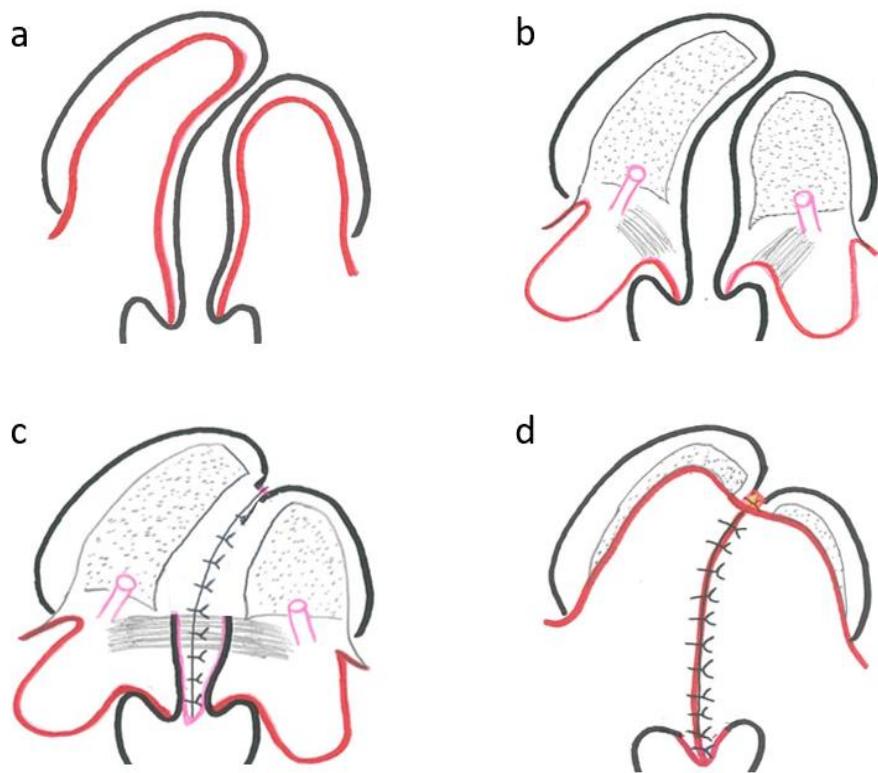


図1 PB法による口蓋形成術の術式

- a : 切開線
- b : 粘膜骨膜弁を形成し、大口蓋神経血管束まで剥離を行う
- c : 鼻腔側の閉鎖を行い、口蓋帆挙筋を再建する
- d : 粘膜骨膜弁同士を縫合し、軟口蓋を後ろに引き下げる

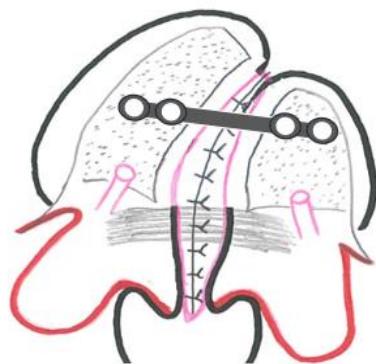


図2 SYP法によるプレート固定の術式

鼻腔側閉鎖後、犬歯相当部をチタンプレートにて固定する

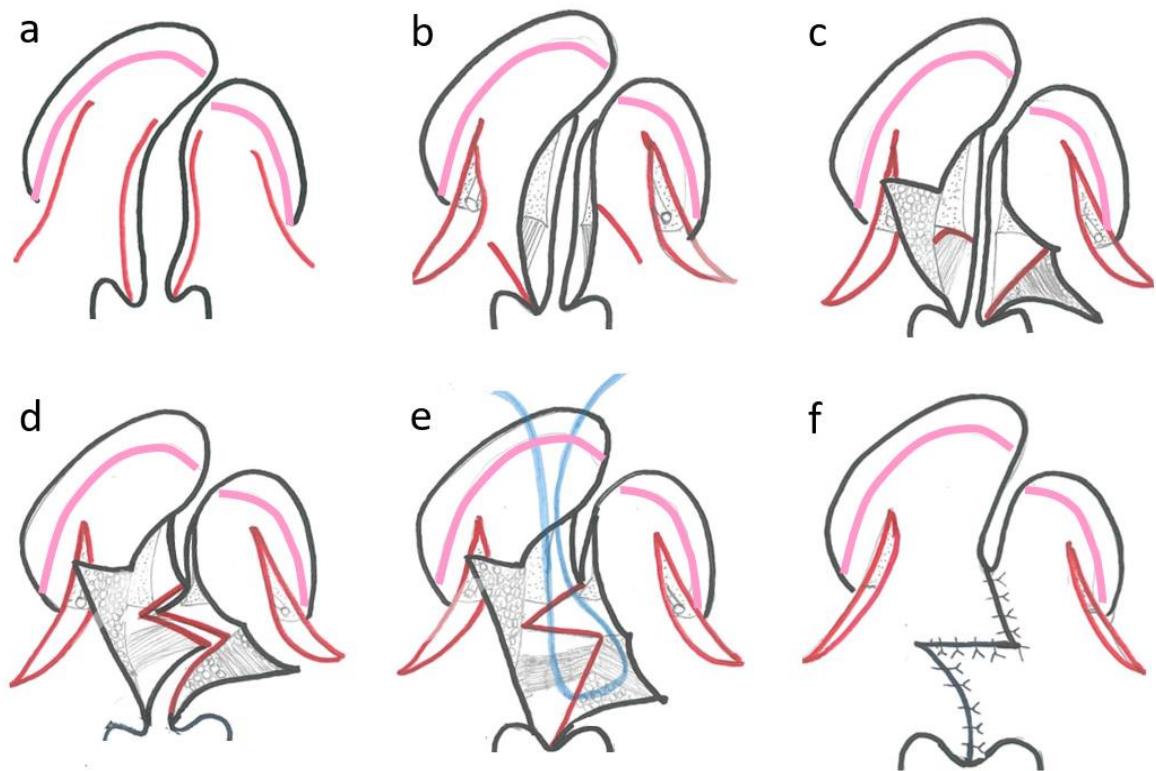


図3 Furlow法を用いた軟口蓋形成術の術式 (two-stage 法)

- a : 披裂縁切開、Langenbeck の減張切開を加える
- b : 切開部から剥離操作を行う
- c : 左側に口蓋帆拳筋を含んだ粘膜筋肉弁、右側に粘膜弁を形成する
- d : 鼻腔側、口腔側に互いに相対するZ形成を行う
- e : 鼻腔側の閉鎖を行い、口蓋帆拳筋を重ねて再建する
- f : 口腔側の閉鎖を行い、軟口蓋を延長する

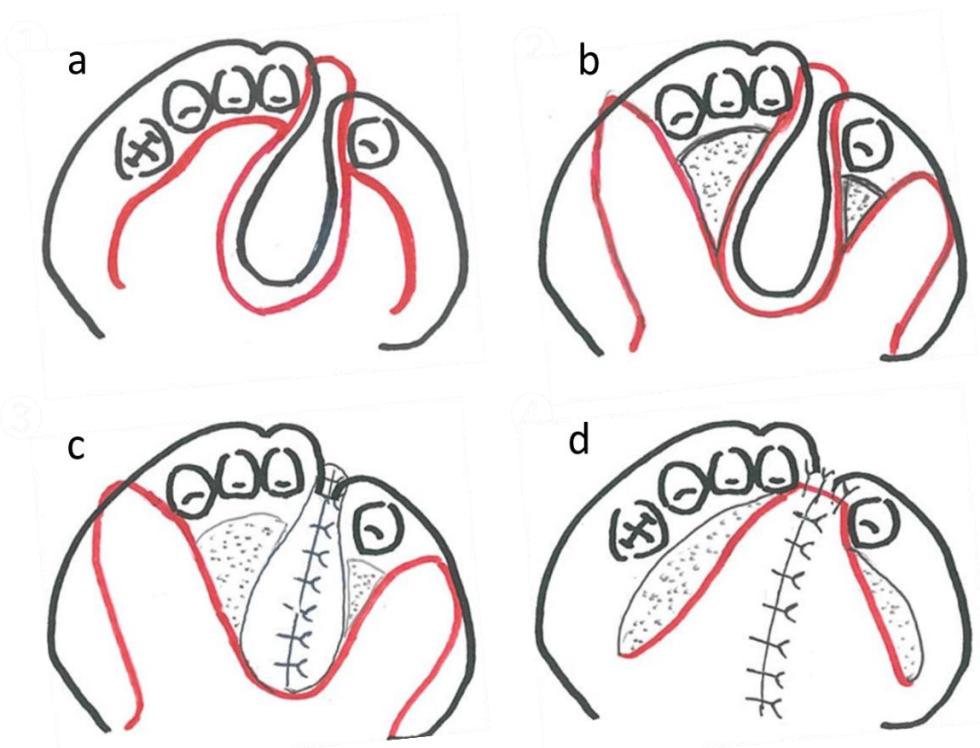


図4 LF法を用いた硬口蓋閉鎖術の術式

- a : 裂周囲に披裂縁切開を加える
- b : 粘膜骨膜弁を形成し、剥離操作を行う
- c : 鼻腔側の閉鎖を行う
- d : 口腔側の縫合を行い、裂を閉鎖する

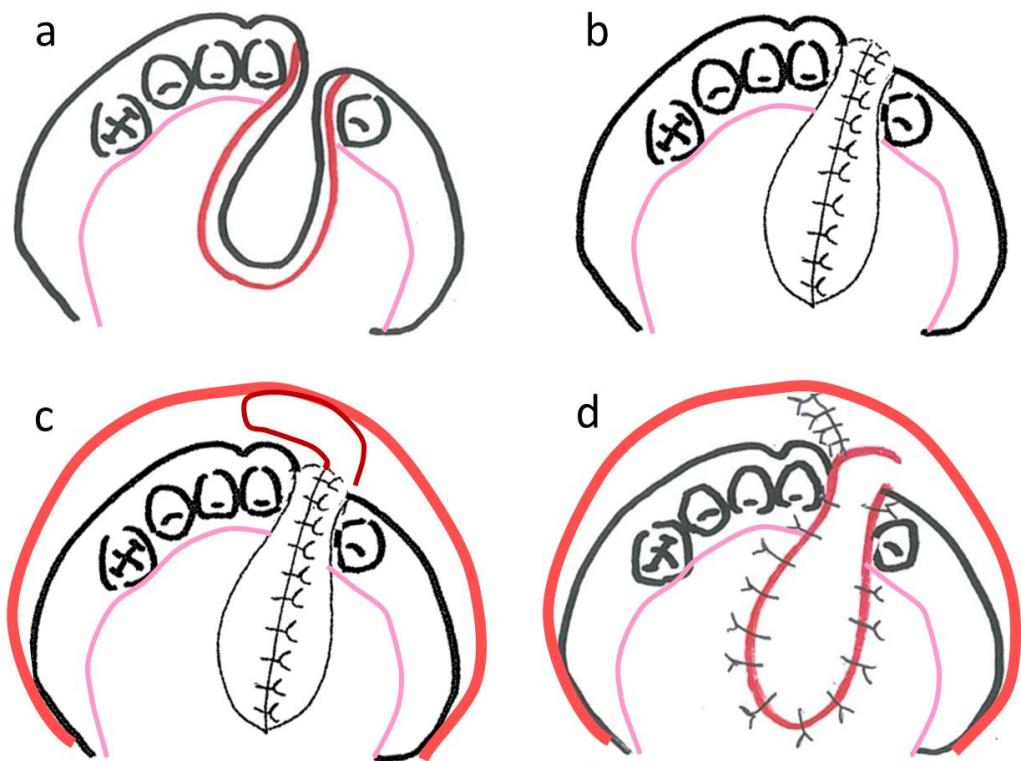


図 5 VF 法を用いた硬口蓋閉鎖術の術式

- a : 裂周囲に披裂縁切開を加える
- b : 鼻腔側の閉鎖を行う
- c : 口唇粘膜弁を形成する
- d : 口唇粘膜弁で裂の閉鎖を行う

	VF群 (n=96)	LF群 (n=67)	SYP群 (n=28)	PB群 (n=51)
性差	男	58	35	18
	女	38	32	15
裂側	左	61	51	20
	右	35	16	30
			8	21

表 1 研究対象の人数、性差、裂側

本研究の対象症例を示す。

手術法によって VF 群、LF 群、SYP 群、PB 群の 4 群に分けられている。

本研究では裂側や性差ごとの比較は行っておらず、4 群での比較検討を行っている。
どの群においても性別では男性が多く、裂側は左側が多い傾向にあった。

	VF群	LF群	SYP群	PB群	p 値
胎生週数(w)	39.5 ± 0.3	38.8 ± 2.4	40.1 ± 1.3	39.0. ± 1.4	0.23
出生体重(g)	3161.1 ± 509.9	3085.0 ± 383.2	3176.2 ± 468.3	3089.4 ± 427.7	0.06

表 2 出生時データ

それぞれの出生時データを示す。

Kruskal-Wallis test にて p<0.05 を有意差ありとした。

在胎週数は約 39 週 (39.3±1.2 週)、出生体重は約 3100 g (3126.5±452.7 g) であり、各群間での差は認められなかった。

	VF群	LF群	SYP群	PB群	p値
口唇形成(m)	3.4±0.7	3.3±0.9	3.3±0.8	3.3±0.8	0.65
one-stage法			14.4±1.2	14.2±1.9	0.62
口蓋形成(m)	軟口蓋形成(m)	11.4±1.3	12.3±2.5		0.08
two-stage法	硬口蓋閉鎖(m)	18.4±1.7	18.8±2.6		0.17

表3 手術時期

それぞれの手術時期を示す。

Kruskal-Wallis test および Student t-test にて p<0.05 を有意差ありとした。

口唇形成術は生後約 3 か月 (3.3±0.9 か月) に行われ、各群間での差は認めなかった。

口蓋裂手術は、一期的手術である PB 群、SYP 群は生後約 14 か月で軟口蓋、硬口蓋の閉鎖が行われ、早期二期的手術である VF 群、LF 群では生後約 12 か月で軟口蓋形成、生後約 18 か月で硬口蓋閉鎖が行われていた。口蓋裂手術の施行時期に各群間での差は認めなかつた。

	VF群	LF群	SYP群	BP群	p値
1歳印象(m)	11.7 ± 1.4	11.7±1.3	12.0±1.1	12.0±1.0	0.16
1歳6か月印象(m)	18.0±1.6	18.4±2.0			0.11
3歳印象(m)	38.7±3.4	38.9±4.6	38.3±3.7	38.7±4.3	0.85
5歳印象(m)	62.6±4.6	63.5±6.0	62.9±4.2	62.1±3.9	0.60
正面頭部X線撮影(m)	62.5±7.4	64.4±5.0			0.08

表4 研究資料採取時期

それぞれの資料採取を行った時期を示す。

Kruskal-Wallis test および Student t-test にて p<0.05 を有意差ありとした。

印象採得時期に各群間での差は認められなかった。

正面頭部 X 線規格写真の撮影時期に群間での差は認められなかった。

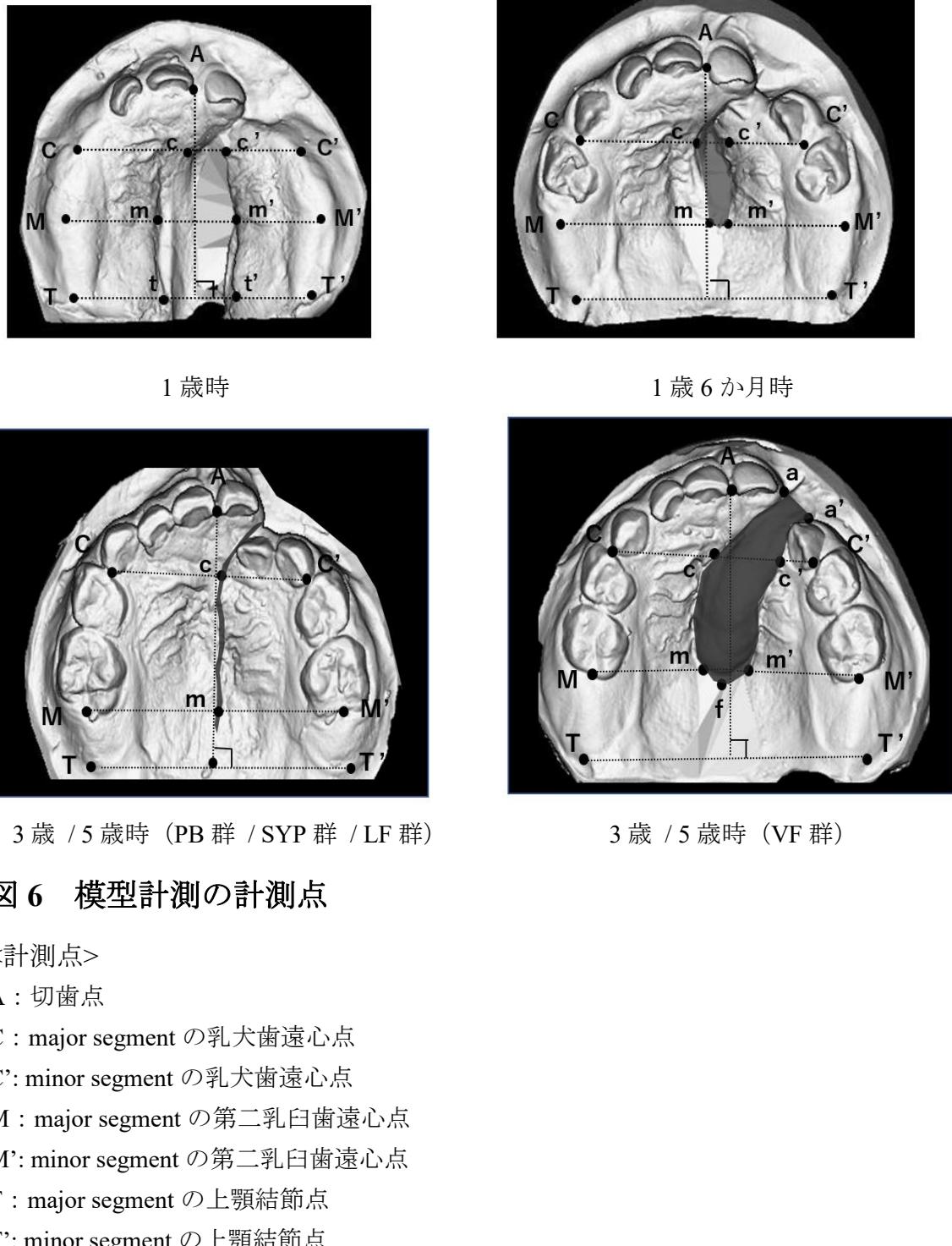


図6 模型計測の計測点

<計測点>

A : 切歯点

C : major segment の乳犬歯遠心点

C' : minor segment の乳犬歯遠心点

M : major segment の第二乳臼歯遠心点

M' : minor segment の第二乳臼歯遠心点

T : major segment の上顎結節点

T' : minor segment の上顎結節点

※乳犬歯未萌出の場合は犬歯窩点を C / C' とする。

第二乳臼歯未萌出の場合は、左右の最大歯槽幅径を示す点を結んだ線と同セグメントの歯槽頂線の交点を M / M' とする。

- a:口唇粘膜弁基部の major segment 側
- a':口唇粘膜弁基部の minor segment 側
- c/c':C-C'を結んだ直線が裂縫、瘢痕上、口唇粘膜弁辺縁を通る点
- m/m':M-M'を結んだ直線が裂縫、瘢痕上、口唇粘膜弁辺縁を通る点
- t/t':T-T'を結んだ直線が裂縫を通る点
- f:口唇粘膜弁の最端点

<計測項目>

- 裂幅 : cc' / mm' / tt'
- 長径 : A-TT'
- 幅径 : TT'
- 犬歯間距離 : CC' (健側 : Cc / 患側 : C'c')
- VF 群の Flap を含めた患側長 : C'c
- 臼歯間距離 : MM' (健側 : Mm / 患側 : M'm')
- VF 群の Flap を含めた患側長 : M'm

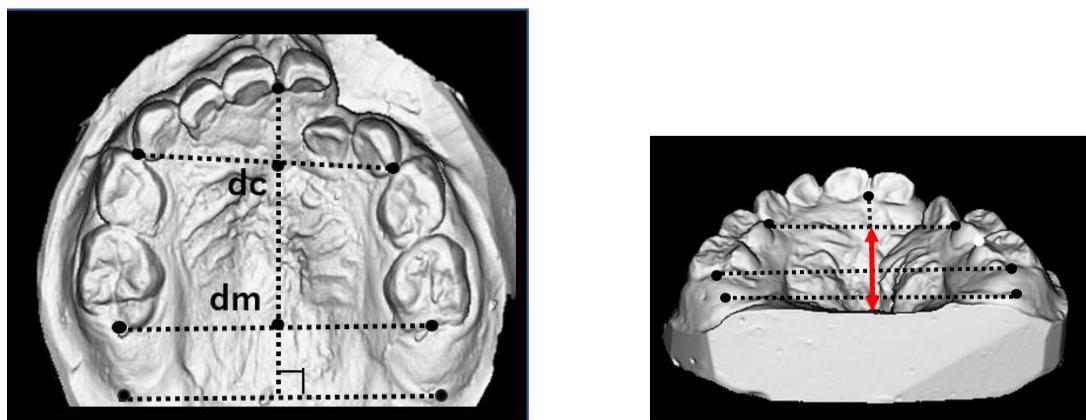
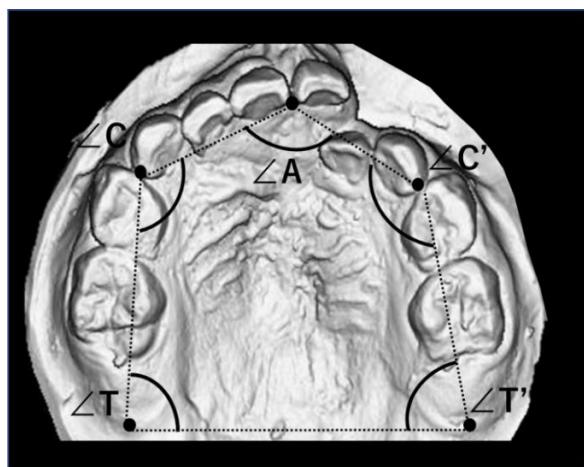


図 7 口蓋の深さ

- dc:犬歯部 (A-TT' と CC' の交点) における口蓋の深さ
- dm:臼歯部 (A-TT' と MM' の交点) における口蓋の深さ

※歯頸部の位置から口蓋の再深点までの深さとする。



$\angle T$: 健側後方セグメント角
 $\angle C$: 健側前方セグメント角
 $\angle A$: 切歯角
 $\angle C'$: 患側前方セグメント角
 $\angle T'$: 患側後方セグメント角

図 8 角度計測項目

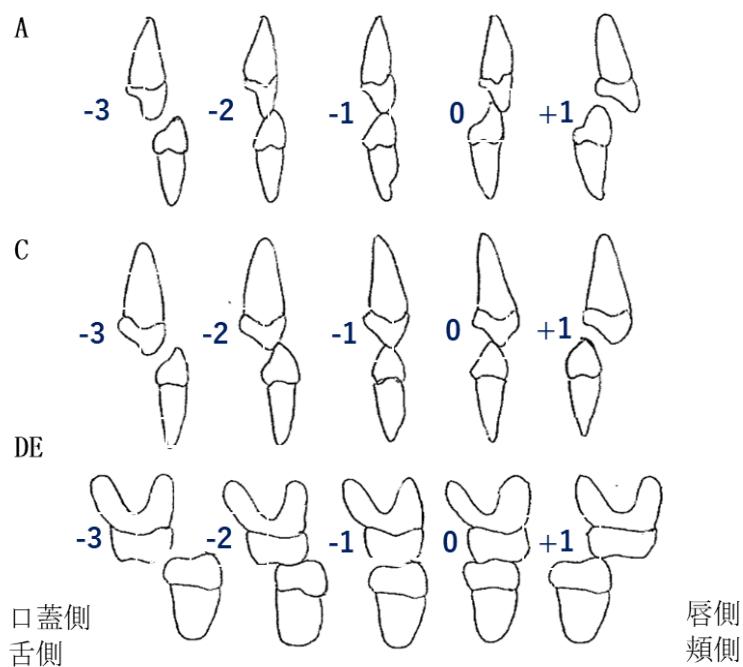


図 9 咬合評価

MHB (Modified Haddat / Bordenham) Index を用いた咬合評価を行った。
 頸裂の存在する B (B') を除いた全ての歯を-3 点から+1 点にスコア化し、その合計を MHB スコアとした。

		VF群	LF群	SYP群	PB群	p値
1歳時	cc'	6.62 ± 3.43	6.94 ± 2.96	6.50 ± 3.29	6.41 ± 2.16	0.59
	mm'	11.26 ± 3.23	11.83 ± 2.84	12.62 ± 3.74	12.56 ± 3.67	0.12
	tt'	12.87 ± 2.11	12.78 ± 2.63	12.46 ± 3.23	12.72 ± 2.88	0.67
1歳6か月時	cc'	4.28 ± 2.55	4.23 ± 2.00			0.90
	mm'	6.48 ± 3.16	6.38 ± 3.73			0.87

表 5 口蓋裂手術前の裂の幅の計測結果

口蓋裂手術前（1歳、1歳6か月時）の裂幅の測定結果を示す。

Kruskal-Wallis test および Student t-test にて $p < 0.05$ を有意差ありとした。

1歳時の cc' は平均 6.65 ± 3.0 mm、mm' は 11.85 ± 3.27 mm、tt' は 12.77 ± 2.55 mm であった。それぞれの群間に差は認められなかった。

また、1歳6か月時の cc' は 4.26 ± 2.32 mm、mm' は 6.44 ± 3.39 mm であった。

VF群、LF群の間に差は認められなかった。

		1歳	1歳6か月	3歳	5歳	p値
長径 A-TT'	VF群	25.52 ± 2.64	27.38 ± 3.11	30.11 ± 2.72	31.75 ± 3.65	**
	LF群	25.60 ± 1.66	27.49 ± 1.82	29.91 ± 2.21	31.65 ± 2.41	
	SYP群	26.16 ± 2.10		27.94 ± 2.47	30.19 ± 2.40	
	PB群	25.66 ± 2.21		27.02 ± 2.56	29.25 ± 2.44	
幅径 TT'	VF群	39.28 ± 2.53	38.58 ± 2.32	42.73 ± 2.56	44.69 ± 2.82	**
	LF群	38.34 ± 2.06	38.13 ± 2.61	41.20 ± 2.89	42.94 ± 3.20	
	SYP群	39.06 ± 2.12		39.15 ± 2.53	41.18 ± 3.37	
	PB群	38.96 ± 2.82		38.08 ± 4.42	40.30 ± 3.08	
犬歯間距離 CC'	VF群	39.28 ± 2.53	38.58 ± 2.32	42.73 ± 2.56	44.69 ± 2.82	**
	LF群	38.34 ± 2.06	38.13 ± 2.61	41.20 ± 2.89	42.94 ± 3.20	
	SYP群	39.06 ± 2.12		39.15 ± 2.53	41.18 ± 3.37	
	PB群	38.96 ± 2.82		38.08 ± 4.42	40.30 ± 3.08	
臼歯間距離 MM'	VF群	37.48 ± 2.03	37.91 ± 1.86	38.08 ± 2.37	38.44 ± 2.37	**
	LF群	37.78 ± 1.81	37.34 ± 1.94	35.41 ± 2.87	35.41 ± 2.93	
	SYP群	38.01 ± 2.31		32.75 ± 2.74	31.68 ± 2.99	
	PB群	37.32 ± 2.35		30.99 ± 4.40	30.79 ± 3.48	

p<0.05 * p<0.01 **

表 6 模型の計測結果

模型の計測結果（長径、幅径、犬歯間距離、臼歯間距離）を示す。

repeated measure two-factor ANOVA post-hoc Tukey-Kramer 法にて p<0.05 を有意差ありとした。

A-TT'は VF 群と PB 群、LF 群と PB 群の間に有意な差 (p<0.01) を認めた

TT'は VF 群が他の 3 群と比較して有意に大きい値 (p<0.01) を示していた。

また、LF 群と PB 群の間にも有意な差 (p<0.01) を認めた。

CC'は VF 群では他の 3 群と比較して有意に大きい値 (p<0.01) を示していた。

また、LF 群と PB 群、SYP 群と PB 群の間にも有意な差 (p<0.01) を認めている。

MM'は VF 群では他の 3 群と比較して有意に大きい値 (p<0.01) を示していた。

また、LF 群と SYP 群、LF 群と PB 群の間にも有意な差 (p<0.01) を認めている。

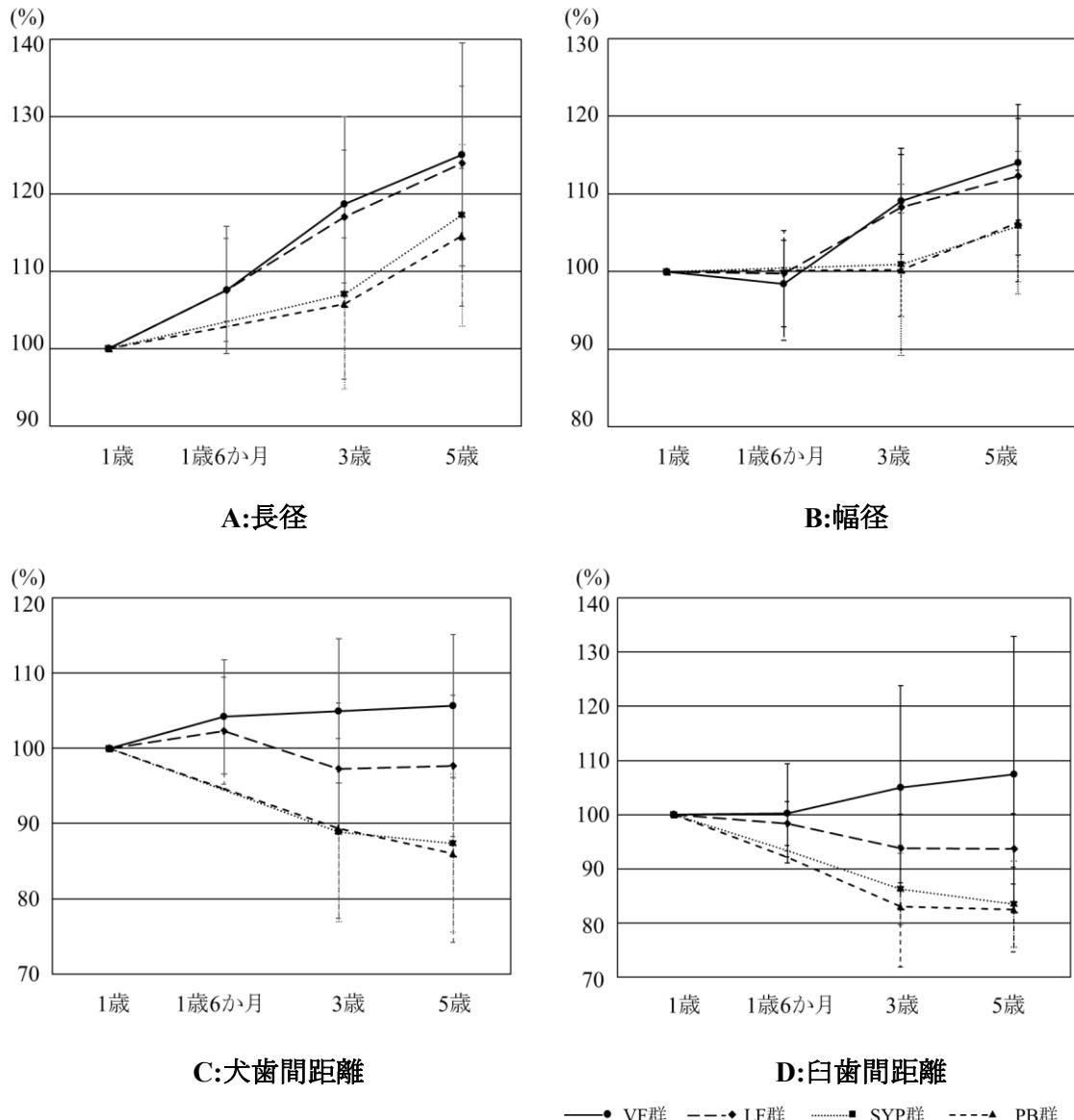


図 10 成長率

長径、幅径、犬歯間距離、臼歯間距離の1歳から5歳までの成長率のグラフを示す。グラフは、1歳時点の結果を100%とした場合の成長率を示している。

ATT'ではtwo-stage法とone-stage法で明らかな成長の差が見受けられた。

TT'ではtwo-stage法とone-stage法で3歳の時点で明らかな成長の差を認めた。

CC'/MM'ではone-stage法において、成長伴い徐々に狭窄が認められた。

LF群においてもone-stage法と比較すると軽度ではあるが1歳6か月以降、狭窄傾向を示していた。しかし、VF群は他群の様に狭窄傾向を示すことなく、良好な成長経過を迎っていた。

		予測される術後形態	3歳	5歳	p値
犬歯間	患側	VF群	14.82 ± 2.66	15.92 ± 2.16	0.53
		LF群	11.32 ± 1.98	12.02 ± 1.90	
	健側	VF群	16.32 ± 2.11	17.32 ± 2.03	0.92
		LF群	17.95 ± 1.73	18.92 ± 1.90	
臼歯間	患側	VF群	23.38 ± 3.20	23.43 ± 2.02	p<0.01 **
		LF群	16.91 ± 2.79	16.51 ± 3.59	
	健側	VF群	18.41 ± 2.23	18.79 ± 2.11	0.92
		LF群	19.62 ± 1.88	21.00 ± 2.18	

p<0.05 * p<0.01 **

表 7 予測された術後形態と 3 歳、5 歳時の患側、健側の計測結果

犬歯間距離、臼歯間距離を患側、健側に分けて計測（予測）した結果を示す。

repeated measure two-factor ANOVA post-hoc Tukey-Kramer 法にて p<0.05 を有意差ありとした。

術後の健側長は計測値-1.5 mm、口唇粘膜弁を含めた患側長は計測値+裂幅+1.5 mmと仮定した。

犬歯間では患側、健側の成長に有意差は認められなかった。

臼歯間では患側の成長に有意差 (p<0.01) を認めた。

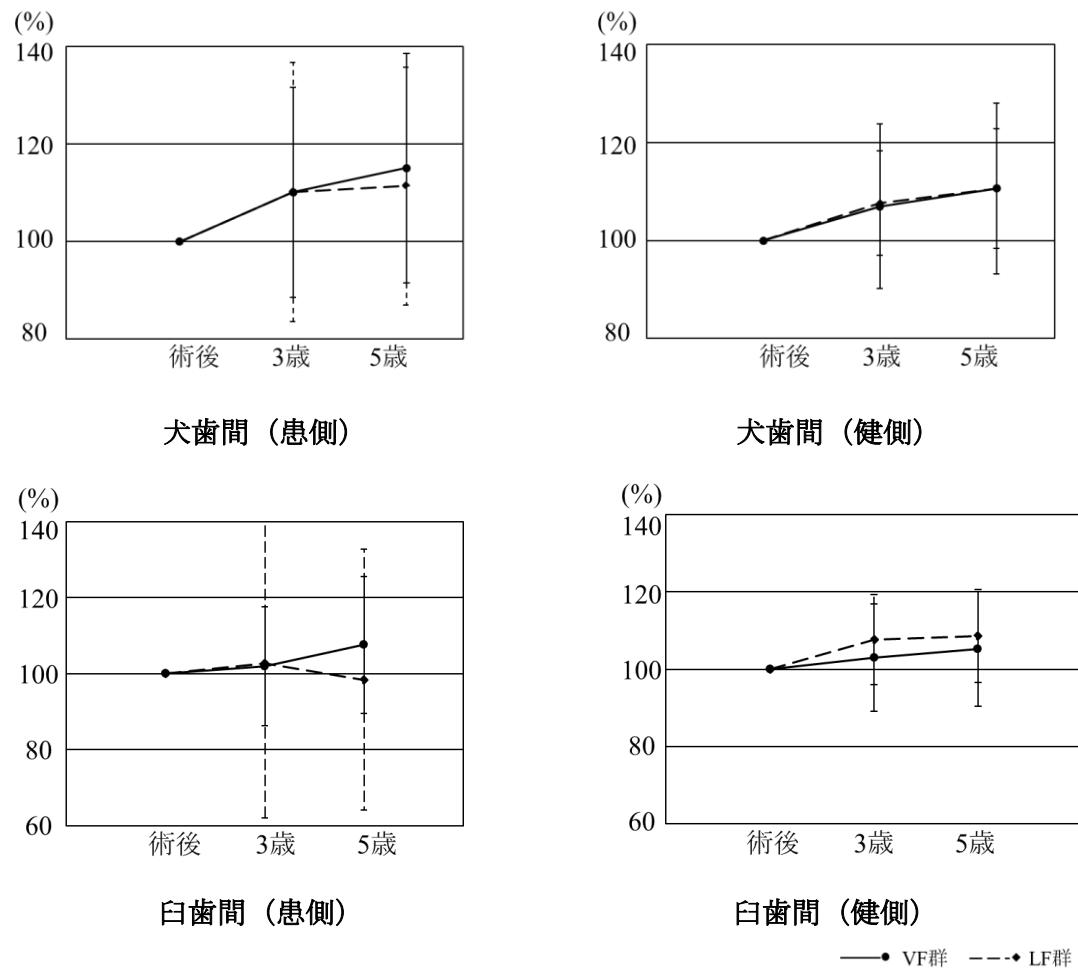


図 11 患側、健側の成長率

犬歯間距離、臼歯間距離の成長率を患側、健側に分けて示す。

犬歯間では有意差は認めなかったものの3歳以降、VF群の患側の成長が良好である傾向にあった。

臼歯間では患側に有意差 ($p<0.01$) を認め、3歳以降のVF群の患側の成長が良好であった。

		3歳	5歳	p値
犬歯部	VF群	5.77 ± 1.46	6.85 ± 1.78	0.11
	LF群	5.61 ± 1.31	6.20 ± 1.58	
	SYP群	4.94 ± 1.26	5.53 ± 1.55	
	PB群	4.64 ± 1.18	5.35 ± 1.49	
臼歯部	VF群	8.96 ± 1.38	9.72 ± 1.43	0.38
	LF群	8.93 ± 1.54	9.67 ± 1.57	
	SYP群	7.01 ± 1.54	7.61 ± 1.40	
	PB群	6.57 ± 1.25	7.39 ± 1.37	

表 8 口蓋の深さ

口蓋の深さ（犬歯部、臼歯部）の計測結果を示す。

repeated measure two-factor ANOVA にて $p < 0.05$ を有意差ありとした。

犬歯部、臼歯部ともに統計学的有意差は認められなかったものの、PB 群 < SYP 群 < LF 群 < VF 群の順であった。

		3歳	5歳	p値
健側後方 ∠M	VF群	78.1 ± 5.5	77.7 ± 5.6	0.55
	LF群	78.2 ± 5.8	77.9 ± 5.6	
	SYP群	76.7 ± 4.7	76.7 ± 4.7	
	PB群	73.8 ± 5.9	74.9 ± 6.5	
健側前方 ∠C	VF群	127.7 ± 7.0	127.1 ± 6.0	0.64
	LF群	125.5 ± 6.8	125.1 ± 8.6	
	SYP群	126.6 ± 8.5	123.6 ± 14.6	
	PB群	127.8 ± 10.0	127.8 ± 12.2	
切歯角 ∠A	VF群	120.4 ± 9.3	121.0 ± 10.6	0.77
	LF群	122.5 ± 10.0	120.6 ± 11.4	
	SYP群	118.9 ± 9.9	116.7 ± 8.4	
	PB群	124.6 ± 12.1	120.2 ± 10.5	
患側前方 ∠C'	VF群	139.4 ± 9.4	138.8 ± 12.2	* * * *
	LF群	141.2 ± 9.5	147.3 ± 11.5	
	SYP群	145.2 ± 10.2	146.3 ± 11.9	
	PB群	145.7 ± 12.2	146.5 ± 11.6	
患側後方 ∠M'	VF群	71.7 ± 4.9	71.0 ± 5.7	* * * *
	LF群	70.1 ± 5.6	67.3 ± 4.5	
	SYP群	67.2 ± 6.8	67.1 ± 6.8	
	PB群	66.8 ± 7.1	64.8 ± 7.1	

p <0.05 * p <0.01 **

表9 角度計測

角度計測の結果を示す。

repeated measure two-factor ANOVA post-hoc Tukey-Kramer 法にて p<0.05 を有意差ありとした。

健側後方セグメント、健側前方セグメント、切歯角にそれぞれの群間での差は認めなかった。

しかし、患側では前方セグメントの VF 群と LF 群、VF 群と SYP 群 (p<0.05)、VF 群と PB 群 (p<0.01) の間、後方セグメントの VF 群と LF 群 (p<0.05)、VF 群と SYP 群、VF 群と PB 群 (p<0.01) の間に有意な差が生じていた。

	1歳	1歳6か月	3歳	5歳	p値
表面積 (cm ²)	VF群	25.52 ± 2.64	27.38 ± 3.11	30.11 ± 2.72	31.75 ± 3.65
	LF群	25.60 ± 1.66	27.49 ± 1.82	29.91 ± 2.21	31.65 ± 2.41
	SYP群	26.16 ± 2.10		27.94 ± 2.47	30.19 ± 2.40
	PB群	25.66 ± 2.21		27.02 ± 2.56	29.25 ± 2.44

p<0.05 * p<0.01 **

表 10 表面積の計測結果

表面積の計測結果を示す。

repeated measure two-factor ANOVA post-hoc Tukey-Kramer 法にて p<0.05 を有意差ありとした。

VF 群は他群と比較して有意に大きい値 (p<0.01) を示していた。

また、LF 群と PB 群、SYP 群と PB 群の間にも有意な差 (p<0.01) を認めた。

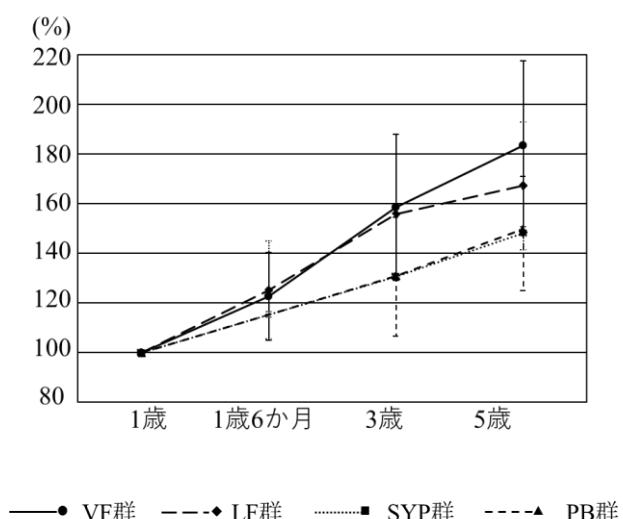


図 12 表面積の成長率

表面積の成長率をグラフで示す

3 歳の時点ですでに one-stage 群と、two-stage 群の間に大きな発育の差が生じており、3 歳以降では VF 群の成長が著しく良好であった

		1歳6か月	3歳	5歳	p値
患側	VF群	6.89 ± 1.21	8.88 ± 1.38	12.15 ± 1.48	$p < 0.01^{**}$
	LF群	6.69 ± 1.15	8.47 ± 1.29	9.13 ± 1.59	
健側	VF群	8.41 ± 1.68	13.13 ± 1.76	14.53 ± 1.88	0.92
	LF群	8.5 ± 1.53	13.59 ± 1.52	14.63 ± 1.62	

$p < 0.05^*$ $p < 0.01^{**}$

表 11 表面積の患側、健側ごとの計測結果

repeated measure two-factor ANOVA にて $p < 0.05$ を有意差ありとした。

患側の成長に有意な差を認めた。

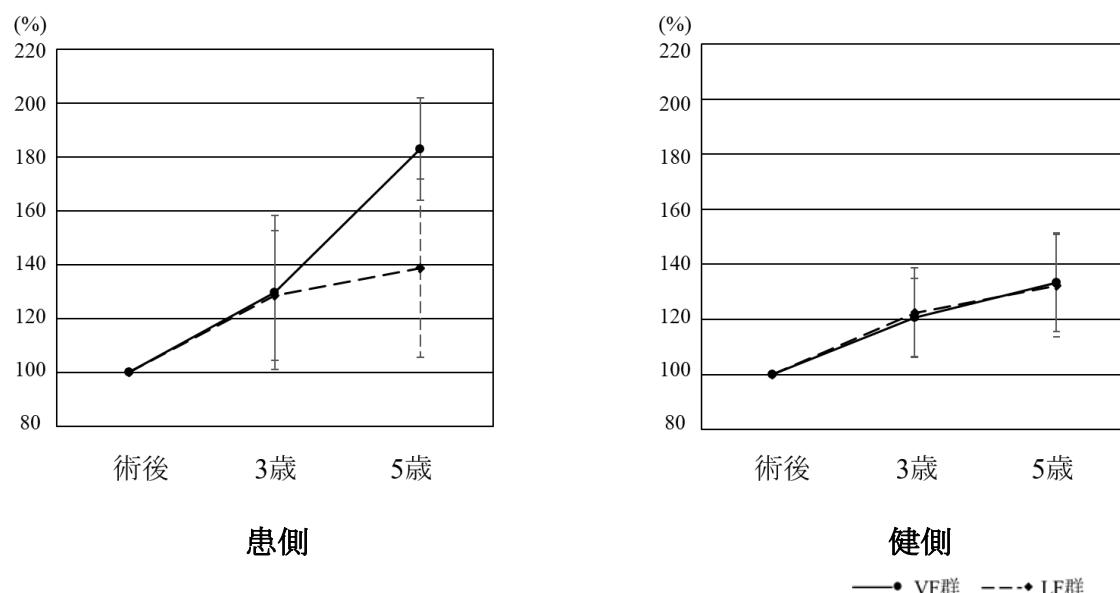


図 13 表面積の患側、健側ごとの成長率

犬歯間距離、臼歯間距離の成長率を患側、健側に分けて示す。

3歳以降、VF群の患側が著しく成長していることが分かった。

	3歳	5歳
aa'	5.70 ± 2.88	5.71 ± 1.86
cc'	7.56 ± 1.92	7.37 ± 1.93
mm'	9.04 ± 2.29	9.53 ± 2.70
f-aa'	22.63 ± 3.14	24.02 ± 3.39

表 12 口唇粘膜弁の計測結果

3歳、5歳の口唇粘膜弁の計測結果を示す。

犬歯部を除く全ての部位で口唇粘膜弁の拡大が認められた。

	上AA	下AA	p値
VF群	-0.26 ± 1.61	0.05 ± 0.86	1.04
LF群	-0.10 ± 1.70	0.12 ± 0.88	1.18

表 13 顔面正中に対する上下顎 AA' の偏位量の計測結果

顔面の正中性を基準とした際の上下顎 AA' 中点の偏位量の計測結果を示す。

Student t-test にて $p < 0.05$ を有意差ありとした。

VF 群 LF 群間に有意差は生じておらず、偏位が生じている症例においてもその程度はごくわずかであった。

	重み付きKappa値	Kappa標準誤差	95%信頼区画	
AxA	0.922	0.023	0.877	0.968
BxB	0.977	0.005	0.967	0.986
CxC	0.929	0.027	0.875	0.982

表 14 評価者内検定

評価者内検定の結果を示す。

重み付き kappa 係数（2次の重み付け）を用いて評価を行った。

結果は perfect agreement であった。

	重み付きKappa値	Kappa標準誤差	95%信頼区画	
AxB	0.941	0.014	0.913	0.969
AxC	0.923	0.015	0.893	0.953
BxC	0.917	0.016	0.886	0.948

表 15 評価者間検定

評価者間検定の結果を示す。

重み付き kappa 係数（2次の重み付け）を用いて評価を行った。

結果は perfect agreement であった。

	E	D	C	A	Total Score
VF群	-0.11 ± 0.02	-0.03 ± 0.42	-0.14 ± 0.54	-0.92 ± 0.97	-4.22 ± 3.28
LF群	-0.27 ± 0.58	-0.10 ± 0.42	-0.44 ± 0.79	-1.36 ± 0.91	-7.54 ± 3.13
PB群	-1.33 ± 0.85	-1.08 ± 0.79	-0.80 ± 1.11	-1.76 ± 0.71	-11.85 ± 3.70
	A'	C'	D'	E'	
VF群	-1.37 ± 1.07	-1.22 ± 0.89	-0.22 ± 0.52	-0.20 ± 0.56	
LF群	-1.60 ± 1.09	-1.88 ± 0.83	-0.97 ± 0.80	-0.84 ± 0.78	
PB群	-2.05 ± 0.75	-2.07 ± 0.93	-1.60 ± 0.80	-1.32 ± 0.84	

表 16 MHB Index

p<0.05 * p<0.01 **

1 齒ごとのスコアを示す。

Kruskal-Wallis test post-hoc Steel-Dwass 法にて p<0.05 を有意差ありとした。

Total Scoreにおいて VF 群が最も良好な値を示していた。VF 群と他群、LF 群と SYP 群に有意な差を認めた。

全ての歯において、VF 群が有意に高いスコアを示しており、全頸的に良好な被蓋関係を得ていることが分かった。

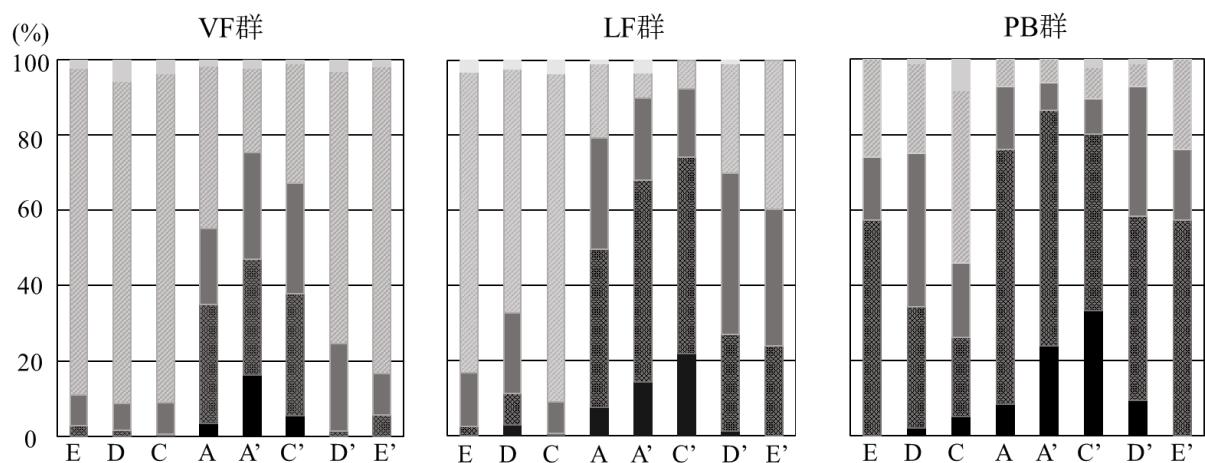


図 14 スコアの分布

それぞれの歯のスコアを術式ごとにグラフ化した。

どの症例も前歯部は反対咬合を呈しやすい傾向にあった。

臼歯部においては、VF群が両側ともに比較的正常咬合を呈しているのに対し、LF群は患側のみ反対咬合である症例が多く、PB群は両側ともに反対咬合となる症例が多かった。

+1	0] 正常咬合
-1	-2	
-3] 反対咬合	