原 著

片側性唇顎口蓋裂患者の補綴処置に関する研究

——連結範囲が咬合力負担能に及ぼす影響について——

鈴木 る り

東京医科歯科大学歯学部障害者歯科学教室（指導：大山喬史教授）

（1988年12月20日 受付）

Study on Prosthodontic Procedure for Patients with Unilateral Cleft Lip and Palate

——Effects of Various Extensions of Splint on Tooth-Borne
Ability of Teeth Adjacent to the Cleft——

Ruri Suzuki

The Department for Stomatognathic Dysfunction, Faculty of Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University
(Chief : Prof. Takashi Ohyama)

It is mandatory that the prosthodontic devices for the cleft palate patients not only prevent the relapse of the corrected arch and teeth by orthodontic and/or surgical intervention but also equilibrate the tooth-borne ability between the upper and the lower jaw.

The purpose of this paper is to set up a criterion for the extension of the splint from the point of the tooth-borne ability.

Four patients with unilateral cleft lip and palate were examined for the maximal biting force at the tooth adjacent to the cleft in each alveolar segment in the case of various extensions of the splints.

The findings were as follows ;

1. The maximal biting force increased significantly in every splint, compared with the non-splint.

2. The maximal biting force increased significantly in the splints where the neighbouring tooth in the same segment was involved, compared with that in the splints where only the tooth adjacent to the cleft was involved, even if the tooth in another segment increased in number for splinting.

3. The maximal biting force did not increase significantly in most splints where three teeth in the same segment were involved, compared with that in the splints where two teeth in that segment were involved.

I. 緒 言

唇顎口蓋裂は、上口唇、上顎歯槽突起、硬口

蓋、軟口蓋の一部あるいは全部にわたり裂がみられる先天異常で、外表奇形の中でも比較的高率に発生し、その日本人における発生率は、宮崎¹⁾に

よればおおむね400～500人に1人とされている。また、1981年から1982年の2年間の全国規模の調査では、発生率0.182%という報告もみられる²⁾。さらに赤坂³⁾の報告によれば、Caucasianにおける発生頻度は0.111%、American Negroで0.051%、日本人で0.190%であり、日本人は、黒人および白人に比べ、高頻度に発生している。

そして時間の経過とともに、きわめて多岐にわたる障害が生ずる。すなわち、哺乳障害、咀嚼・嚥下障害、言葉の障害、歯数・歯列・咬合の異常、顎顔面の発育異常・形態異常、上気道炎・中耳炎の誘発的罹患、聴力障害などがみられる。またこれらが原因で精神的・心理的障害を引き起こすこともある。したがって患者の治療には、小児科医、形成外科医、耳鼻咽喉科医、小児歯科医、歯科矯正医、口腔外科医、歯科補綴医、言語治療士さらに心理学者など、多方面にわたる専門家の有機的な連携が必要である。そして患者の出生時から成人に至るまで、一貫した総合治療と社会復帰への counseling まで含む体制としての team approach が望まれる^{1,4-10)}。

そして、外科および矯正処置の終了後行われる補綴処置は、審美的回復、機能的回復を目的とし、最終末処置として患者の社会復帰に果たす役割は大きい。

唇顎口蓋裂患者では、顎裂側の側切歯が高頻度で欠損しているため¹¹⁻¹³⁾、多くの症例で欠損補綴が必要である。また、顎裂部に近接する歯は形態異常や著しい傾斜を有することが多く^{11,13)}、歯周組織も脆弱であるため、それらに対する補綴の配慮が必要である。

さらに、外科および矯正治療により改善された maxillary segment および歯の collapse, relapse を阻止する補綴方法の導入が必要である^{1,5,7-11,14-19)}。

したがって、bridge, bar-attachmentといった一次スプリント、あるいは Konuskron system, clasp, 床といった二次スプリントによる補綴が選択される。

しかし、顎裂に対合する下顎は天然歯であるこ

とが多く、大きな負担能力をもっているのに対し、上顎の歯は、顎裂を含み脆弱な骨組織を支持組織としているので、大きな負担能力はもたない。ところが、補綴処置後の口腔内環境を長期的にわたり保つためには、上下顎の負担能力の差を可及的に小さくする必要がある、負担能力を増大させるうえで最も効果的な補綴方法として、bridge が第一選択される^{7-10,17)}。

しかし、連結範囲を広げ、支台歯数を増やすに従い、個々の歯のもつ生理的機能は損なわれてしまい、また平行な軸面を得るため、各歯牙の切削量が多くなるので、支台歯数は必要最小限にとどめることが望ましい。

従来は、連結固定の範囲に関して、relapse の阻止という観点から、外科および矯正治療による移動量や移動期間、保定期間などを考慮して決定されてきたが、咬合力の負担能力という観点からも考える必要がある^{7-10,17)}。

すなわち、上下顎の咬合力負担能の差を可及的に小さくする目的で上顎を連結固定するとき、連結範囲と負担能力とにどのような関係が存在するかを明らかにすることは、連結範囲を決める基準にかかわることであり、予後を予測するうえでもきわめて重要である。

しかし、その明確な根拠は与えられていないのが現状である。

そこで本研究では、片側性唇顎口蓋裂患者を対象とし、咬合力の負担能力という観点から、適正な連結範囲を決定する基準を見出す目的で、連結範囲を変え、咬合力を測定し、連結範囲が咬合力負担能に及ぼす影響について検討を加えた。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は東京医科歯科大学歯学部付属病院顎口腔機能治療部外来に来院した唇顎口蓋裂を有する患者4名で、外科および矯正治療が終了し、補綴処置開始前の者である。年齢は19～21歳の男性で、左側唇顎口蓋裂3名、右側唇顎口蓋裂1名である。

欠損歯および顎裂部位は表1に示す。

また、被験者の口腔内を図1～4に示す。

2. 実験装置

1) 咬合力計および記録計

咬合力の測定は、トランスデューサ部にフォイルストレンゲージを用いた咬合力計（日本光電社製MPM-2401型）を使用して行った（図5）。本

装置のロードセルは、直径14mm、厚さ4mmと比較的小さいが100kgまで計測可能であり、精度 $\pm 5\%$ 以内、温度変化0.2% full scale²⁰⁾、ヒステリシス0.15% full scale、非直線性0.85% full scaleである。

咬合力測定記録には三栄社製X-Yレコーダ8U26（精度 $\pm 0.25\%$ full scale）を使用した。

表1 被験者、欠損歯および顎裂部位

被験者	年齢	症 例	欠損歯	顎裂部位	備 考
A	21	L-CLP		1 } 3 2 } 3	2は口蓋側に転位
B	19	L-CLP	2	1 } 3 2 } 3	2は口蓋側に転位
C	21	L-CLP	4 1 2	1 } 3 2 } 3	2は口蓋側に転位
D	19	R-CLP	4 2 4	2 } 1

図3 被験者C

図1 被験者A

図4 被験者D

図2 被験者B

図5 咬合力計

2) 咬合力測定用アダプタ

咬合力測定に際しては、被験者に対して上顎には bridge の形態を模した連結範囲の異なるアダプタを10種、下顎には左右第一小臼歯間（第一小臼歯抜去の場合は第二小臼歯間）を固定したアダプタを、金属にて製作した。

以下にアダプタの製作法について述べる。

まず被験者の口腔内の印象を精密シリコーン印象材の Optosil® と Xantopren®（ともにバイエル社製）を用い、二回法にて採得し、メーカー指示の混液比（W/P=100/20）の超硬石膏（GC社製フジロック®）にて作業模型を製作した。作業模型の製作にあたっては、石膏を印象に注入後、24時間以上経過した後、印象から模型を撤去し、通法どおりトリミングを行った。

次に、咬合器上での作業を口腔内に確実に再現させるため、Denar 社製 スライド マチックフェイスボウによりフェイスボウトランスファーを行い、上顎模型を咬合器（Denar Mark II）に超硬石膏にてマウントした。咬合採得記録に従って、下顎の模型をマウントした。

アダプタの上面（ロードセル設置面）は、ロードセルに可及的に垂直に力がかかるように、長谷川²¹⁾の方法に従い、上下顎の咬合平面のなす角度の二等分線に平行となるようにした。アダプタの歯牙部分が口腔内で良好に適合するよう、サベイレイン上に辺縁を設定した。

アダプタ上面は Kulzer 社製 Paravit G® を厚さ1mmの板状にしたものを用い、それ以外の部分は GC 社製 violet inlay wax®によりワックスアップし、通法どおり埋没し、銀合金にて铸造した。

なお、各測定部位での基準値として個歯咬合力を測定するため、被験歯に個歯咬合力測定用アダプタも製作した。

3. 実験方法

1) 咬合力測定用アダプタの口腔内装着

上下顎のアダプタを被験者の歯列上に、セメント（GC 社製 Propack®）を用いて固定した。

2) 下顎位の再現

上下顎間で発現される咬合力は、測定時の下顎位によって変化することが知られている^{20,22)}。したがって、咬合力測定時には下顎位を一定に保つ必要がある。そのため、下顎の咬合力測定用アダプタに金属板を固定し、上顎にはアダプタとは別個に、先端に凸部のついた金属板とそれを口腔内に維持するためのレジン製の床を製作した（図6）。以下これを下顎位再現機構と呼ぶことにする。

測定に先立ち、被験者に数回のタッピングを行わせ、習慣性閉口路上で下顎位を下顎アダプタに設置された金属板上に記録し、測定は常にその下顎位で行った。

3) ロードセルの定位

同一被験者においては、すべての測定で同一の下顎アダプタを使用した。

下顎アダプタ上に即時重合レジンにてガイドを付与し、ロードセルの位置が常に一定となるようにした。

4) 咬合力の測定

(1) 被験歯

被験歯は、顎裂に隣在するすべての歯とした。

(2) 連結範囲

連結範囲は、顎裂をはさみ、各 segment で1歯から3歯までとした。

すなわち、large segment の被験歯1歯につき small segment の連結歯数が1歯から3歯までのもの3種、さらに large segment の連結歯数を2歯、3歯と増やした場合のおのおのについて同

図6 上顎アダプタおよび下顎位再現機構の上顎部分

様に small segment の連結歯数が1歯から3歯までのもの3種ずつとし、個歯咬合力測定用アダプタも含め計10種の上顎アダプタを製作した。

被験歯、連結範囲、およびアダプタの種類は表2に示す。

(3) 咬合力の測定と記録

咬合力の記録は、被験者を歯科用ユニットにすわらせ、頭部を安頭台で軽くささえ、被験者のフランクフルト平面が床と平行となるような姿勢で行った。測定に先立ち、咬合力計のゼロ点が温度により変化することから、被験者の口腔内に数十秒から1分ほどロードセルを保持し、ゼロ点が安定した状態で、咬合力計と記録計のキャリブレーションを行った。

測定は、数回のタッピングにより咬合位を学習させた後に行った。

まず、咬合位の再現機構に従って、下顎のアダプタ上に置かれたロードセルをゆっくりとかみしめさせた。1回のかみしめ時間は約3秒とし、その間の最大値を測定値とした。さらに約5秒の休憩をはさみ、5回測定し、その平均値を咬合力値とした。

測定部位および連結範囲を変えるごとに、筋の疲労回復を考慮して、約3分間の休憩をとらせた。

なお、同一被験者における測定は、すべて同日内に行った。

図7に測定時の状態を、図8にそのシェーマを示す。

咬合力測定値は、X-Yレコーダを用い、紙送り速度5 mm/secで記録し、値の読み取りは、記録紙上で1/2 mm まで、すなわち full scale 25

表2 各被験者における被験歯、連結範囲およびアダプタの種類

被験者	症 例	被験歯	連 結 範 囲	ア ダ プ タ の 種 類
A	L-CLP	1 3	2 1 1 3 4 5	個歯 (1, 3), 1・3, 1 1・3, 1・34, 1 1・34, 2 1 1・3, 1・345, 2 1 1・34, 1 1 1・345, 2 1 1・345
B	L-CLP	1 3	3 1 1 3 4 5	個歯 (1, 3) 1・3, 1 1・3, 1・34, 1 1・34, 3 1 1・3, 1・345, 3 1 1・34, 1 1 1・345, 3 1 1・345
C	L-CLP	1 3	4 3 1 3 4 5	個歯 (1, 3) 1・3, 3 1・3, 1・34, 4 3 1・3, 1・345, 3 1・34, 3 1・345, 4 3 1・34, 4 3 1・345
D	R-CLP	2 1	5 3 2 1 1 3	個歯 (2, 1) 2・1, 3 2・1, 2・1 1, 5 3 2・1, 3 2・1 1, 2・1 1 3, 3 2・1 1 3, 5 3 2・1 1, 5 3 2・1 1 3

・は顎裂を示す

図7 口腔内に装着された咬合力測定用アダプタ、下顎位再現機構および咬合力計ロードセル

図8 下顎位再現機構および咬合力測定用アダプタ

kg で 0.05 kg, 50 kg で 0.1 kg まで行い, 小数点以下 1 桁までを測定値とするため, 25 kg の場合, 小数点以下 2 桁を四捨五入した。

Ⅲ. 結 果

1. 被験者 A (表 3, 4, 図 9)

被験者 A の顎裂に隣在する歯 (被験歯) において発現される咬合力値の平均値, 標準偏差 (S.

表 3 測定結果 (被験者 A)

1			3		
変化率 %	C.V.	平均値 kg [S.D.]	連結範囲	平均値 kg [S.D.]	変化率 %
100.0	0.11	6.82 [0.76]	個歯	16.16 [1.27]	100.0
143.7	0.06	9.80 [0.54]	1・3	20.32 [2.11]	125.7
208.8	0.09	14.24 [1.35]	1・1・3	21.36 [1.38]	132.2
156.3	0.10	10.66 [1.03]	1・3・4	28.52 [2.36]	176.5
271.3	0.04	18.50 [0.76]	2・1・1・3	23.42 [0.65]	144.9
151.0	0.12	10.30 [1.32]	1・3・4・5	28.84 [1.13]	178.5
260.3	0.09	17.75 [1.67]	1・1・3・4	29.83 [1.56]	184.6
269.8	0.06	18.40 [1.10]	2・1・1・3・4	28.83 [1.52]	178.4
268.3	0.08	18.30 [1.51]	1・1・3・4・5	30.46 [1.74]	188.5
276.8	0.11	18.88 [2.06]	2・1・1・3・4・5	29.93 [1.19]	185.2

D.), 変動係数 (C. V.), 変化率 (被験歯の個歯咬合力を 100 とする) を, 表 3 に示す。

連結範囲による被験歯の咬合力値の変化を明確にするため, 変化率から 100 を引いた値を増加率としてグラフに表したものが図 9 である。

グラフの上の数字は増加率を, 歯式はそれぞれの segment での連結範囲を示す。

各測定値間の平均値の差の検定 (t 検定) の結果を表 4 に示す。

Large segment の被験歯の個歯咬合力は 6.82 kg で, 連結した場合すべて大きくなり, 各 segment 1 歯ずつを連結した場合, 最小値 9.80 kg を示し, また各 segment 3 歯ずつを連結した場合, 最大値 18.88 kg を示した。

Small segment の被験歯の個歯咬合力は 16.16 kg で, large segment の被験歯同様, 連結した場合すべて大きくなり, 各 segment 1 歯ずつを連結した場合, 最小値 20.32 kg を示し, large segment 2 歯, small segment 3 歯を連結した場合, 最大値 30.46 kg を示した。

被験歯別の増加率を比べると, large segment の被験歯の方が small segment の被験歯に比べ, 総じて増加率は大きい。それぞれの最大値を比べると, 前者は 176.8% で後者の約 2 倍となった。

非被験歯側 1 歯から, 被験歯側で連結範囲を延

表 4 有意差の検定 (被験者 A)

$$P < 0.01 \left\{ \begin{array}{l} \underline{1}; \star \\ \underline{3}; \star \end{array} \right. \quad P > 0.5 \left\{ \begin{array}{l} \underline{1}; \diamond \\ \underline{3}; \diamond \end{array} \right.$$

	<u>1・3</u>	<u>1・1・3</u>	<u>1・3・4</u>	<u>2・1・1・3</u>	<u>1・3・4・5</u>	<u>1・1・3・4</u>	<u>2・1・1・3・4</u>	<u>1・1・3・4・5</u>
<u>2・1・1・3・4・5</u>	☆ ★	☆ ★	☆	◇ ★	☆	◆	◇	◇ ◆
<u>1・1・3・4・5</u>	☆ ★	☆ ★	☆	◇ ★	☆	◆	◇	
<u>2・1・1・3・4</u>	☆ ★	☆ ★	☆ ◆	◇ ★	☆ ◆			
<u>1・1・3・4</u>	☆ ★	☆ ★	☆	★	☆			
<u>1・3・4・5</u>		☆ ★	◇ ◆	☆ ★				
<u>2・1・1・3</u>	☆	☆	☆ ★					
<u>1・3・4</u>		☆ ★						
<u>1・1・3</u>	☆							

* 個歯ではすべての場合と有意差あり

図9 咬合力の増加率

長した場合, large segment の被験歯では, 咬合力の有意な増大が認められた。しかし, small segment で延長した場合では, 1 歯から 2 歯の延長で, 増加率は 25.7% から 76.5% となり, 咬合力の有意な増大が認められたものの, 2 歯から 3 歯に延長しても, 咬合力に差は認められなかった ($P > 0.5$)。

一方, 被験歯 1 歯から, 非被験歯側へ連結歯数を 1 歯, 2 歯, 3 歯と増加していても, 咬合力に有意な増大はみられなかった。

被験歯側の segment の連結歯数が 1 歯のみの場合と 2 歯以上の場合とを比べると, 咬合力は後者の方で有意な増大が認められた。

すなわち, large segment の被験歯の増加率は, small segment へ 1 歯, 2 歯, 3 歯と延長しても, 43.7~56.3% であったのに比べ, 2 歯以上では増加率は 108.8~176.8% となり, 被験歯側 2 歯以上のすべての場合の咬合力は, 被験歯側 1 歯のすべての場合の咬合力に比べ, いずれも有意な増大が認められた。また連結範囲が large segment で 2 歯以上の場合, large segment 2 歯, small segment 1 歯の場合と, large segment 3 歯, small segment 1 歯の場合とを比べると, 後者の方に, 有意な増大が認められた。しかし,

連結総歯数が 4 歯以上の場合で, large segment の連結歯数を 2 歯以上とすると, 連結歯数を増加しても, 咬合力の有意な増大はみられなかった。さらに, 連結総歯数が 5 歯以上では, 咬合力に差は認められなかった ($P > 0.5$)。

一方 small segment の被験歯では, small segment の連結歯数 1 歯では, 増加率が 25.7~44.9% であったが, 2 歯以上とすると 76.5~88.5% と増加率は 2 倍程度まで大きくなり, 被験歯側 2 歯以上のすべての場合の咬合力は, 被験歯側 1 歯のすべての場合の咬合力に比べ, いずれも有意な増大が認められた。しかし, small segment の連結歯数が 2 歯以上の範囲では, 連結歯数を増加しても咬合力に有意な増大はみられなかった。

2. 被験者B (表 5, 6, 図10)

被験者Bの顎裂に隣在する被験歯において発現される咬合力値の平均値, 標準偏差, 変動係数, 変化率を表 5 に, 増加率を図10に示す。

各測定値間の平均値の差の検定 (t 検定) の結果を表 6 に示す。

Large segment の被験歯の個歯咬合力は 10.86 kg で, 連結した場合すべて大きくなり, 各 segment 1 歯ずつを連結した場合, 最小値 15.72 kg を示し, 各 segment 3 歯ずつを連結した場合,

最大値 25.72 kg を示した。

Small segment の被験歯の個歯咬合力は 10.60 kg で、large segment の被験歯同様、連結した場合すべて大きくなり、large segment 3 歯、small segment 1 歯を連結した場合、最小値 17.02 kg を示し、large segment 3 歯、small segment 2 歯を連結した場合、最大値 24.86 kg を示した。

被験歯別の増加率を比べると、増加率の最大値

表 5 測定結果 (被験者 B)

1				3			
変化率 %	C.V.	平均値 kg [S.D.]	連結範囲	平均値 kg [S.D.]	C.V.	変化率 %	
100.0	0.08	10.86 [0.90]	個歯	10.60 [0.72]	0.07	100.0	
144.8	0.05	15.72 [0.85]	1・3	17.22 [1.32]	0.08	162.5	
232.6	0.05	25.26 [1.15]	1 1・3	17.34 [0.89]	0.05	163.6	
186.0	0.06	20.20 [1.24]	1・3 4	22.54 [1.85]	0.08	212.6	
228.4	0.06	24.80 [1.45]	3 1 1・3	17.02 [0.45]	0.03	160.6	
188.2	0.02	20.44 [0.40]	1・3 4 5	24.80 [0.64]	0.03	234.0	
233.7	0.04	25.38 [1.09]	1 1・3 4	21.68 [1.41]	0.07	204.5	
225.2	0.07	24.46 [1.71]	3 1 1・3 4	24.86 [1.91]	0.08	234.5	
236.5	0.04	25.68 [1.04]	1 1・3 4 5	23.30 [1.17]	0.05	219.8	
236.8	0.05	25.72 [1.37]	3 1 1・3 4 5	24.64 [0.86]	0.03	232.5	

は、large segment の被験歯で 136.8%，small segment の被験歯で 134.5% とほとんど差がなかった。

非被験歯側 1 歯から、被験歯側の連結範囲を 1 歯から 2 歯と延長すると、増加率は large segment の被験歯において 44.8% から 132.6%，small segment の被験歯において 62.5% から 112.6% となり、いずれの被験歯においても咬合力の有意な増大が認められた。しかし、2 歯から 3 歯の延長では、いずれの被験歯においても咬合力の有意な増大はみられなかった。

被験歯側 1 歯から、非被験歯側の segment へ連結歯数を 1 歯、2 歯、3 歯と増加していくと、large segment の被験歯では、1 歯から 2 歯で、咬合力の有意な増大が認められ、増加率も 44.8% から 86.0% となった。しかし 2 歯から 3 歯に延長しても、咬合力に差は認められなかった ($P > 0.5$)。また、small segment の被験歯では、large segment の連結歯数を 1 歯、2 歯、3 歯と増加していても、有意な増大はみられなかった。

被験歯側の segment の連結歯数が 1 歯のみの場合と 2 歯以上の場合とを比べると、後者の方に、咬合力の有意な増大が認められた。

被験歯側の segment の連結歯数が 2 歯以上の

表 6 有意差の検定 (被験者 B)

$$P < 0.01 \begin{cases} 1: \star \\ 3: \star \end{cases} \quad P > 0.5 \begin{cases} 1: \diamond \\ 3: \blacklozenge \end{cases}$$

	1・3	1 1・3	1・3 4	3 1 1・3	1・3 4 5	1 1・3 4	3 1 1・3 4	1 1・3 4 5
3 1 1・3 4 5	☆ ★	◇ ★	☆	★	☆ ◆	◇ ★	◆	◇
1 1・3 4 5	☆ ★	◇ ★	☆	★	☆	◇	◆	
3 1 1・3 4	☆ ★	★	☆	◇ ★	☆			
1 1・3 4	☆ ★	◇ ★	☆	◇ ★	☆ ★			
1・3 4 5	☆ ★	☆ ★	◇	☆ ★				
3 1 1・3	☆ ◆	◇	☆ ★					
1・3 4	☆ ★	☆ ★						
1 1・3	☆ ◆							

* 個歯ではすべての場合と有意差あり

図10 咬合力の増加率

場合, large segment の被験歯では, 連結歯数が増加しても咬合力の有意な増大はみられなかった。また, small segment の被験歯では, 両 segment 2 歯ずつから両 segment 3 歯ずつに増やした場合を除いて, 連結歯数を増加しても, 咬合力の有意な増大はみられなかった。

3. 被験者C (表7, 8, 図11)

被験者Cの被験歯において発現される咬合力値の平均値, 標準偏差, 変動係数, 変化率を表7に, 増加率を図11に示す。

各測定値間の平均値の差の検定 (t 検定) の結果を表8に示す。

Large segment の被験歯の個歯咬合力は 8.84 kg で, 連結した場合すべて大きくなり, large segment 1 歯, small segment 2 歯を連結した場合, 最小値 10.38 kg を示し, 各 segment 3 歯ずつを連結した場合, 最大値 30.66 kg を示した。

Small segment の被験歯の個歯咬合力は 16.04 kg で, large segment の被験歯同様, 連結した場合すべて大きくなり, 各 segment 1 歯ずつ連結した場合, 最小値 23.52 kg を示し, 各 segment 2 歯ずつを連結した場合, 最大値 31.92 kg を示した。

表7 測定結果 (被験者C)

1			3			
変化率 %	C.V.	平均値 kg [S.D.]	連結範囲	平均値 kg [S.D.]	C.V.	変化率 %
100.0	0.07	8.84 [0.62]	個歯	16.04 [1.26]	0.08	100.0
126.2	0.07	11.16 [0.80]	1・3	23.52 [2.30]	0.10	146.6
227.6	0.08	20.12 [1.51]	3 1・3	25.66 [0.83]	0.03	160.0
117.4	0.05	10.38 [0.49]	1・3 4	28.70 [1.30]	0.05	178.9
321.7	0.07	28.44 [1.96]	4 3 1・3	24.86 [1.40]	0.06	155.0
126.7	0.02	11.20 [0.20]	1・3 4 5	30.96 [0.67]	0.02	193.0
337.6	0.04	29.84 [1.16]	3 1・3 4	31.92 [2.13]	0.07	199.0
340.3	0.07	30.08 [2.19]	3 1・3 4 5	30.50 [2.06]	0.07	190.1
342.3	0.04	30.26 [1.32]	4 3 1・3 4	31.24 [1.33]	0.04	194.8
346.8	0.04	30.66 [1.25]	4 3 1・3 4 5	30.53 [0.36]	0.01	190.3

被験歯別の増加率を比べると, その最大値は, small segment の被験歯の99.0%に比べ, large segment の被験歯では246.8%と約2.5倍になった。

非被験歯側1歯から, 被験歯側の segment へ延長した場合, large segment の被験歯につい

表 8 有意差の検定 (被験者 C)

$P < 0.01 \left\{ \begin{array}{l} \text{1} | : \star \\ \text{3} | : \star \end{array} \right. \quad P > 0.5 \left\{ \begin{array}{l} \text{1} | : \diamond \\ \text{3} | : \blacklozenge \end{array} \right.$

	1 ・3	31 ・3	1 ・34	431 ・3	1 ・345	31 ・34	31 ・345	431 ・34
4 3 1 ・3 4 5	☆ ★	☆ ★	☆	★ ☆			◇ ◆	◇
4 3 1 ・3 4	☆ ★	☆ ★	☆	★ ☆ ◆		◇ ◆	◇ ◆	
3 1 ・3 4 5	☆ ★	☆ ★	☆	★ ☆ ◆		◇		
3 1 ・3 4	☆ ★	☆ ★	☆	★ ☆				
1 ・3 4 5	◇ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★				
4 3 1 ・3	☆	☆	☆ ★					
1 ・3 4		★ ☆ ★						
3 1 ・3	☆							

* 個歯ではすべての場合と有意差あり

図11 咬合力の増加率

ては、連結歯数を増加すると、増加率は26.2%、127.6%、221.7%となり、著明な増加が認められた。しかし、small segmentの被験歯の場合には、1歯から2歯の増加では46.6%から78.9%と比較的大きな増加を示したものの、2歯から3歯に増加しても、増加率は78.9%から93.0%と14%程度の増加しか示さず、large segmentでみられたような大きな増加率はみられなかった。

被験歯側1歯から非被験歯側のsegmentへ連

結歯数を1歯、2歯、3歯と増加していても、咬合力の有意な増大はみられなかった。

被験歯側のsegmentの連結歯数が1歯のみの場合と2歯以上の場合とを比べると、後者の方に、咬合力の有意な増大が認められた。

被験歯側のsegmentの連結歯数が2歯以上の範囲で、かつ連結総歯数が4歯以上の範囲では、連結歯数を増やしても咬合力の有意な増大はみられなかった。

4. 被験者D (表9, 10, 図12)

被験者Dの被験歯において発現される咬合力値の平均値, 標準偏差, 変動係数, 変化率を表9に, 増加率を図12に示す。

各測定値間の平均値の差の検定 (t 検定) の結果を表10に示す。

Large segment の被験歯の個歯咬合力は 2.04 kg で, 連結した場合すべて大きくなり, large

segment 1 歯, small segment 3 歯を連結した場合, 最小値 3.22 kg を示し, 各 segment 3 歯ずつを連結した場合, 最大値 9.66 kg を示した。

Small segment の被験歯の個歯咬合力は 1.13 kg で, large segment の被験歯同様, 連結した場合すべて大きくなり, 各 segment 1 歯ずつを連結した場合, 最小値 2.22 kg を示し, 各 segment 3 歯ずつを連結した場合, 最大値 18.76 kg を示した。

被験歯別の増加率を比べると, その最大値は, large segment の被験歯では 373.5%, small segment の被験歯では 1560.2%と後者の方がかなり大きくなった。

非被験歯側 1 歯から, 被験歯側の segment へ連結範囲を拡大していくと, 連結歯数が 1 歯から 2 歯と増加した場合, 咬合力の有意な増大が認められたが, 2 歯から 3 歯と増加しても咬合力の有意な増大はみられなかった。

被験歯側 1 歯から非被験歯側へ連結範囲を拡大していった場合, large segment の被験歯では small segment の連結歯数を増加しても, 咬合力の有意な増大はみられなかった。一方 small segment の被験歯では, large segment の連結歯数を 1 歯から 2 歯と増加した場合のみ咬合力の有意な増大が認められたが, さらに連結歯数を増

表9 測定結果 (被験者D)

2			1		
変化率 %	C.V.	平均値 kg [S.D.]	連結範囲	平均値 kg [S.D.]	C.V. 変化率 %
100.0	0.09	1.13 [0.10]	個歯	2.04 [0.29]	0.14 100.0
196.5	0.06	2.22 [0.13]	2・1	3.38 [0.19]	0.06 165.7
1033.6	0.05	11.68 [0.54]	3 2・1	3.52 [0.29]	0.08 172.5
217.7	0.04	2.46 [0.09]	2・1 1	6.02 [0.26]	0.04 295.1
1095.6	0.04	12.38 [0.50]	5 3 2・1	3.22 [0.26]	0.08 157.8
217.7	0.06	2.46 [0.15]	2・1 1 3	5.08 [0.26]	0.05 249.0
1635.4	0.07	18.48 [1.26]	3 2・1 1	7.62 [0.33]	0.04 373.5
1653.6	0.07	18.72 [1.34]	3 2・1 1 3	7.74 [0.21]	0.03 379.4
1458.4	0.06	16.48 [0.95]	5 3 2・1 1	7.20 [0.32]	0.04 352.9
1660.2	0.04	18.76 [0.69]	5 3 2・1 1 3	9.66 [0.07]	0.07 473.5

表10 有意差の検定 (被験者D)

$$P < 0.01 \left\{ \begin{array}{l} \underline{1}; \star \\ \underline{2}; \star \end{array} \right. \quad P > 0.5 \left\{ \begin{array}{l} \underline{1}; \diamond \\ \underline{2}; \blacklozenge \end{array} \right.$$

	<u>2・1</u>	<u>32・1</u>	<u>2・1 1</u>	<u>532・1</u>	<u>2・1 13</u>	<u>32・1 1</u>	<u>32・1 13</u>	<u>532・1 1</u>
<u>5 3 2・1 1 3</u>	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ◆	☆ ★
<u>5 3 2・1 1</u>	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★			
<u>3 2・1 1 3</u>	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★	◇ ◆		
<u>3 2・1 1</u>	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★	☆ ★			
<u>2・1 1 3</u>	☆	☆ ★	☆ ◆	☆ ★				
<u>5 3 2・1</u>	★		☆ ★					
<u>2・1 1</u>	☆ ★	☆ ★						
<u>3 2・1</u>	★							

* 個歯ではすべての場合と有意差あり

図12 咬合力の増加率

加しても咬合力の有意な増大はみられなかった。

被験側での連結歯数が1歯のみの場合と2歯以上の場合とを比べると、後者の方に咬合力の有意な増大が認められた。

すなわち、large segment の被験側では、large segment の連結歯数が1歯の場合、増加率は57.8～72.5%であったが、連結歯数を2歯以上とすると、増加率は149.0～373.5%と著明に増大した。

また、small segment の被験側においても、small segment の連結歯数が1歯では96.5～117.7%であるが、2歯以上では933.6～1560.2%と著明に増大した。

被験側が2歯以上の範囲では、症例A, B, Cと異なり、非被験側の連結歯数が1歯のものと2歯以上のものとを比べると、後者の方に咬合力の有意な増大が認められた。

そのうち、large segment の被験側では、連結総歯数が4歯から5歯に増加しても咬合力の有意な増大はみられないものの、6歯とすると、有意な増大が認められた。

また small segment の被験側では、small segment 3歯で、large segment を2歯から3歯に延長した場合を除いて、咬合力の有意な増大

はみられなかった。

IV. 考 察

1. 本研究の意義

1947年 Harvold が唇顎口蓋裂患者に矯正治療を導入するようになって以来、その後の補綴処置は保定という問題に対処しなければならなくなった¹¹⁾。また、矯正処置のみならず、外科処置による segment の拡大、移動も行われるようになったため、術後の補綴処置には、collapse, relapse を阻止する配慮が必要とされている。そのため、顎裂をはさんだ歯の連結固定が必須である。

そして保定という観点からその連結範囲を決めるには、一般には次の項目を基準にするとされている^{9, 17)}。

- 1) 矯正治療による歯の移動量：移動量の大きいものは、連結範囲に含める。
- 2) 対合歯との嵌合関係：十分な嵌合関係にならないものは、relapse しやすいため歯冠修復により正しい嵌合関係を与える必要がある。
- 3) 口唇および口蓋の手術後の瘢痕の状態：瘢痕による著しい緊張がみられる場合には、歯槽弓の狭窄および歯の relapse のおそれがあるため連結固定が必須である。

4) 口腔周囲諸組織の緊張と歯列弓の大きさとのバランス：特に上唇の緊張の大きい場合には、relapse の傾向が強いため、上顎前歯部を連結固定する。

以上の原則に従い、bridge, inlay, bar-attachment などによる一次スプリントと、義歯すなわち Konuskronen system, clasp, 床などによる二次スプリントなどを適用した補綴処置が行われ、良好な結果を得たと報告されている^{7,9,10,15-19)}。すなわち、relapse の阻止という観点からは、現在採用されている原則で十分であろうと考えられる。

しかし、顎裂を有し、脆弱な骨組織を支持組織とする上顎の歯と、ほとんど天然歯に近い下顎の歯との間には咬合力の負担能力に著しい差が存在しており、補綴処置終了後の口腔内環境を長期にわたり健康に保つためには、上下顎の負担能力の差を可及的に小さくする補綴方法を選択することが望ましいといわれている^{8-10,17)}。

すなわち、負担能力の小さい顎裂部の歯を連結することにより、その負担能力を高め、下顎の歯に対抗できるよう配慮がなされなければならない。

しかし、現時点では、連結範囲を決定する場合、負担能力という観点からの原則は明らかにされていない。

従来、唇顎口蓋裂の補綴処置における連結範囲に関して、Ramstad⁴⁾は補綴処置を行った63例中、連結範囲が、各 segment で2歯あるいは1歯であったものが50例であったと報告し、保定としての補綴の効果については言及しているが、上下顎の負担能力のバランスについては記載がみられない。

また、Pruzansky も、relapse の阻止という観点から、各 segment で2歯ずつを連結するのが望ましいと述べているにすぎない²³⁾。

そこで、本研究では、咬合力負担能という観点から、連結範囲の妥当性に検討を加えるため、顎裂から3歯までを連結範囲としたそれぞれの場合について、発現される咬合力を測定した。

2. 咬合力測定の意義

咬合力とは筋の働きの結果として上下顎の対合する歯牙間に生じる力であり、咀嚼時に発揮される咬合力は咀嚼筋群をはじめとする筋自体の活動能力、歯周組織や歯の健康状態などによって左右され、また咬合面の対合歯との接触の強さや咬合接触のあり方によっても左右される²⁴⁾。したがって歯周組織を含む顎口腔系の機能状態の診断には咬合力の測定は重要な意義をもつと考えられる。

咬合力の測定については、1681年 Borelli により報告されて以来、数多くの研究がなされている²⁵⁾。本格的な研究は1893年 Dennis により始められた。彼の使用した装置は発条式であったが、このほかに、てこ作用によるもの、油圧によるもの、ブリネル硬度によるもの、電気的変化によるものなどがある²⁵⁾。わが国においては、1930年頃より研究が始められ、1957年には村松²⁶⁾によりパネ式の咬合力計が開発され、42名の各歯牙の最大咬合力が測定された。さらに1963年に小山²⁵⁾により抵抗線歪計式の咬合力計が開発され、それを用いて1965年に高見沢²⁷⁾が健康歯の個歯咬合力と相対咬合力を、1966年に榎沢²⁸⁾が抜髄歯の個歯咬合力を、1966年に五十嵐²⁹⁾が冠補綴歯と橋脚歯の個歯咬合力を、1968年に村田³⁰⁾が歯周病罹患歯の個歯咬合力を、1970年に川瀬³¹⁾が顎関節症患者の咬合力を、1971年に佐藤³²⁾が健康者の瞬間咬合力を測定し、報告している。

これらはいずれも最大咬合力を測定したものであるが、これら一連の研究により、最大咬合力は歯種、性別、歯牙および歯周組織の健康状態、天然歯か補綴歯か、などによりその値が大きく変化することが明らかとなった。

また測定時の開口量や下顎位も測定結果に大きな影響を与えることが明らかにされている。長谷川²¹⁾は、全歯牙で咬合力を負担できるような装置を金属で製作し、口蓋中央部に抵抗線歪計式ロードセルを設置し、習慣的閉口路上で垂直的に顎間距離を変化させ最大咬合力を測定した。その結果によれば、咬合力は中心咬合位から顎間距離が増大するに伴って増大し、6~17 mm 開口した顎間

距離（第一大臼歯部における）で最大値を示し、これよりさらに顎間距離が増大する場合は咬合力は急激に減少している。さらに平林²²⁾は、長谷川と同様の装置を製作し、半導体ロードセルを用い、垂直的ならびに水平的に下顎位を変化させ、正中矢状面内で平均 100 下顎位、各水平面内で平均 94 下顎位について最大咬合力を測定している。その結果によれば上下的には咬頭嵌合位より平均 10.4 mm 開口（切歯点部での距離）した下顎位で最大となり、水平面内では、開口量 5.0 mm までは正中部付近で、開口量 5.0～16.0 mm では右側（平均 5.0 mm）で最大となる。

一方最大咬合力の安定性についての研究もなされている。Steenberghe ら³³⁾は左側犬歯部にて、Hosman ら³⁴⁾は臼歯部すべてに咬合力を負担させるようなアダプタの中央部にて最大咬合力を測定し、その測定値が、測定日や測定時間が異なっても有意差がみられないことから、最大咬合力には安定性、再現性があると述べている。

また、長谷川³⁵⁾によれば、最大咬合力は実際には生体にとって咀嚼力とほぼ同様の意味をもち、また並行関係にあると考えられている。

以上のことより、顎口腔系の機能を診査する際には、下顎位が一定であれば最大咬合力を測定することは十分に意義深いことと考えられる。

また、咬合力の発現には、発現の直接の源となる咀嚼筋の筋力と、顎関節、歯周組織などの生体側の負担能の二つの要素が重要であるとされている^{36～41)}。

生体側の負担因子に関しては、藤田³⁶⁾によれば、1 歯のみで咬合力を負担する場合、歯根膜の疼痛閾値により発現される咬合力は制限を受けるとされている。また、Steenberghe ら⁴²⁾は歯根膜への浸潤麻酔により咬合力が増大したことより、歯根膜の mechano-receptor は咬合力発現に負のフィードバックとして作用すると結論している。また Laurell ら⁴³⁾も咬合力を制限する因子として歯根膜の mechano-receptor をあげている。

したがって、歯周組織の負担能の限界により咬合力は制限を受けることが考えられる。そのた

め、歯を連結することにより、歯周組織の負担能を十分高めたうえで、表面筋電図を用いた咀嚼筋の活動量と、圧センサを用いた咬合力とを同時記録し、両者の関係を研究した報告が数多くみられる^{20, 38～41, 44～48)}。

これらの研究により、等尺性収縮時における咀嚼筋の活動量と発現される咬合力の間には、ある一定の咬合力値までは比例関係が存在することが明らかとなっており、筋活動量と咬合力が最大咬合力まで比例関係を示すという報告もある^{20, 46)}。

以上のことから、本研究では、咬合力負担能の低い被験歯の負担力を軽減し、筋のもつ作用能力を高め、被験歯のもつ咬合力負担能を最大限引き出すには、どこまでを連結すればよいのかを明らかにするために、一定の下顎位で連結範囲を変え、発現する咬合力を測定した。

3. 実験方法

1) 被験者

咬合力は年齢、性別により変動することが明らかにされている⁴⁹⁾。そのため、本実験では年齢差の少ない男性を被験者とした。また、片側性唇顎口蓋裂患者のうち、顎裂が左右どちらかに偏らないように、左側および右側唇顎口蓋裂患者のおのから、被験者を選択した。

2) 実験装置

測定中ロードセルに可及的に垂直に咬合力が加わり、かつ口腔内でロードセルを安定に保持する目的で、金属性アダプタを鋳造、製作した。

測定中アダプタの破損は 1 例もなく、強度的にも十分な材質であったと考えられる。そのうえ、下顎の歯には疼痛がみられなかったことから、下顎のアダプタの連結範囲は妥当なものだったと考えられる。

3) 咬合位の再現およびロードセルの定位

下顎位の変化は咬合力に影響を与えることが明らかにされている^{21, 22)}。したがって、測定中、被験者の下顎位を一定にするために、前述した下顎位再現機構を使用した。

咬合力計のロードセルは 4 mm の厚さを有するので、測定は被験者の習慣性閉口路上の開口位

にて行った。症例により口腔内の状況が種々であるので、開口量は切歯部にて 6 ～ 9 mm となったが、同一被験者では下顎位再現機構の使用により常に一定となった。

また、本実験では、被験歯の個歯咬合力を基準として、各種連結範囲での咬合力の変化率および増加率を算出するため、上顎のアダプタが変わっても、同一部位にて咬合力を測定しなければならない。そのため、下顎アダプタ上に即時重合レジンにてガイドを付与し、ロードセルの定位をはかった。

4) 連結範囲

実験結果より、連結歯数を 2 歯から 3 歯に増加しても、咬合力に有意な増大がみられない場合が多かった。したがって、4 歯まで連結範囲を拡大しても、咬合力の発現にはあまり大きな影響を与えなかったであろうと考えられる。

また、被験者の疲労などを考慮すると、4 歯までの連結範囲で測定することは、かなり難しいと考えられる。

以上より、本実験で設定した連結範囲は妥当であったと判断した。

5) 咬合力の測定と記録

測定に際しては、筋の疲労を考慮して、約 3 秒間の最大かみしめを約 5 秒の休憩をはさみ 5 回行わせ、連結範囲が変わるたびに、3 分間の休憩をとらせた。

筋の疲労については、Bigland-Ritchie ら⁵⁰⁾によれば、上腕二頭筋においては 20 秒間の最大収縮の後、3 分間の休憩により筋の運動単位の発火頻度は最初の時点の $95 \pm 10\%$ に回復することが明らかにされている。またそのとき発現される力は最初のものと有意差はみられない。また、Steenberghe ら⁵¹⁾は、咀嚼筋は上腕二頭筋に比べ疲労に対して抵抗性を示すことを明らかにした。彼らは、4 ～ 5 秒間の最大収縮を 15 秒間隔で 6 回行わせ 2 分間と 5 分間の休憩をはさみ、さらに 6 回ずつ行わせ、発現される力を測定した。その結果、咀嚼筋では各 session 間で測定値に有意差がみられなかったが、上腕二頭筋では明らかに筋の疲労

がみられた。

以上の結果から、本実験で採用した測定時間では筋の疲労は起こっていないと考えられる。

4. 実験結果

1) 被験歯側の segment の連結歯数が 1 歯で非被験歯側へ延長した場合の咬合力について

すべての症例で、この連結範囲において発現される咬合力は、個歯のときに発現された咬合力に比べ、有意に増大した。しかし、連結歯数が増加しているにもかかわらず発現する咬合力の増大はほとんどの場合でみられなかった。

岡田⁵²⁾は、模型実験と理論解析によって、荷重点の位置の変化による、連結固定の負担力の分布と連結固定における個々の歯周組織への圧力分布状態の変化について、詳細な研究を行った。それによれば、図 13(a) および (b) に示すように、1 歯欠損の場合、荷重点が連結範囲の端にあるときは、荷重点の歯根膜の負担量は、支台歯数が 2 歯で荷重量の 87%、3 歯では 82% となった。さらに、2 歯欠損の場合、荷重点が連結範囲の端にあるときは、荷重点の歯根膜の負担量は、支台歯数が 2 歯で荷重量の 93%、3 歯では 90% となった。つまり測定部位が連結範囲の端にくるような場合では、その部位の歯の歯根膜は大きな力を負担し、連結歯数を増やしても負担量は減少しない。

本実験の結果では、被験者 B の large segment の被験歯で連結範囲を small segment 1 歯から 2 歯と延長した場合のみを除き、被験者 A ～ D のすべての被験歯において、連結範囲が被験歯の存在する segment で被験歯 1 歯のみの場合、もう一方の segment へ連結範囲を延長しても咬合力の有意な増大はみられなかった。これは、岡田が示した荷重点が連結範囲の端に位置した場合に相当し、被験歯の負担量は大きく、連結歯数が増加しても被験歯の負担量はさほど減少していない。被験歯が連結範囲の端にあるときは、被験歯の負担能は限界に近いので、連結歯数が増加しても咬合力の増大がみられなかったものと考えられる。

一方、被験者 B では、large segment の被験歯で連結範囲を small segment 1 歯から 2 歯と延

図13 連結範囲と支台歯の負担力(岡田⁵²⁾より一部改変)

長した場合には、咬合力の有意な増大が認められた。それは、被験者Bの被験歯では、緊密な咬合接触を有し、歯軸は、測定用アダプタの咬合面部に対してより垂直に近い方向であったためと考えられる。

後藤⁵³⁾は、歯への長軸方向および唇舌、頬舌方向への荷重に対する歯の変位について生体を対象として計測を行い、唇舌側または頬舌側方向の荷重により歯は歯根長の歯頸部寄り約1/5の点を中心として唇舌側または頬舌側方向に回転することを報告している。このことは前田³⁷⁾が述べているように、歯槽内壁では歯頸部寄りの部分および根端部付近で圧迫あるいは牽引の圧が偏在すると考えられ、長軸方向の荷重に比べ小さい荷重により歯根膜の疼痛閾値に達すると考えられる。

また、岩田⁵⁴⁾は上顎中切歯およびその支持組織をモデル化し、有限要素法を用いて力学的解析を行った結果、荷重部位および荷重方向の違いにより応力集中の部位および程度に差が生じ、また歯の変位の方向、その大きさおよび回転に関しても差が生じることを明らかにした。すなわち、加える力の方向が上顎前歯の歯軸方向に近づくほど、歯および支持組織における応力および変位は減少

したと述べている。

被験者Bの被験歯では側方分力は小さく、X線写真から被験歯周囲の支持歯槽骨が緻密な構造を有していることが明らかとなった。これより、緊密な咬合接触の結果、歯周組織が大きな負担能をもつようになったことが推測される。

被験者Bでは、large segment 1歯と small segment 1歯を連結した場合から、small segment で1歯延長した場合、large segment の被験歯の咬合力が有意に増大した。これは、前者では、large segment の被験歯の負担能が十分大きく、small segment の歯の負担能がさほど大きくないため、small segment の歯の負担能により咬合力が規制されていたが、後者においてsmall segment の連結歯数を1歯増加したことにより、small segment での負担能が増大したためであろうと考えられる。

2) 非被験歯側の segment の連結歯数が1歯で被験歯側へ延長した場合の咬合力について

被験者A、Cにおいてはlarge segment で延長した場合、連結歯数が増加するにつれて、咬合力は著明に増大した。しかし、small segment で延長した場合には、連結歯数が1歯から2歯と

増加した場合、咬合力は著明な増大を示したが、2 歯から 3 歯の増加では著明な増大はみられなかった。また増加率を比べても、large segment で延長した方が大きくなった。つまり、large segment で延長した方が、咬合力の増大に対する効果は大きいといえる。これは、large segment で延長した場合、large segment の連結歯数が 2 歯では、連結歯 3 歯とも前歯であるのに対し、small segment で延長した場合では、small segment 2 歯では、連結歯 3 歯のうち前歯が 2 歯、小白歯 1 歯の組み合わせとなる。すなわち、後者の方が、歯周組織の負担能が大きく、筋の作用力が十分発現されていると考えられる。したがって、もう 1 歯延長しても咬合力の著明な増大はみられなかったと考えられる。しかし、前者では、歯周組織の負担能が小さく、筋の作用能力が十分発揮されていない。したがって、もう 1 歯延長することにより、歯周組織の負担能が大きくなり、著明な咬合力の増大がみられたものと考えられる。

しかし、被験者 B においては large segment で延長した場合、large segment の連結歯数が 2 歯から 3 歯に増加しても、咬合力の増大はみられなかった。さらに、large segment の被験歯においては、large segment 2 歯、small segment 1 歯の連結範囲で、ほぼ最大値に近い咬合力を発現した。これは、連結歯が前歯 3 歯のみであるにもかかわらず、1) で述べたように、被験者 B は、大きな歯周組織の負担能を有しているためと考えられる。

また、被験者 D においても被験者 B と同様、被験歯の存在する segment で 2 歯から 3 歯と延長しても咬合力の有意な増大はみられなかった。しかし被験者 B と異なり、被験歯の存在する segment で 2 歯あるいは 3 歯としても最大値に近い咬合力を発現するわけではなく、もう一方の segment の連結歯数を 2 歯とすると咬合力は著明に増大した。

この被験者においては、他の被験者に比べて、個歯咬合力が著しく小さい。表 9 に示したよう

に、個歯咬合力は large segment の被験歯では 2.04 kg, small segment の被験歯では 1.13 kg しか発現していない。この被験者は中心咬合位で両被験歯ともに対合歯との接触がなく、約 3 mm の空隙が存在している。このような状態では、日常これらの歯に常に機能力が働いているとは考えにくい。つまり、歯根膜にほとんど機能力がかからない状態では、その歯で負担できる力は非常に小さいものになってしまうのであろう。

石川ら⁵⁵⁾によれば、対合歯の消失などで咀嚼機能を営まなくなった歯の歯周組織は次第に廃用性萎縮に陥り、機能構造を失うことが明らかにされている。

また、X線写真からも被験歯の支持骨には明瞭な骨梁が認められず、粗造な構造を示している。また、顎裂側では、歯根長の 1/2 ~ 1/3 ほどの歯槽骨しか残っていない。

その結果、この被験歯では咬合力負担能は著しく低く、発現できる個歯咬合力は非常に小さなものとなったと考えられた。

そのためこの歯が被験歯とならなくても、連結範囲の端にくるような場合、その歯の負担能の限界により発現する咬合力は制限されると考えられる。その結果、被験歯の存在しない segment の連結歯数を 2 歯とすると咬合力はさらに増大したと考えられる。

3) 被験歯の存在する segment の連結歯数が 2 歯以上の場合の咬合力について

被験歯の存在する segment の連結歯数を 2 歯以上とすると 1 歯のものとは比べ、すべての被験歯において咬合力は有意に増大した。この咬合力の増大は、岡田が示した、荷重点の隣接歯を連結範囲に含めることによる、被験歯の負担する力の割合の減少に起因すると考えられる。すなわち、図 13(a)~(d)に示すように、荷重点の隣接歯を連結範囲に含めると、その部位での負担力の割合は 1 歯欠損の場合、支台歯数が 2 歯から 3 歯に増加すると 87% から 35% に、3 歯から 4 歯に増加すると 82% から 34% に減少した。また、2 歯欠損の場合、支台歯数が 2 歯から 3 歯に増加すると 93% から 37

に、3 歯から 4 歯に増加すると 90% から 37% に減少した。

すなわち、被験歯の存在する segment の連結歯数が 1 歯では、被験歯の負担する力の割合は大きく、その結果、歯根膜および歯周組織の負担能力の限界により、発現される咬合力は小さくなるが、被験歯の存在する segment の連結歯数が 2 歯以上となると、すなわち、被験歯の隣接歯を連結範囲に含めると、被験歯の負担力の割合は減少し、その結果大きな咬合力を発現できたと考えられる。

4) 各 segment の連結範囲がともに 2 歯以上の場合の咬合力について

被験者 A については、各 segment の連結範囲がともに 2 歯以上の場合では、いずれの測定値間にも有意の差がみられなかった。

被験者 B については、large segment の被験歯ではいずれの測定値間でも有意差がみられなかった。また small segment の被験歯では、連結歯数を両 segment 2 歯ずつから 3 歯ずつとすると、有意な増大を示したが、咬合力は 3 kg 程度の差しかなく、臨床的に大きな差ではないと判断した。したがって、small segment の被験歯でも各 segment 2 歯以上の範囲で咬合力に大きな差はみられないと考えられる。

被験者 C については、各 segment の連結範囲がともに 2 歯以上の範囲では、すべての測定値間で有意な差はみられなかった。

被験者 D については、large segment の被験歯では、各 segment 3 歯ずつの連結範囲で最も大きな咬合力を発現したが、各 segment 2 歯以上の連結範囲での咬合力と比較すると、有意差は存在するものの、咬合力値は 2 kg 程度の差しかなく、臨床的には大きな差ではないと判断した。したがって、各 segment 2 歯以上の連結範囲で咬合力に大きな差はみられないと考えられる。Small segment の被験歯では、small segment 3 歯、large segment 2 歯の連結範囲と各 segment 3 歯ずつの連結範囲間で有意差がみられたものの、差は 2 kg 程度で臨床的には大きな差ではないと

判断した。したがって、各 segment 2 歯以上の連結範囲で咬合力に大きな差はみられないと考えられる。

各 segment を同時に 2 歯以上連結した場合、以上の考察により、いずれの被験歯においても咬合力に大きな差はみられなかった。そのうち、 $P > 0.5$ となるもの、すなわち咬合力が同等と判断できるものは、各被験歯における連結範囲のすべての組み合わせ 6 組のうち、被験者 A の large segment の被験歯で 3 組 (50%)、small segment の被験歯で 3 組 (50%)、被験者 B の large segment の被験歯で 3 組 (50%)、small segment の被験歯で 2 組 (33%)、被験者 C の large segment の被験歯で 5 組 (83%)、small segment の被験歯で 3 組 (50%)、被験者 D の large segment の被験歯で 1 組 (17%)、small segment の被験歯で 3 組 (50%) みられた。

つまり、咬合力の増大が全くみられないと判断できるものが 47.9% 存在し、有意差がないものが 41.7%、有意差がみられるもの (10.4%) でも、その差は 2~3 kg であった。すなわちこの連結範囲内では、連結歯数を増加しても発現する咬合力には、大きな影響を与えないと判断した。

したがって、いずれの被験歯においても各 segment で連結歯数を 2 歯以上とすると、被験歯の発現する咬合力に大きな差はみられず、連結範囲は各 segment で 2 歯を含めることが望ましく、それ以上連結範囲を拡大しても大きな効果は期待できないと考えられる。

V. 結 論

1. 個歯咬合力に比べ、連結することにより、咬合力の有意な増大が認められ、連結歯数の増加に伴い咬合力も増大する傾向にあった。

2. 被験歯側 1 歯からもう一方の segment へ 1 歯、2 歯、3 歯と連結範囲を拡大しても、被験歯の発現する咬合力の増大はみられない場合が多かった。

3. 連結範囲を被験歯側で 2 歯あるいは 3 歯とすると、1 歯の場合に比べ咬合力の有意な増大が

認められた。

4. 各 segment 2 歯あるいは 3 歯の連結範囲では、連結歯数が増加しても、咬合力には有意な増大がみられない場合が多かった。

5. 以上の結果から、連結範囲は咬合力負担能の増強という観点からすると、各 segment で 2 歯を含めることが望ましく、それ以上連結範囲を拡大しても大きな効果は期待できないことが示唆された。

謝 辞

稿を終えるに臨み、終始ご懇切なるご指導とご校閲を賜りました大山喬史教授に深甚なる謝意を表します。

また、貴重なご教示、ご助言を頂きました谷口 尚博士に厚くお礼申しあげます。

なお、本論文の一部は、1988年11月26日、第53回口腔病学会学術大会において発表した。

文 献

- 宮崎 正：口蓋裂—その基礎と臨床—。東京、1982、医歯薬出版。
- 宮崎 正、小浜源郁、手島貞一、大橋 靖、高橋庄二郎、道 健一、待田順治、河合 幹、筒井英夫、下里常弘、田代英雄、田縁 昭、西尾順太郎：我が国における口唇裂口蓋裂の発生率について。日口蓋誌 10(2)：191-195, 1985。
- 赤坂庸子：唇、顎、口蓋裂の成因に関する統計学的ならびに細胞遺伝学的研究。人遺誌 15(1)：35-96, 1970。
- Ramstad, T.: Post-orthodontic retention and post-prosthetic occlusion in adult complete unilateral and bilateral cleft subjects. Cleft Palate J. 10(1)：34-50, 1973。
- Beumer, J. III, Curtis, T. A. and Firtell, D. N.: Maxillofacial rehabilitation: Prosthodontic and surgical considerations. Saint Louis, 1979, The C. V. Mosby Company, 292-310。
- Cooper, H. K., Harding, R. L., Krogman, W. M., Mazaheri, M. and Millard, R. T.: Cleft palate and cleft lip: a team approach to clinical management and rehabilitation of the patient. Philadelphia, 1979, W. B. Saunders Company, 145-162。
- 大山喬史：口蓋裂の補綴。歯科ジャーナル 7(2)：133-142, 1978。
- 大山喬史：口蓋裂患者の欠損部補綴の基本的な考え。顎顔面補綴 2(1)：33-36, 1979。
- 大山喬史：わが国の唇顎口蓋裂医療の問題点、補綴治療における問題点。歯界展望 51(3)：551-563, 1978。
- 谷口 尚、大山喬史、水野行博：唇顎口蓋裂の補綴。補綴誌 26(3)：109-129, 1982。
- Bøhn, A.: Prosthetic problems in the treatment of jaw clefts. Trans europ. orth. soc. 43：399-409, 1967。
- 窪田道男、清水良一、下村隆史、西田明彦、須佐美隆三：口唇・口蓋裂患者の歯数不足と裂型および裂部位との関連性についての研究。日口蓋誌 13(1)：114-119, 1988。
- 中川皓文、丹根一夫、大山芳明、前田早智子、大前博昭、作田 守、黒田康子、本多 肇：唇顎口蓋裂児の歯と咬合の異常に関する調査。日口蓋誌 7(2)：155-171, 1982。
- 大山喬史：唇顎口蓋裂と歯科補綴。日本歯科評論 400：29-36, 1976。
- Ohyama, T.: Prosthodontic considerations for patients with cleft lip and palate. Int. Dent. Journal 36：140-145, 1986。
- 大山喬史：口蓋裂患者における補綴とその経過観察(1)。歯界展望 65(1)：141-150, 1985。
- 大山喬史：口蓋裂患者における補綴とその経過観察(2)。歯界展望 65(2)：381-388, 1985。
- 打田年實、谷口 尚、橋本洋司、大山喬史：口蓋裂患者における補綴とその経過観察(3)。歯界展望 65(3)：601-608, 1985。
- 谷口 尚、橋本洋司、打田年實、大山喬史：口蓋裂患者における補綴とその経過観察(4・完)。歯界展望 65(4)：823-834, 1985。
- 平尾文昭：下顎の位置変化が咀嚼筋活動に及ぼす影響に関する研究。歯科学報 77(8)：1167-1204, 1977。
- 長谷川誠：咀嚼筋作業能に関する補綴学的研究。歯科学報 64：106-147, 1964。
- 平林健彦：種々下顎位における咬合力に関する研究。補綴誌 18(3)：337-360, 1974。
- Brandt, S.: JCO/interview. Drs S. Pruzansky and H. Aduss on cleft lip and palate. J. Clin. Orthod. 10(5)：380-395, 1976。
- 坂東永一：ヒトの咬合力とその測定法。バイオメカニズム雑誌 4(4)：10-19, 1980。
- 小山正宏、五十嵐孝義、高見沢忠、榎沢健司、笠井仁治、森谷良彦：抵抗線歪計式咬合力測定装置の考案。補綴誌 7：190-195, 1963。
- 村松篤良、塩川延洋、三宅 聡、高木米一：新しい咬合力測定器について。歯科材料研究所報告 1(8)：101-107, 1957。
- 高見沢忠：健康永久歯の相対咬合力および個歯咬合力に関する研究。補綴誌 9：217-236, 1965。
- 榎沢健司：抜髄歯の個歯咬合力に関する研究。

- 補綴誌 10(1): 33-53, 1966.
- 29) 五十嵐孝義: 部分または全部鋳造冠で被覆された単独歯と橋義歯の橋脚歯および橋体との咬合力に関する研究. 補綴誌 10(1): 1-17, 1966.
 - 30) 村田 隆: 歯周病罹患歯の個歯咬合力に関する研究. 補綴誌 12: 76-91, 1968.
 - 31) 川瀬充朗: 顎関節症患者の咬合力に関する研究—開口域および顎頭位との関連—. 補綴誌 14: 51-72, 1970.
 - 32) 佐藤友彦: 健康永久歯の瞬間的咬合力に関する研究. 補綴誌 15(2): 143-155, 1971.
 - 33) van Steenberghe, D. and de Vries, J. H.: The development of a maximal clenching force between two antagonistic teeth. J. Periodontal Res. 13: 91-97, 1978.
 - 34) Hosman, H. and Naeije, M.: Reproducibility of the normalized electromyographic recordings of the masseter muscle by using the EMG recording during maximal clenching as a standard. J. Oral Rehabilitation 6: 49-54, 1979.
 - 35) 長谷川成男: 咬合学序説. 東京, 1988, 医歯薬出版, 89-92.
 - 36) 藤田邦彦: 咬合力に関する研究. 九州歯会誌 26(4): 113-123, 1972.
 - 37) 前田佳英: 咀嚼筋力の作用機構と咬合力発現機構とに関する実験的研究. 歯科学報 73(2): 434-461, 1973.
 - 38) 鈴木伸宏: 咬合力と咀嚼筋の筋放電との関係についての実験的研究. 第一報 咬合点の前後的变化について. 歯科学報 84(2): 253-300, 1984.
 - 39) 古屋元之: 咬合力と咀嚼筋の筋放電との関係についての実験的研究. 第二報 左右側の条件について. 歯科学報 84(8): 1367-1422, 1984.
 - 40) 羽田 勝, 松本直之, 山口和憲, 山内和夫: 咬合力発現機構に関する研究. 第2報 生体における筋電図学的研究. 補綴誌 24(3): 44-53, 1980.
 - 41) 田部孝治: 咀嚼筋活動と顎・顔面形態に関する研究. I. 咬筋活動の筋電図学的特性と閉顎力について. 日矯歯誌 35(4): 239-254, 1976.
 - 42) van Steenberghe, D. and de Vries, J. H.: The influence of local anaesthesia and occlusal surface area on the forces developed during repetitive maximal clenching efforts. J. Periodontal Res. 13: 270-274, 1978.
 - 43) Laurell, L. and Lundgren, D.: A standardized programme for studying the occlusal force pattern during chewing and biting in prosthetically restored dentitions. J. Oral Rehabilitation 11: 39-44, 1984.
 - 44) Kawazoe, Y., Kotani, H. and Hamada, T.: Relation between integrated electromyographic activity and biting force during voluntary isometric contraction in human masticatory muscles. J. Dental Res. 58(5): 1440-1449, 1979.
 - 45) 野本種邦, 富田汪助: 咬合力と咀嚼筋筋電図との関係(第一報) —棘波数計測・電位累積装置による研究—. 補綴誌 19: 641-646, 1976.
 - 46) 磯 和博: 支持点の位置が咬合力, 咀嚼筋活動に及ぼす影響に関する研究. 口病誌 49(1): 168-190, 1982.
 - 47) 岡島 努: 咀嚼筋筋電図による咬合力測定に関する基礎的研究. 鶴見歯学 12(3): 367-390, 1986.
 - 48) 横山松生: 咬筋表面導出筋電図に関する研究. —咬合力との関係について—. 日大歯学 54: 882-891, 1980.
 - 49) 小西繁一: 人歯牙の健全歯および諸種疾患ならびに補綴に於ける咬合圧に関する研究. 日口腔会誌 8: 417-458, 1959.
 - 50) Bigland-Ritchie, B. R., Dawson, N. J., Johansson, R. S. and Lippold, O. C. J.: Reflex origine for the slowing of motoneurone firing rates in fatigue of human voluntary contractions. J. Physiol. 379: 451-459, 1986.
 - 51) van Steenberghe, D., de Vries, J. H. and Hollander, A. P.: Resistance of jaw-closing muscles to fatigue during repetitive maximal voluntary clenching efforts in man. Archs oral Biol. 23: 697-701, 1978.
 - 52) 岡田京子: 局部義歯の設計と支台歯歯周組織の咬合圧負担状態との関係についての実験的研究. 歯科学報 71(7): 1712-1775, 1971.
 - 53) 後藤健機: 歯牙の生理的動揺に関する実験的研究. 歯科学報 71(6): 1415-1444, 1971.
 - 54) 岩田 徹, 岡本隆士, 黒田拓治, 堤 定美, 丸山剛郎: 咬合力による上顎前歯およびその支持組織の力学的挙動に関する研究. 補綴誌 25(3): 28-32, 1981.
 - 55) 石川梧朗, 秋吉正豊: 口腔病理学 I. 京都, 東京, 1979, 永末書店, 483-489.