

〔原著〕 松本歯学 38 : 22~29, 2012

key words : 片側性唇顎口蓋裂, 混合歯列期, 咬合力, 正面顔面形態

片側性唇顎口蓋裂患者の咬合力と 正面顎顔面形態の関連性について

富永 憲俊, 薄井 陽平, 倉田 和之, 荒井 敦,
竹尾 健吾, 楓 公士朗, 星野 正憲, 山田 一尋

松本歯科大学 歯科矯正学講座

Relationship between occlusal force and frontal craniofacial morphology in
patients with unilateral cleft lip and palate

Noritoshi TOMINAGA, Yohei USUI, Kazuyuki KURATA,
Atsushi ARAI, Kengo TAKEO, Koshiro KAEDE,
Masanori HOSHINO and Kazuhiro YAMADA

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Matsumoto Dental University

Summary

The purpose of this study was to evaluate the relationship between frontal craniofacial pattern and occlusal function in the unilateral cleft lip and palate patients before bone grafting. The relationship between frontal facial morphology and bite force was investigated by the handy type bite force meter and postero-anterior cephalograms. The relationships between the ratio in bite force of the cleft and the non-cleft sides and the ratios in the maxillary and mandibular bone widths, heights and angulations of the cleft and the non-cleft sides, and the mandibular deviation were analyzed.

1. The maximum bite force of the cleft side was significantly smaller than that of the non-cleft side.
2. The mandibular lateral deviation showed statistically significant correlations to the ratios of the mandibular bone width, and the maxillary, the occlusal, and the mandibular frontal plane angles.
3. The ratios of the maximum bite force between the cleft and the non-cleft sides showed statistically significant correlations to the ratio of the maxillary bone width between the cleft and the non-cleft sides.

These results suggested that the difference of bite force between the cleft and the non-cleft sides related the difference of frontal craniofacial morphology in the unilateral cleft lip and palate patients before bone grafting.

緒 言

唇顎口蓋裂患者における顎顔面形態の変形および不正咬合は、形成手術による直接的な上顎基底骨の成長抑制が原因であることが報告^{1)~3)}されており、正面顎顔面形態の形態的变化については正面頭部X線規格写真を用いて報告^{4)~7)}されている。

片側性唇顎口蓋裂患者の顎顔面形態については、成人について清水⁸⁾はMentonが患側に偏位することを報告し、朝日藤ら⁹⁾は、上顎基底骨の成長抑制により咬合平面と下顎下縁平面の傾斜が生じ、下顎が患側に偏位すると報告している。これらのことから、顎顔面形態が非対称であることは機能的にも非対称であることが推察される。一方、片側性唇顎口蓋裂患者の機能については乳歯列期の咬合力について、田中¹⁰⁾は患側の方が健側に比べ咬合力、咬合接触面積が有意に小さいと報告しているが、混合歯列期以降の片側性唇顎口蓋裂患者の咬合力については報告されていない。

そこで、本研究では混合歯列期の片側性唇顎口蓋裂患者の咬合機能と顎顔面形態との関連性を解明する一環として、顎裂骨移植前の片側性唇顎口蓋裂患者の患側と健側の最大咬合力と正面顎顔面形態の関連を検討した。

資料と方法

1. 被験者

被験者は、松本歯科大学病院矯正歯科に来院した唇裂および口蓋裂の閉鎖手術が施行され、顎裂部骨移植術施行前の片側性唇顎口蓋裂患者で、臼歯関係がAngleⅢ級で前歯部反対咬合を呈し、dental ageⅢAの男児18名(右側唇顎口蓋裂9名、左側唇顎口蓋裂9名)、平均8.6歳(7歳9ヵ月~10歳7ヵ月)を対象とした。これらの被験者は、唇顎口蓋裂以外、他に特記すべき先天異常や全身疾患の既往が認められない者を選んだ。

2. 計測装置

最大咬合力の測定には長野計器製作所製の簡易型咬合力計オクルーザルフォースメーターを用いた。これは、全体の長さ200 mm、幅30 mm、厚さ15 mm、重さ70 gで術者が手で握るハンドル部と被験者が咬み込む咬合力検出部とで構成された小型の装置である。咬合力検出部にはディス

ポーザルのプラスチックカバーを用いた。また、測定値はハンドル部に液晶表示される(図1)。

3. 測定方法

測定方法はUsui¹¹⁾の方法に準じ、被験者を診療用チェアに座らせ、自然な頭位で術者が咬合力センサーを上顎第一大臼歯に接触させた状態から、被験者に最大噛みしめを行わせた。測定回数は被験者に連続的に測定することを説明し、患側と健側でそれぞれ連続で10回予備測定した後、5回計測して本測定とした。また、測定間隔は休むことなく連続的に行った。

4. 正面顔面形態の評価

中心咬合位で撮影した正面セファログラムをトレースし、トレース上でSassouni¹²⁾による分析に準じ、lateroorbitale to lateroorbitare(眼窩縁と斜眼窩縁との交点を結んだ線Lo-Lo')を水平基準線Hとし、Hに対して篩骨鶏冠の中心を通る垂線を頭蓋の正中線Mとした(図2)。また、MとMenton(Me)間の水平的距離を下顎骨偏位量とし、偏位が患側にあるものを(+), 健側にあるものを(-)とした。これらを基準に以下の項目について計測した。

(1) 垂直距離計測項目(図2)

- 1) 上顎骨高: 水平基準線Hから患側, 健側の上顎第一大臼歯頰側歯槽骨頂部J, J'までの距離
- 2) 下顎骨高: 水平基準線Hから患側, 健側の下顎角部Go, Go'までの距離

(2) 水平距離計測項目(図2)

- 1) 上顎骨幅: 正中線Mから患側, 健側の上顎第一大臼歯頰側歯槽骨頂部J, J'までの距離
- 2) 下顎骨幅: 正中線Mから患側, 健側の下顎角部Go, Go'までの距離

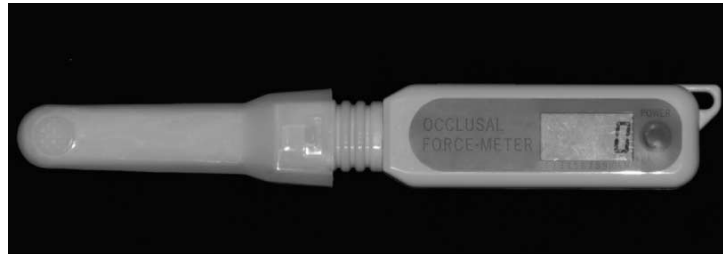
(3) 角度計測項目(図3)

1) 上顎大臼歯部歯槽骨頂傾斜角

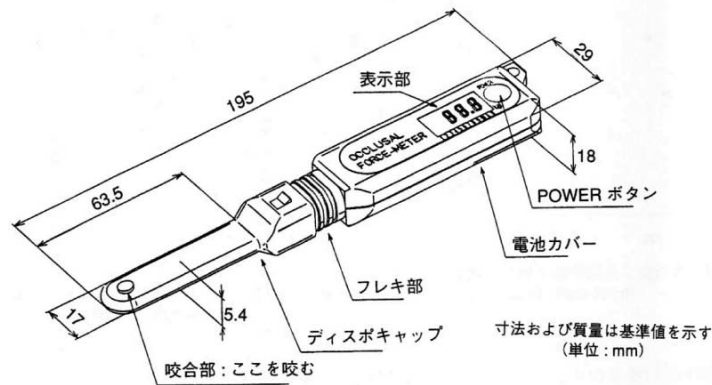
患側, 健側の上顎第一大臼歯頰側歯槽骨頂部J, J'を結んだ平面と水平基準面Hとのなす角度を上顎大臼歯部歯槽骨頂傾斜角とした。

2) 咬合平面傾斜角

患側, 健側の上下顎第一大臼歯の咬合面の中点Mo, Mo'を結んだ線分を咬合平面とし、水平基準面Hとのなす角度を咬合平面



(a)



(b)

図1: 簡易型咬合力計の写真 (a) と模式図 (b)

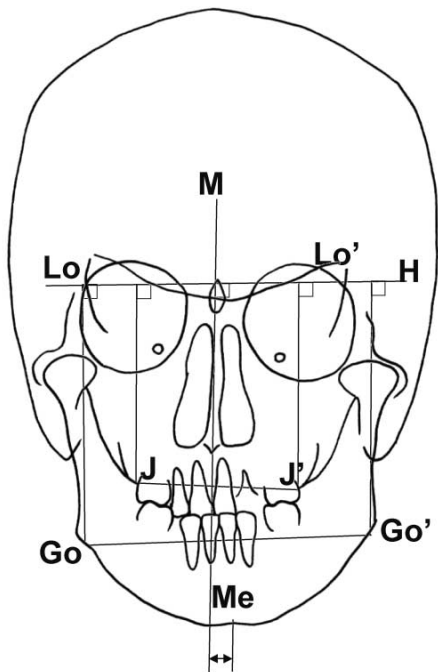


図2: 正面セファログラムの垂直距離, 水平距離計測項目
距離計測項目

- 上顎骨高: 点 J, J' と直線 H の長さ
- 下顎骨高: 点 Go, Go' と直線 H の長さ
- 上顎骨幅: 点 J, J' と直線 M の長さ
- 下顎骨幅: 点 Go, Go' と直線 M の長さ
- 下顎骨偏位量: Me と直線 M の長さ (破裂側を + とした)

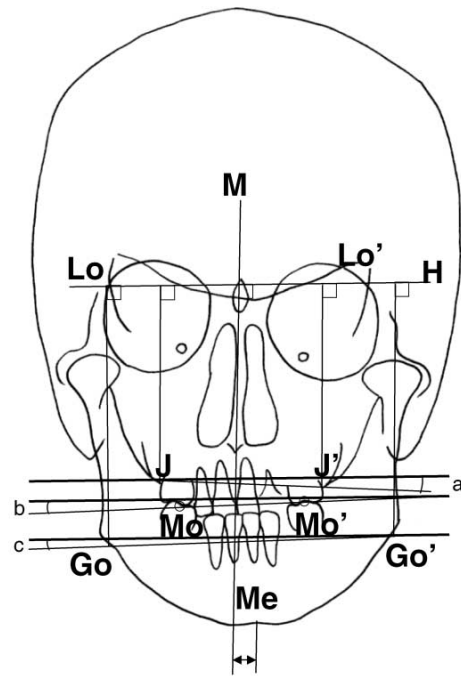


図3: 正面セファログラムの角度計測項目
角度計測項目

- a: 上顎大臼歯部歯槽骨頂傾斜角
- b: 咬合平面傾斜角
- c: 下顎角傾斜角
- 破裂側にむかって傾斜した場合を (+), 下方に傾斜した場合を (-) とした。

傾斜角とした。

3) 下顎角傾斜角

患側、健側の下顎角部 Go, Go'を結んだ平面と水平基準面 H とのなす角度を下顎角傾斜角とした。

これらの平面はそれぞれ患側に向かって傾斜した場合を (+), 健側に向かって傾斜した場合を (-) とした。

5. 患側、健側の咬合力の検討

患側、健側の咬合力の比較を paired t-test を用いて検定した。咬合力の大きい 9 人と咬合力の小さい 9 人の 2 群に分類し、患側側切歯の先天欠如と患側臼歯部交叉咬合の有無を χ^2 検定で比較した。また、患側、健側の咬合力の安定性、および患側臼歯部交叉咬合の有無に咬合力の安定性を 5 回の測定値の CV 値を用い、unpaired t-test 検定で検討した。有意水準は 5%以下を有意差ありと判定した。

6. 最大咬合力と正面顔面形態との関連性の検討

患側、健側の咬合力の比率(健側-患側/健側+患側)と正面顎顔面形態の距離計測値の比率(健側-患側/健側+患側)、角度計測、および下顎骨偏位量との関連を Pearson の相関係数を用い検定した。有意水準は 5%以下を有意と判定した。

表 1 : 患側と健側の最大咬合力の比較

	患側		健側		p
	Avg.	SD	Avg.	SD	
最大咬合力(kgf)	19.1	4.4	25.3	3.2	**

** : p < 0.01 (n = 18)

表 2 : 健側と患側の最大咬合力の CV 値比較

	患側咬合力 CV 値 (%)	健側咬合力 CV 値 (%)
平均値	5.3	4.6
SD	1.6	1.9
最大値	9.8	9.0
最小値	2.8	2.0

(n = 18)

表 3 : 患側臼歯部交叉咬合の有無と CV 値の比較

	交叉咬合有り (n = 9)		交叉咬合無し (n = 9)		p
	Avg.	SD	Avg.	SD	
患側咬合力 CV 値 (%)	5.2	1.0	5.3	1.8	N.S.

N.S. : Not significant

結 果

1. 患側、健側の咬合力

患側の咬合力は 19.1 ± 4.4 kgf, 健側の咬合力の平均値は 25.3 ± 3.2 kgf で、患側が健側よりも有意に小さい値を示した (表 1)。患側の CV 値は 5.3 ± 1.6, 健側の CV 値は 4.6 ± 1.9 と両側とも安定し、有意差を示さなかった (表 2)。患側の臼歯部交叉咬合の有無による CV 値の比較では、交叉咬合有り群 5.2 ± 1.0%, 交叉咬合無し群 5.3 ± 1.8% と両群間に有意差は認められなかった (表 3)。

2. 患側側切歯先天欠如と患側臼歯部交叉咬合の有無による患側咬合力への影響

患側の咬合力の大きさで 2 群に分けた患側側切歯先天欠如の比較では、咬合力の大きい群では患側側切歯先天欠如を示した人数は 5 名 (55.6%), 咬合力の小さい群で 8 名 (80.8%) で有意差を示さなかった (表 4)。患側臼歯部交叉咬合では、咬合力の大きい群では患側臼歯部交叉咬合を示した人数は 2 名 (22.2%), 咬合力の小さい群で 5 名 (55.6%) で、有意差を示さなかった (表 4)。

3. 下顎骨患側偏位量と正面顎顔面形態の関連 (表 5)

下顎骨患側偏位量は下顎骨幅の比率と有意な負

表 4 : 患側咬合力の大きさによると患側側切歯先天欠如、患側臼歯部交叉咬合の比較

	咬合力大きい群 (n = 9)		咬合力小さい群 (n = 9)		N.S.
	人数	比率 (%)	人数	比率 (%)	
患側側切歯先天欠如を含む	5 名	55.6%	8 名	88.9%	N.S.
患側臼歯部交叉咬合	3 名	33.3%	2 名	22.2%	N.S.

N.S. : Not significant

表 5 : 下顎骨患側偏位量と正面セファログラムの計測値との相関

正面顔面形態計測項目	下顎骨偏位量	p
上顎骨高の比率	0.367	N.S.
下顎骨高の比率	0.452	N.S.
上顎骨幅の比率	0.191	N.S.
下顎骨幅の比率	-0.702	**
上顎大臼歯部歯槽骨傾斜角	0.731	**
咬合平面傾斜角	0.632	**
下顎角傾斜角	0.796	**

** : p < 0.01 (n = 18)

N.S. : Not significant

表6: 咬合力の比率と正面セファログラムの計測値との相関

正面顔面形態計測項目	咬合力比率	p
上顎骨高比率	0.128	N.S.
下顎骨高比率	0.233	N.S.
上顎骨幅比率	0.694	**
下顎骨幅比率	-0.300	N.S.
下顎骨患側偏位量	0.393	N.S.
上顎大白歯部歯槽骨傾斜角	0.242	N.S.
咬合平面傾斜角	0.066	N.S.
下顎角傾斜角	0.077	N.S.

** : $p < 0.01$ (n=18)

N.S. : Not significant

咬合力の比率, 正面セファログラムの距離計測の比率は, (健側-患側)/(健側+患側)として算出した.

下顎骨偏位量は患側にあるものを(+), 健側にあるものを(-)とした.

角度計測は患側に傾斜した場合を(+), 下方に傾斜した場合を(-)とした.

の相関を示し, 上顎大白歯部歯槽骨傾斜角, 咬合平面傾斜角, 下顎角傾斜角と有意な正の相関を示した.

4. 患側, 健側の咬合力と正面顎顔面形態の関連 (表6)

患側と健側の咬合力と正面顔面形態の関連については, 患側と健側の咬合力の比率は上顎骨幅の比率と有意な正の相関を示した.

考 察

(1) 被験者

片側性唇顎口蓋裂患者の口唇, 口蓋に対する外科手術は, 近年, 審美, 形態, 構音回復のみならず, 顎の成長発育への配慮が検討されている. しかし, 未だ国内においても手術法, 時期に関して各施設間で統一をみていないのが現状である. したがって, 手術後の唇顎口蓋裂患者を研究対象とする場合, 外科的手術の影響を可及的に明確にするため, 手術法, 手術時期, 研究対象の背景を可能な限り統一する必要がある.

当科は信州大学付属病院を機軸とし, 診療手帳などを用いた甲信地区の口唇裂・口蓋裂治療のチームアプローチ¹³⁾を展開しており, 各専門分野の連携をより密に行えるような環境の整備が行われている¹⁴⁾.

今回, 対象とした片側性唇顎口蓋裂児は, 信州大学付属病院形成外科および長野県立こども病院形成外科にて生後3か月前後に口唇形成術, 生後

1歳前後に口蓋形成術が施行されている.

(2) 測定装置と測定方法

測定した最大咬合力は口腔単位としての顎を閉じる力, すなわち最大閉顎力¹⁵⁾と考えられる. 咀嚼機能は主として閉口筋群および開口筋群により営まれるが, 各筋の活動をそれぞれ把握し分析することは困難である. 従って, 本研究では咀嚼機能の総合的な機能の指標として最大咬合力を評価することとした. また, 本装置はハンディタイプの咬合力計であり, 臨床的にみて非常に簡便に使用可能であった¹⁶⁾. 通常咬合力は咬合接触面積に作用する力の大きさで表されるが, 今回の咬合力測定法では咬合接触面積を算出できないため, 上下の歯で咬んだ全圧を最大咬合力¹⁷⁾とし, 単位をkgfとした.

咬合力検出部の厚みは15mmで, 現在多く用いられている咬合圧感圧シートに比べると厚い. 従来型の感圧シートはセンサー部分が薄いため生理的咀嚼状態での計測となり筋力の他に歯の接触状態がより緊密に関連しているため咬合バランスや接触状態の検査には有用であるが, 各歯の接触状態による影響が大きく, 最大閉顎力としての最大咬合力の測定においては計測方法が複雑になると思われる. 上下顎間に物体が存在しない場合には最大咬合力を維持しようとしても筋電位は一過性に減少していくが, 物体(咬合力検出部)が存在する場合は顕著な漸減現象は認められないという報告¹⁷⁾がある. また, Morimotoら¹⁸⁾はウサギの脳皮質誘発性のリズムカルな顎運動中において, 上下臼歯間にポリウレタンシートの小片(厚さ2mm)を試料として挿入して咀嚼させると, 咀嚼力および咬筋活動が試料の硬さ, 厚さが増大するとともに増大し, 増大効果には歯根膜受容器および筋紡錘からの求心性情報が重要な役割果たすと報告している. つまり咀嚼力を増大させる要素として咀嚼試料の硬さや厚みがあると思われる. このことより従来型の感圧シートを用いた測定より本装置のセンサー部の厚み(15mm)のため咬合力が最大値を発揮しやすいと考えられた¹⁹⁾.

測定部位について, 咬合圧感圧シートを用いた測定では第二大臼歯部で咬合力が最大値を示したという報告²⁰⁾があるが, 本装置を用いた臼井¹⁶⁾は第一大臼歯部で最も大きい最大咬合力が認められ

たと報告しており、これは本装置のセンサー部と感圧シートの厚みの差による下顎位の違いが生じたためと考察している。本研究の被験者は第二大臼歯萌出前であることから、第一大臼歯を測定部位に選択したのは妥当であると考えられる。

測定回数について白井¹⁶⁾は、最大咬合力を100回測定した場合の推移は、測定初期に比べ中期以降では減少傾向にあり測定値も不安定だったと報告している。本研究のような機能検査において、被験者の筋の疲労、また被験者が低年齢であるため、装置に対する不安感などの心理的作用が測定値を変化させると考えられる。本研究で設定した測定回数は、最大咬合力を安定して測定するために最小限の咬合時における疲労と装置に対する不安感の緩和、また、日常臨床での測定方法を簡便化するという2点から、実用性が高いものと考えられる。

また、本研究の唇顎口蓋裂症例は前後的にはすべてAngleⅢ級で同一の条件であったが、水平的には交叉咬合が認められるものと認められないものが含まれていた。そこで、交叉咬合による測定時の咬頭の位置のずれによる測定器の感度の安定性を検討するために、患側に交叉咬合を含むものと含まないもので患側の咬合力のCV値を比較したところ、2群の間に有意差は認められなかったことから、本研究に用いた咬合力の測定値は安定していたものと推察された。

(3) 測定結果と正面顔面形態について

片側性唇顎口蓋裂患者は口蓋の患側が破裂しており、上顎骨には大きいsegment(健側)と小さいsegment(患側)に分けられる。また、口蓋形成手術後に歯列弓のcollapseが生じることが多いため、片側または両側の側方歯群が交叉咬合となる場合が多い。さらに、顎裂部位に歯の先天欠如や歯の口蓋側転位などが生じているため、健側と比べて患側の方が萌出歯の数が少ないことが多く、健側と患側に機能の相違が生じると推察される。しかし、本研究では患側の咬合力の大きさを2群に分け、患側側切歯先天欠如と患側臼歯部交叉咬合の有無を比較したが、咬合力の大きい群と小さい群で、患側側切歯先天欠如と患側臼歯部交叉咬合の有意差は見られなかったことから、本研究の被験者ではこれらの影響は無いと推察された。しかし、本研究の被験者数が少ないことか

ら、今後さらに検討が必要であると思われる。

本研究の患側と健側の咬合力の比較では、患側の咬合力が健側に比べ有意に小さい値を示した。田中¹⁰⁾は乳歯列期の唇顎口蓋裂患者を対象とし、デンタルプレスケールを用いて咬合力および咬合接触面積を測定した結果、患側の咬合力と咬合接触面積は健側に比較して有意に小さい値を示したことを報告している。本研究の混合歯列期の被験者でも歯槽に実質欠損を伴う患側が低い咬合力を示した。この結果は、片側性唇顎口蓋裂患者に対して従来から報告²¹⁾⁻²⁴⁾されてきた乳歯列期からすでに生じる上下顎歯列弓形態の不調和に付随する機能的な不調和を混合歯列期も継続していることを示している。

片側性唇顎口蓋裂患者の正面顔面形態については、朝日藤ら⁹⁾は成人を用いて検討し、下顎側方偏位の強い症例ほど上顎大白歯部頬側歯槽骨頂、下顎下縁平面角および咬合平面の傾斜は患側に向かい上向きで、その傾斜角も大きくなり、下顎角も上方に位置していると報告している。本症例でも、上顎大白歯部歯槽骨傾斜角、咬合平面傾斜角、下顎角傾斜角は下顎患側偏位量と有意な相関が認められ、正面顔面形態の特徴は朝日藤の報告と一致した。これは片側性唇顎口蓋裂患者では形成手術後の上顎骨の患側の垂直的成長が健側よりも劣位の傾向にあり、さらに上顎骨の形態に対応する形で下顎骨の傾斜が生じ、下顎骨側方偏位を起こしているものと推察された。

また、患側と健側の咬合力と水平的顔面形態の関連については、最大咬合力の患側と健側の比率は上顎骨幅の患側と健側の比率と有意な相関を示した。すなわち、上顎骨の患側の幅が狭いほど患側の咬合力は健側に比べ小さい値を示した。これは、片側性唇顎口蓋裂患者の顎裂骨移植前の上顎骨は大きいsegment(健側)と小さいsegment(患側)に分けられ、このsegmentの大きさの差により最大咬合力の差が生じている可能性が推察された。すなわち、顎裂部骨欠損により2つに分けられているため、最大咬合力発揮時に大きいsegment(健側)に比べ、小さいsegment(患側)は大きいひずみが生じ、十分に咬合力を発揮できないことによるものと推察された。

本研究は顎裂部骨移植前では上顎骨の患側の小さいsegmentが健側の大きいsegmentに比べ咬

合力が有意に小さく, その比率は上顎骨の水平的位置の差に関連することを示した. 現在, 顎裂部骨移植は低年齢で行われるようになってきていることから, 顎裂部骨移植後には機能性非対称も改善される可能性が推察される. 今後, 顎裂部骨移植後の咬合力についても検討が必要と考えられる.

結 論

顎裂部骨移植術施行前の片側性唇顎口蓋裂患者18名を対象に, 簡易型咬合力計を用いて咬合機能と正面顎顔面形態との関連性を検討し, 以下の結果を得た.

1. 患側の最大咬合力は健側よりも有意に小さかった.
2. 下顎骨患側偏位量は下顎骨幅の差および上顎大臼歯部歯槽骨傾斜角, 咬合平面傾斜角, 下顎角傾斜角と有意な相関を示した.
3. 患側と健側の最大咬合力の比率は, 患側と健側の上顎骨幅の比率と有意な相関を示した.

以上より, 顎裂部骨移植前の片側性唇顎口蓋裂患者の患側, 健側の咬合力は正面顎顔面形態と関連することが示唆された.

文 献

- 1) Mestre JC, Dejesus J and Subtelny JD (1960) Unoperated oral clefts at maturation. *Angle Orthod* **30**: 78-85.
- 2) Bishara SE, Krause CJ and Olin WH (1976) Facial and dental relationship with unoperated cleft of the lip and/or palate. *Cleft Palate J* **13**: 238-52.
- 3) 作田 守 (1978) 口蓋裂の基礎と臨床-顔面の成長中心に-. *日矯歯誌* **37**: 139-60.
- 4) Nakamura S, Savara BS and Thomas DR (1972) Facial growth of children with cleft lip and/or palate. *Cleft Palate J* **9**: 120-31.
- 5) Ishiguro K, Krogman NM and Mazaheri M (1976) A longitudinal study of morphological craniofacial patterns via P-A X-ray headfilms in cleft patients from birth to six years of age. *Cleft Palate J* **13**: 104-26.
- 6) Smahel Z and Brejcha M (1983) Difference in craniofacial morphology between complete unilateral cleft lip and palate in adults. *Cleft Palate J* **20**: 113-27.
- 7) Kirsten M and Erick D (1990) Asymmetry of Maxilla in children with complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate J* **27**: 184-90.
- 8) 清水善之 (1976) 正貌頭部 X 線規格写真法による片側性完全唇顎口蓋裂者の顔面頭蓋の形態学的検討-IVA 以降の女子について-. *九州歯誌* **29**: 788-99.
- 9) 朝日藤寿一, Hassan GS, 山田一尋, 森田修一, 花田晃治 (1994) 片側性口唇裂口蓋裂患者における下顎側方偏位と顎顔面形態の関連性について. *日口蓋誌* **19**: 241-8.
- 10) 田中みゆき (2003) 乳歯列完成期における片側性唇顎口蓋裂児の咬合機能に関する研究-咬合力, 咬合接触面積, 咬合圧について-. *小児歯誌* **41**: 172-80.
- 11) Usui T, Uematsu S, Kanegae H, Morimoto T and Kurihara S (2007) Change in maximum occlusal force in association with maxillofacial growth. *Ortho Craniofacial Res* **10**: 226-34.
- 12) Sassouni V (1953) Diagnosis and Treatment Planning Via Roentgenographic Cephalometry. *Amer J Orthod* **44**: 433-63.
- 13) 近藤昭二, 杠 俊介, 栗原三郎 (2005) 非都市部における口唇口蓋裂チームアプローチの体制作り. *日口蓋誌* **30**: 29-34.
- 14) 倉田和之, 村岡理奈, 富永憲俊, 杠 俊介, 近藤昭二, 山岡 稔, 山田一尋 (2009) 松本歯科大学病院矯正歯科における過去10年間の口唇裂・口蓋裂患者に関する実態調査. *日口蓋誌* **34**: 261-72.
- 15) 田部孝治 (1976) 咀嚼筋活動と顎・顔面形態に関する研究. *日矯歯誌* **35**: 239-54.
- 16) 白井暁昭, 佐藤陽一, 上松節子, 栗原三郎 (2001) 簡易型咬合力計の臨床への応用. *甲北信越矯歯誌* **9**: 67-74.
- 17) 坂口正雄, 小野伸幸, 鶴田浩昭, 吉池純一, 大橋俊夫 (1996) ハンディタイプ咬合力計の開発. *医用電子と生体工学* **34**: 52-5.
- 18) Morimoto T, Inoue T, Masuda Y and Nagashima T (1989) Sensory components facilitating jaw-closing muscle activities in the rabbit. *Exp Brain Res* **76**: 424-40.
- 19) 平林健彦 (1974) 種々な下顎位における咬合力に関する研究. *補綴誌* **18**: 337-60.
- 20) 山田一尋, 福井忠雄, 森田修一, 花田晃治, 河野正司, 山田好秋 (1997) 顎関節症を伴う不正咬合患者の側面顎顔面形態と咬合力の関連に関する研究. *顎機能誌* **4**: 59-65.
- 21) Swoskin BL (1957) Lower arch form in unilateral cleft palate. *Angle Orthod* **27**: 124-32.
- 22) 佐藤昌史 (1987) 乳歯列完成期の唇・顎・口蓋裂児の上下顎歯列形態および咬合状態に関する研究. *小児歯誌* **25**: 119-41.
- 23) 新庄信之, 滝澤良之, 柴崎好伸, 福原達郎 (1991)

片側性唇顎口蓋裂患者における口腔形態の検討-
特に歯列弓の形態, 対咬関係について-. 昭歯誌
11 : 242-54.

24) Amino S, Kondo S, Inoue M and Sasa R

(1999) Longitudinal study on changes of the
dental arch dimensions of Japanese boys with
cleft lip and/or palate : from Hellmans dental
stage IIA to IIIA. Ped Dent J 9 : 53-62.