九州歯会誌 32 (2) : 132~152, 1978.

実験的上口唇縮小が前歯およびその歯周組織に 及ぼす影響についての研究

九州歯科大学大学院歯学研究科矯正学専攻 (指導: 佐藤通泰 教授)

九州歯科大学病理学教室 (指導: 浦郷篤史助教授)

野 代 悦 生

昭和53年5月12日受付

本論文の要旨は第36回日本矯正歯科学会大会 (昭和52年10月3~5日横須賀) において発表した。

A Study on the Effect of Experimental Labioplasty of the Upper Lip on the Incisors and the Periodontal Tissues

By

Etsuo Nodai

Department of Orthodontics (Director: Prof. Michiyasu Sato)

Department of Pathology (Director: Associate Prof. Atsushi Urago)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

Balance among the soft tissue pressures within and outside of the dental arch, such as the lips, cheeks and tongue, is considered an important factor for maintaining and stabilizing the form of the dental arch.

Under-growth of the maxilla and lingual inclination of the upper incisors, frequently observed among cleft lip and palate patients, are presumed to be related to tension in the upper lip as the result of surgical operation. The investigative studies undertaken heretofore have been limited to children in the growth period.

Consequently, the questions whether labioplasty acts as a restraining factor for growth, or if tooth movement is caused directly as a result of an increase in the lip pressure, remain unanswered.

In order to determine the effect of labioplasty alone, a portion of each of the upper lip of adult cynomolgus monkeys was surgically removed and the resected edges were sutured together. Chronological measurements of the changes in lip pressure before and after operation were taken, morphological and histopathological observations of the changes of the teeth and of the periodontal tissues were made, and studies were conducted on the relation between occlusal contacts in the incisors.

For the experiment, four groups of monkeys were used, consisting of: a group of three with one third of the upper lip resected: a group of eight with half of the lip resected: a group of seven with half of the lip resected and the edges of the lower

incisors ground off; and a group of five with the edges of the lower incisors ground off.

The following results were obtained:

1. The magnitude of increase in the upper lip pressure of the group with one third of the upper lip resected were 2.44g/cm² immediately after the operation, 1.92g/cm² on the 15th day, and 1.34g/cm² on the 30th day. No definite increase was observed from the 60th day to 150th day. For the group with half of the upper lip resected, the values were 15.01g/cm² immediately after the operation, 5.46g/cm² on the 15th day, and 9.23g/cm² on the 30th day. For the group with a half of the lip resected and the edges of the lower incisors ground off, the measured values were 13.20g/cm² immediately after the operation, 9.44g/cm² on the 15th day, and 4.24g/cm² on the 30th day.

2. Differences in the extent of increase in the upper lip pressure were observed depending on the degree of resection of the lip. For the group with a greater resection, a tendency for a greater increase in the lip pressure after operation was observed, and a higher pressure was maintained for a longer duration than for the group with lesser resection.

3. The upper lip pressure which increased immediately after operation, of the group with one third of the upper lip resected, gradually decreased and, on the 60th day, was about the same as that before the operation. Between the 60th day and 150th day, there was no significant difference compared with the pre-operative value, namely the pressure after the 60th day was about the same as that before the operation.

4. Even with half of the upper lip resected, neither the upper incisors nor the lower incisors moved, in the cases where occlusal contact relation was maintained. Even with the edges of the lower incisors ground off alone, neither the upper lip pressure nor the lower pressure showed any change, and therefore no tooth movement, either of the upper incisors or the lower ones, was seen during the 30-day experimental period.

5. For the group with half of the upper lip resected and the edges of the lower incisors ground off, the periodontal space expanded on the 5th day and rather distinct severance and disappearance of the periodontal ligament were observed. Although proliferation of young connective tissues accompanied, no hyalinization was observed. *Osteoclasia* from the surface of alveolar bone on the pressure side was observed, but its extent was insignificant.

On the 15th day, upper and lower incisors were found to have moved to the lingual side, although slightly in the point of histological finding, but lower incisors were not moved from the point of measurement. Occlusal contacts were re-established, so tooth movement ceased.

On the 30th day, alveolar bone began to stabilize itself in a new position, but severance and disappearance of fibers and proliferation of fibroblast were observed in the

periodontal membrane.

The foregoing results support the views heretofore prevalent that the soft tissue pressure is the greatest factor for stabilization of horizontal tooth positioning. It is, however, suggestive that occlusal contact force should also be added as one of the horizontal stabilizing factors.

The effect of labioplasty for cleft lip and palate patients on the maxilla and on the upper dental arch after operation is evident to some extent in the early post-operative period, but the effect is surmised to be very slight after a given period.

結 言

口唇・頬・舌等の歯列弓周囲軟組織の圧力は歯列弓の形態を維持安定させている重要な因子と考えられている。Brodie (1953)¹⁾, Rix (1953)²⁾らは、正常咬合、不正咬合をとわず、舌圧と口唇圧の平衡が保たれた位置に歯は安定すると述べ、また、Moyers (1958)³⁾は歯列弓内外の筋圧の平衡が失われると、歯は新しい平衡のとれた位置まで移動すると述べている。このように口唇圧・舌圧が歯列弓に及ぼす影響については古くより指摘されてきたことであるが、これを実験的に裏付けようとした永富 (1973)⁴⁾は成犬の口唇を切除し、口唇圧が全く歯に加わらない状態にすると前歯は唇側に移動すると述べ、また伊藤 (1975)⁵⁾もやはり成犬を使った実験で tongue guard を装着して舌圧を排除すると前歯は舌側に移動することを示した。

臨床的に歯列弓内外の圧力バランスのくずれが歯列弓の形態に変化を及ぼすものとしては、上口唇の弛緩に伴う上顎前突が挙げられ、逆に上口唇が緊張しすぎる場合には、上顎前歯の後退として現われる。さらに、もっとも著しいバランスのくずれとして挙げられるのは、唇・顎・口蓋裂患者における口唇形成手術に伴う上口唇の緊張であろう。

唇・顎・口蓋裂患者の調査から Dahle (1970)⁶⁾, 紫崎 (1973)⁷⁾, 香月ら (1976)⁸⁾, らは、口唇形成手術によって上顎前歯は舌側転位を起すと述べているが、一方唇裂のみの患者で調査を行った吉岡 (1957)⁹⁾, 鈴木 (1960)¹⁰⁾, 辻 (1966)¹¹⁾, らは、形成手術を行っても上顎および上顎歯列弓の発育への影響はほとんど認められなかったと述べている。また、阿部 (1974)¹²⁾は唇裂における口唇軟組織欠如の大きさが術後の顎発育抑制に大きく作用していると述べている。従って口唇形成手術による歯列への影響については意見が分れ最終的には判然としていない。一方動物実験では、自然状態で唇裂の

ある兎を使って口唇閉鎖手術による影響を調べた Ritsilä, et al. (1973)¹³⁾, 杉崎ら (1976)¹⁴⁾はX線写真および乾燥頭蓋の各種計測から前方発育抑制が起こると報告し、Dücker and Härle (1974)¹⁵⁾は、ラットの口唇側方部に実験的に口唇形成手術を行い、上顎の正中口蓋縫合が手術側に偏位するのを確認している。また河合ら (1976)¹⁶⁾は、兎の実験で組織学的に観察を行い口唇形成手術によって前方発育抑制が起こることを証明している。これらはいずれも口唇形成手術は大なり小なり前方発育抑制として影響していると報告している。

以上の報告は、唇・顎・口蓋裂における口唇形成手術の影響について、いずれもが成長期の子供あるいは成長期の動物による研究であることから、歯列弓内外の軟組織圧のバランスのくずれによる変化と、成長による変化との組合わさったものとして観察していることになる。

歯列弓形態の恒常性を考える上で、口唇圧の変化そのものによる影響についての検索が必要であると思われるし、また、口唇形成手術がその後の成長にどのような変化を与えるかを予測する上でも、成長因子による変化と口唇圧の変化によるものとを分離して理解する必要があると考える。

そこで著者は、成長が完了した猿の上口唇の一部を切除し、両切縁を寄せ合わせて縫合を行い、術前、術後の口唇圧の変化を経時的に測定するとともに、歯牙および歯周組織の変化を形態学的ならびに病理組織学的に観察し、さらに、前歯の咬合接触との関係についても検討を加え、興味ある知見を得たので報告する。

研 究 方 法

1. 実験動物

実験動物には、カニクイザルの成猿26頭（推定年齢6～9才、体重2.5～3.0kg、♂7頭、♀19頭）を同一条件のもとで飼育し、使用した。なお、全実験期間中を通して著しい体重の減少は認められなかった。

2. 実験方法

実験は、上唇 $\frac{1}{3}$ 切除を行ったA群、上唇 $\frac{1}{2}$ 切除を行ったB群、上唇 $\frac{1}{2}$ 切除と下顎前歯切端削合を併用したC群、および下顎前歯切端削合だけを行ったD群の4群について行い、実験群との比較のために無処置の対照群を用いた。

a. 上唇縮小術 (A, BおよびC群)

上唇切除手術にあたっては、ケタミン系麻酔薬 (商品名動物用ケタラール50) 1~2 mg/kg の筋肉内麻酔を行った後、手術野に相当する上唇唇部を剃毛し、通法により0.5%ヒビテン液で消毒後、切除部の設計を行い、切除部周囲にエピネフリン加2%キシロカインの局所麻酔を行った。

上唇切除量は、図1に示すようにA群では上唇の

図1 上唇切除量

幅 $\frac{1}{3}$, B, C群では $\frac{1}{2}$ を底辺とし、歯肉頬移行部相当部を頂点とする二等辺三角形に左右2カ所で切除し、その両切縁を寄せ合せて各層縫合を行い、さらに鉛板を用いた減張縫合も行った。

術後10日間自家製モンキーチェアで飼育し、感染予防のため抗生剤を術後7日間筋肉内注射により投与し、抜糸は術後7日目に行った。

b. 下顎前歯切端削合 (CおよびD群)

前記筋肉内麻酔の下に、(C群では上唇縮小術と同時に) 歯科用カーボランダムポイントを用いて、図2に示すように下顎前歯切端を約1 mm削合した。

図2 下顎前歯切端削合

c. 側貌頭部X線規格写真 (B, CおよびD群)

歯軸の変化を正確に測定するために、Björk の implant instrument を用いて上・下顎骨に implant pin を打ち込み、また、上・下顎の犬歯および第一大臼歯の唇面に $\frac{1}{2}$ 番の歯科用ラウンドバーを用いて窩洞を形成し、アマルガム充填を行い計測基準点とした。なお、撮影は、口唇圧測定時に行った。

d. 口唇圧の測定 (A, B, CおよびD群)

1) 測定装置

口唇圧の測定は、図3に示すようなカンチレバー式トランスデューサをリン青銅板を用いて製作し行った。こ

図3 口唇圧測定器

のトランスデューサの active beam の中央部両面には、共和電業社製 ステンゲージ KFC-03-C₁-16 を温度保償のため2ゲージ法により接着してある。なお、受圧部の直径は4 mm、で歯面からの装置の最大突出量は1.5 mmであった。このトランスデューサからのリード線は、外径1.0mmのポリエチレンチューブで被覆して、日本光電社製ひずみ圧力用プリアンプRP-5に導き、多用途監視記録装置RM-85を用いて圧力を記録した。

2) トランスデューサの校正

トランスデューサの荷重に対するひずみ量校正には、水圧力計と薄いゴム膜で構成する面荷重装置¹⁷⁾を用いた。校正時、ゴム膜に張力が発生しないように注意した。荷重に対するトランスデューサのひずみ量から、作製した個々のトランスデューサについて圧力ひずみ量校正曲線を求めたところ、図4に示すように、作製した全てのトランスデューサは、いずれも十分な直線比例関係を示した。

図4 口唇圧測定器の圧力ひずみ量校正曲線

3) 測定方法

サルをモンキーチェアに固定し、矯正用バンドによって上顎および下顎中切歯唇面にトランスデューサを固定し、非麻酔下で、上・下別々に安静時の口唇圧を測定した。なお、測定条件を同一にするため、同じサルには、測定ごとに同じ装置を同一部に装着した。

測定にあたっては、まず口唇を受圧面から排除し、ペンレコーダーの基線を決定した後、測定を行った。1回の測定時間は20秒間とし、20回反復測定したが、測定中基線の変動はほとんど認められなかった。20回の測定値から平均値および標準偏差を算出した。

4) 測定時期

測定は、A群(No.1, 2, 3)では、術前、手術直後、15日、30日、60日、90日、120日および150日目に行った。B群のうち5日群(No.4, 5, 6)では、術前、手術直後に、15日群(No.7, 8, 9)では、術前、手術直後および15日目に、30日群(No.10, 11)では術前、手術直後15日および30日目に行った。C群5日群(No.12, 13)、15日群(No.14, 15, 16)および30日群(No.17, 18)測定時期はB群と同様である。D群15日群(No.19, 20, 21)では、術前および15日目に、30日群(No.22, 23)では、術前15日および30日目に行った。

なお、口唇圧測定時に上・下顎歯列印象および前歯部咬合印象による石膏模型を作製し、さらに口腔内写真も撮影して参考資料とした。

e. 病理組織学的観察(B, CおよびD群)

手術後、B, C群は、5日、15日および30日目。D群は15日および30日目に薬殺し、資料を作製した。なお、対照群の組織標本も作製した。

また実験に伴う歯槽骨の改造状態を観察するために、塩酸オキシテトラサイクリン(商品名 Terramycin)を30 mg/kg 筋肉注射により、5日群では1回(手術後2日目)、15日群では2回(手術後2日および13日目)、30日群では3回(手術後2日、13日および28日目)投与を行った。

実験期間終了後直ちにラボナール系麻酔薬で薬殺し、観察部を切り出し、10%ホルマリン液で固定し、アセトン系列で脱水を行った。その後リゴラック樹脂に包埋し、硬組織薄片切断機(小坂製作所製CT-I型)を用いて唇舌の方向に50~80μの厚さで薄切し、非脱灰標本を作製した。非脱灰標本については、染色前に日本ソフテックス社製 Softex 撮影装置CSM型を用いて microradiogram を撮影し、また蛍光顕微鏡(日本光学製FL型、光源部は東芝製超高压水銀灯、Exciter はBBである)による観察を行い、組織学的検索の参考とした¹⁸⁻²¹⁾。その後、methylenblue-fuchsin 重染色を施し、光顕的観察を行った。

実験結果

1. 模型計測

模型計測では、上・下顎前歯の咬合状態は、上口唇1/2切除を行ったA群では術前と手術直後、15日、30日、60日、90日、120日および150日目ともに差を認めなかった。上口唇1/2切除を行ったB群では術前と手術直後、15日および30日目ともに著変を認めない。上口唇1/2切除と下顎前歯切端削合を併用したC群では、15日目で上顎前歯は約0.25mm舌側移動していたが、下顎前歯は模型計測ではほとんど移動が認められなかった。また、上顎前歯の舌側移動が起こったため15日目ですでに上・下顎前歯の咬合接触が起こった。15日目と30日目では著差を認めなかった。下顎前歯切端削合だけを行ったD群では、15日および30日目ともに術前との差は認められなかった。

2. 側貌頭部X線規格写真の分析

側貌頭部X線規格写真の分析は、上口唇1/2切除群(B群)、上口唇1/2切除および下顎前歯切端削合群(C群)

および下顎前歯切端削合群 (D群) について行った。

B群およびD群では、上・下顎骨内の implant pin は全く移動せず、上・下顎前歯の歯牙移動も認められなかった。C群では、図5に示すように上・下顎骨内の implant pin は全く移動しなかったが、上顎前歯の舌側移動が認められた。しかし、下顎前歯には歯牙移動は確認できなかった。

図5 C群：頭部X線規格写真の重ね合せ

3. 口唇圧測定

上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除を行ったA群、上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除を行ったB群および上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除と下顎前歯切端削合を併用して行ったC群では、上口唇縮小手術によって上口唇の幅が縮小され、口角部が前方に位置するようになり、これによって下口唇にはたるみが生じたが、このたるみは5日目ではすでに消失した。下顎前歯切端削合だけを行ったD群では、変化はなかった。

口唇圧の測定値は次のようであった。

a. A群 (上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除) の上口唇圧の変化

図6 A群の上口唇圧変化

A群の上口唇圧の変化は、表1、図6に示した。上口唇圧は、術前 $1.05 \sim 1.48 \text{ g/cm}^2$ 、平均 1.33 g/cm^2 であったものが、手術直後では、 $3.03 \sim 5.09 \text{ g/cm}^2$ 、平均 3.77 g/cm^2 と増加を示し、15日目ではやや減少して、 $2.66 \sim 4.09 \text{ g/cm}^2$ 、平均 3.25 g/cm^2 となり、30日目ではさらに減少して、 $2.31 \sim 2.86 \text{ g/cm}^2$ 、平均 2.67 g/cm^2 となり、60日目では、 $1.38 \sim 2.57 \text{ g/cm}^2$ 、平均 1.91 g/cm^2 とほぼ術前の圧力にもどり、90日目では、 $1.24 \sim 2.08 \text{ g/cm}^2$ 、平均 1.69 g/cm^2 、120日目では、 $1.13 \sim 2.26 \text{ g/cm}^2$ 、平均 1.50 g/cm^2 、150日目では、 $1.16 \sim 2.33 \text{ g/cm}^2$ 、平均 1.74 g/cm^2 であった。

上口唇圧は、手術直後、15日、30日目では、術前と1%の危険率で有意差があるが、60日目から150日目までは5%の危険率でも有意差はなかった。

b. B群 (上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除) の上・下口唇圧の変化

B群の上・下口唇圧の変化は、表2、図7、8に示した。上口唇圧は術前 $1.00 \sim 2.98 \text{ g/cm}^2$ 、平均 2.01 g/cm^2 であったものが、手術直後では、 $11.42 \sim 23.12 \text{ g/cm}^2$ 、平均 17.02 g/cm^2 と大きな増加を示し、術後15日目で

表1 A群の上口唇圧

		術前	術直後	15日	30日	60日	90日	120日	150日
No. 1	M	1.47	5.09	4.09	2.86	2.57	2.08	2.26	2.33
	SD	0.20	0.81	0.69	0.88	0.10	0.27	0.60	0.47
No. 2	M	1.05	3.03	2.66	2.31	1.38	1.24	1.14	1.16
	SD	0.17	0.62	0.40	0.40	0.19	0.13	0.17	0.09
No. 3	M	1.48	3.20	3.00	2.83	1.77	1.76	1.13	1.72
	SD	0.18	0.38	0.45	0.50	0.23	0.30	0.22	0.51
全群の平均	M	1.33	3.77	3.25	2.67	1.91	1.69	1.50	1.74
	SD	0.25	1.14	0.75	0.31	0.60	0.42	0.65	0.59
口唇圧増加量			2.44	1.92	1.34	0.58	0.36	0.17	0.41

M: 平均値 SD: 標準偏差

単位: g/cm^2

表2 B 群 の 口 唇 圧

No.			上　口　唇　圧				下　口　唇　圧				
			術　前	術 0日	術 15日	術 後 30日	術　前	術 0日	術 15日	術 後 30日	
5 日 群	4	M	1.00	22.00			1.24	0.51			
		SD	0.20	2.03			0.24	0.15			
	5	M	1.91	11.73			1.18	0.46			
		SD	0.11	2.00			0.38	0.09			
	6	M	1.74	18.50			1.36	0.47			
		SD	0.26	3.90			0.32	0.16			
15 日 群	7	M	2.98	12.43	5.70		1.28	0.76	1.00		
		SD	0.65	2.19	0.97		0.28	0.26	0.36		
	8	M	1.72	11.42	5.72		1.46	0.30	1.10		
		SD	0.34	2.00	0.88		0.34	0.08	0.28		
	9	M	1.88	23.12	7.46		2.00	0.86	0.90		
		SD	0.24	6.10	1.05		0.41	0.51	0.19		
30 日 群	10	M	2.54	17.05	10.75	11.61	1.08	0.58	2.34	0.98	
		SD	0.16	1.66	1.58	2.50	0.18	0.17	0.48	0.36	
	11	M	2.32	19.92	7.71	10.86	1.62	0.72	1.96	2.94	
		SD	0.36	5.20	2.65	2.65	0.31	0.25	0.45	0.63	
全群の平均			M	2.01	17.02	7.47	11.24	1.40	0.58	1.46	1.96
			SD	0.60	4.68	2.06	0.53	0.29	0.19	0.65	1.39
口唇圧増加量				15.01	5.46	9.23		-0.82	0.06	0.56	

M: 平均値 SD: 標準偏差

単位: g/cm²

は, 5.70~10.75g/cm², 平均7.47g/cm²とやや減少したが, 術後30日目では, 10.86~11.61g/cm², 平均11.24g/cm²と再び増加した。

また, 下口唇圧は, 術前1.08~2.00g/cm², 平均1.40g/cm²であったものが, 手術直後では, 0.30~0.86g/cm², 平均0.58g/cm²と減少し, 術後15日目では, 0.90~2.34g/cm², 平均1.46g/cm²とほぼ術前の圧力にもどった。また術後30日目では, 0.98~2.94g/cm², 平均1.96g/cm²であった。

術前の上口唇圧と下口唇圧との間には, 5%の危険率で有意差はなかった, 上口唇圧は手術直後, 15日および30日目では, 術前と1%の危険率で有意差があった。下口唇圧は, 手術直後は術前と1%の危険率で有意差があったが, 15日目からは, 5%の危険率で有意差はなかった。

c. C群(上口唇1/2切除および下顎前歯切端削合)上・下口唇圧の変化

C群上・下口唇圧の変化は, 表3, 図7, 8に示した。

上口唇圧は, 術前1.16~2.64g/cm², 平均1.80g/cm²であったものが, 手術直後では, 8.38~25.53g/cm², 平均15.00g/cm²と大きな増加を示し, 術後15日目では, 7.71~14.73g/cm², 平均11.24g/cm²とやや減少し, 術後30日目では, 4.14~7.93g/cm², 平均6.04g/cm²とさらに減少した。

また下口唇圧は術前1.16~2.82g/cm², 平均1.76g/cm²であったものが, 手術直後では, 0.26~1.50g/cm², 平均0.71g/cm²と減少し, 術後15日目では, 0.96~2.16g/cm², 平均1.64g/cm²とほぼ術前の圧力にもどった。また術後30日目では, 2.06~2.66g/cm², 平均2.36g/cm²であった。

術前の上口唇圧と下口唇圧との間には, 5%の危険率で有意差はなかった。上口唇圧は手術直後, 15日および30日目でも術前より1%の危険率で有意差があった。下口唇圧は, 手術直後は1%の危険率で有意差があったが, 15日目より術前と5%の危険率で有意差はなかった。

d. D群(下顎前歯切端削合)の上・下口唇圧の変化

表3 C 群 の 口 唇 圧

No.			上　口　唇　圧				下　口　唇　圧				
			術　前	術　　　　　後			術　前	術　　　　　後			
				0　日	15日	30日		0　日	15日	30日	
5 日 群	12	M	2.40	19.28			1.59	0.48			
		S D	0.11	2.64			0.20	0.12			
	13	M	2.64	25.53			1.66	0.54			
		S D	0.25	4.01			0.21	0.18			
15 日 群	14	M	1.20	8.38	7.19		2.04	0.62	1.20		
		S D	0.16	3.15	0.97		0.30	0.09	0.31		
	15	M	1.16	10.88	7.17		1.16	0.26	1.63		
		S D	0.30	0.43	0.95		0.21	0.05	0.45		
	16	M	2.28	14.80	14.73		1.82	1.50	0.96		
		S D	0.26	1.64	1.20		0.32	0.27	0.29		
30 日 群	17	M	1.60	8.57	9.70	7.93	1.22	1.12	1.88	2.66	
		S D	0.26	1.19	1.03	1.62	0.21	0.21	0.17	0.51	
	18	M	1.30	17.40	9.80	4.14	2.82	0.42	2.16	2.06	
		S D	0.12	0.78	1.51	0.51	0.39	0.08	0.32	0.40	
全群の平均			M	1.80	15.00	11.24	6.04	1.76	0.71	1.64	2.36
			S D	0.63	6.30	4.80	2.68	0.56	0.44	0.42	0.42
口唇圧増加量				13.20	9.44	4.24		-1.05	-0.12	0.60	

M: 平均値 SD: 標準偏差

単位: g/cm²

図7 B・C・D群の上口唇圧変化

図8 B・C・D群の下口唇圧変化

表4 D群の口唇圧

No.		上口唇圧			下口唇圧		
		術前	術後 15日	術後 30日	術前	術後 15日	術後 30日
15日群	19 M	2.22	1.86		1.66	1.88	
	SD	0.21	0.26		0.76	0.71	
	20 M	1.90	1.70		0.96	1.60	
	SD	0.33	0.64		0.29	0.26	
	21 M	1.04	1.50		2.16	2.12	
	SD	0.15	0.28		0.32	0.67	
30日群	22 M	1.14	1.26	1.82	1.26	1.10	1.18
	SD	0.12	0.13	0.20	0.16	0.20	0.32
	23 M	0.84	1.12	0.84	1.52	1.91	1.92
	SD	0.23	0.12	0.18	0.20	0.14	0.37
全群の M		1.43	1.49	1.33	1.51	1.72	1.55
平均 SD		0.60	0.30	0.70	0.45	0.39	0.52
口唇圧増加量		0.06-0.10			0.21 0.04		

M: 平均値 SD: 標準偏差 単位: g/cm²

D群上・下口唇圧の変化は、表4, 図7, 8に示した。上口唇圧は、術前 0.84~2.22g/cm², 平均 1.43g/cm², 術後15日目では、1.12~1.86g/cm², 平均 1.49g/cm², 術後30日目では、0.84~1.82g/cm², 平均 1.33g/cm²であった。

また下口唇圧は、術前 0.96~2.16g/cm², 平均 1.51g/cm², 術後15日目では、1.10~2.12g/cm², 平均 1.72g/cm², 術後30日目では、1.18~1.92g/cm², 平均 1.55g/cm²であった。

従って、上・下口唇圧は、術前、15日、30日目ともに5%の危険率でそれぞれに有意差はなかった。

e. A, B, CおよびD群相互の比較

前術の上口唇圧は、A, B, CおよびD群間に5%の危険率で有意差はなかった。下口唇圧も、測定を行っていないA群以外は、全群、5%の危険率で有意差はなかった。

A群とB, D群を比較すると、手術直後、15日、30日目ともに5%の危険率で有意差があった。

B群とD群の上口唇圧は、手術直後および15日目では、5%の危険率で有意差はなかったが、30日目では、1%の危険率で有意差があった。下口唇圧は、全期間を通じて、5%の危険率で有意差はなかった。

4. 病理組織学的所見

a. B, CおよびD群の対照群 (No. 24, 25, 26)

1) 上顎

上皮付着の位置、歯肉粘膜の組織学的性状に異常所見を認めない。歯根膜腔の幅は、舌側の歯頸部でわずかに拡大する。歯根膜線維は線維束を形成して、歯頸部では歯槽骨内側面から水平に、中央部では斜め下方に、根尖部では歯槽骨面へ向って放射状に走行し、各々セメント質へ埋入する。各線維束間は疎性結合組織で満たされ、神経脈管腔を容れている。唇側歯槽骨は、その外側面、内側面ともにほぼ滑らかな表面を有するが、内側外基礎層板は部分的に菲薄化、あるいは消失する。舌側歯槽骨は、軽度の凹凸を示すが、内・外側の外基礎層板、ハーバース層板、および介在層板は、いずれも比較的鮮明に認め得る。なお、歯根 $\frac{1}{2}$ より根尖にかけてフクシンに染まる薄い osteoid seam を認め、この部はテトラサイクリンでラベルされ、microradiogram では低石灰化状態を示す。歯槽骨外側面は外基礎層板で構成されており、外骨膜は正常像を呈する部が多い。osteocyte および骨小腔は正常像を呈するものが多い。しかし、舌側の歯根 $\frac{1}{2}$ から根尖にかけては骨小腔が拡大し、osteocyte も膨化、あるいは消失して empty lacunae を呈するものも認める。髓腔、ハーバース管内壁面には osteoid seam の形成を認める。この部はテトラサイクリンでラベルされ、microradiogram では低石灰化像を示す。セメント質は、舌側根中央部から根尖部にかけて肥厚し、セメント芽細胞、cementoid も認められる。

2) 下顎

歯根膜腔の幅、歯根膜組織およびセメント質の組織学的性状は、前述した上顎のそれとの間に著変を認めない。唇側歯槽頂部内側面に数個の osteoclast の出現を伴った吸収窩を認めるものもある。その他には、上顎との著差を認めない。

b. B群 (上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除)

1) 5日目

a) 上顎

唇側：歯肉には著変を認めない。歯根膜腔の幅は、ほぼ正常である。No. 4では、歯槽頂部と根尖部に幼若な結合組織の増生が認められるが、根中央部は、ほぼ正常である。No. 5では歯槽頂部から根尖部のシャープピー線維は減少し、走行の不整あるいは断裂が認められ、線維芽細胞が増生する。No. 6では、歯槽頂部に幼若な結合組織が増生するが、それより下部では、ほぼ正常構造を保つ。また、全例とも、血管の拡張を認める。骨組織およびセメント質には著変を認めない。

舌側：歯肉には、著変を認めない。歯根膜腔の幅は、ほぼ正常であるが、No.5 は根中央部で狭窄する。歯根膜は、歯槽頂部から根尖部に至る部のシャープピー線維は減少し、走行の不整あるいは断裂が認められ、線維芽細胞が増生する。血管の拡張を認める。No.6 では、歯槽頂部から根中央部にかけては、ほぼ正常構造を保つ。骨組織およびセメント質には著変を認めない。

b) 下顎

歯根膜腔の幅、歯肉、歯根膜組織、歯槽骨およびセメント質の組織学的性状は、ほぼ上顎と同様の所見である。

2) 15日目 (No.7, 8, 9)

a) 上顎

唇側：歯肉には、著変を認めない。歯根膜腔の幅は、ほぼ正常である。歯槽頂部から根尖部に至る歯根膜線維は、減少し走行の不整あるいは断裂が認められ、歯根膜に線維芽細胞が増生する。しかし、No.8 の根中央部付近ではほぼ正常な構造を保つ。歯槽骨内側面には著変を認めない。歯槽骨外側面は、ほぼ滑平であるが、外骨膜は肥厚して幼若結合組織が増生する。セメント質には著変を認めない。

舌側：歯肉には、著変を認めない。歯根膜腔の幅は、ほぼ正常である。歯槽頂部から根尖部にかけて歯根膜線維は減少し走行の不整あるいは断裂が認められ、歯根膜に線維芽細胞が増生する。No.7, 9 では、歯根中央部付近では、ほぼ正常構造を保つ。歯槽骨内側面には著変を認めない。歯槽骨外側面は、No.7, 8 では、osteoid seam の形成を認めるが、No.9 は、歯根中央部に osteoclast を伴う窩状吸収を認める。外骨膜は肥厚し、幼若結合組織の増生を認める。セメント質には著変を認めない。

b) 下顎

歯根膜腔の幅、歯肉、歯根膜組織、歯槽骨およびセメント質の組織学的性状は、ほぼ上顎と同様の所見である。

3) 30日目 (No.10, 11)

a) 上顎

唇側：歯肉には著変を認めない。歯根膜腔の幅は、ほぼ正常である。歯槽頂部から根尖部にかけて、歯根膜線維は減少し、走行の不整あるいは断裂が認められ、さらに歯根膜に線維芽細胞の増生および毛細血管の新生、拡張が認められる。歯槽骨内側面には著変を認めない。歯槽骨外側面は、No.11では、歯槽頂部はほぼ滑平であるが、それより下部では、osteoblast による osteoid seam の形成を認める。またNo.10では、osteoclast を伴う窩

状吸収がみられる。この部にテトラサイクリンはラベルされておらず、microradiogram では、吸収層に近接する骨組織の石灰脱出は認め難い。いずれも、この部の外骨膜下には、幼若結合組織が増生する。

舌側：歯肉には、著変を認めない。歯根膜腔の幅は、歯槽頂部では、やや広がる。No.10 では、根尖部もやや拡大している。歯槽頂部から根尖部にかけての歯根膜線維は、減少し、走行の不整あるいは断裂が認められ、歯根膜に線維芽細胞が増生する。しかし、No.11 の歯根膜中央部付近では、ほぼ正常構造を示す。血管は軽度に増生し、拡張する。歯槽骨内側面では、著変を認めない。歯槽骨外側面は、No.11 では、軽度の造骨あるいは吸収が認められる。この部の外骨膜下には幼若結合組織が増生する。セメント質には著変を認めない。

b) 下顎

歯根膜腔の幅、歯肉、歯根膜組織、歯槽骨およびセメント質の組織学的性状はほぼ上顎と同様の所見である。

c. C群 (上口唇縮小および下顎前歯切端削合)

1) 5日目 (No.17, 18)

a) 上顎 (図9)

唇側：歯肉には著変を認めない。歯根膜腔の幅は、歯頸部がやや拡大し根尖部で狭窄する。歯頸部から根尖部

図9 C群 5日目 上顎

歯根膜腔は、唇側歯槽頂部および舌側根尖部で拡大し、唇側根尖部および舌側歯槽頂部で狭窄する。歯槽骨には、ほとんど変化がない。

非脱灰標本 M.F. ×6

に至る歯根膜線維は、減少し走行の不整あるいは断裂が認められ、線維芽細胞に富む幼若結合組織が増生する。根中央部の斜線維は、部分的に正常構造を保つ。歯頸部から根 $\frac{1}{3}$ 部に至る歯槽骨の内側面は軽度ながらフクシンに濃染する新生骨が認められる。この部は、テトラサイクリンでラベルされており、microradiogramでは、低石灰化を示す。しかしながら骨周囲に osteoblast は認められない。根 $\frac{1}{3}$ 部から根尖部では、少数の osteoclast の出現を伴って窩状に吸収する。この部は、テトラサイクリンでラベルされておらず、microradiogramでは、吸収面に近接する骨組織の石灰脱出は認め難い。この吸収面に接する osteocyte は、変性、消失するものが多いが、深層では著変を認めないものが多い。外骨膜下には幼若結合組織が増生し、osteoid seam の形成を認めるが、osteoblast は認めない。セメント質には著変を認めない。

舌側：歯肉には著変を認めない。歯根膜腔の幅は、歯槽頂部では狭小化し、根尖部でやや拡大する。歯槽頂部から根尖部にかけての歯根膜線維は、図10に示したように減少し走行の不整あるいは断裂が認められ、幼若結合組織が増生する。中央部から根尖部にかけては部分的に正常構造を保つ。血管はほぼ正常である。歯槽頂部の歯槽骨内側面は、少数の osteoclast を伴う窩状吸収を示す。

図10 C群 5日目 上顎舌側歯槽頂部

歯根膜組織には、線維の断裂や消失がかなり強く認められ、幼若な結合組織が増生。歯槽骨の変化は軽度。

非脱灰標本 H.F. $\times 100$

この部は、テトラサイクリンでラベルされず、microradiogramでは、吸収面に近接する骨組織の石灰脱出は認めない。それより下部では、ほぼ平滑である。外側面には、osteoid seam の形成を認める。この部は、テトラサイクリンでラベルされている。正常な osteoblast は認めない。外骨膜には、幼若な結合組織が増生する。セメント質には著変を認めない。

b) 下顎

歯根膜腔の幅、歯肉、歯根膜組織、歯槽骨およびセメント質の組織学的性状は、上顎とほぼ同様の所見である。

2) 15日目 (No.19, 20, 21)

a) 上顎 (図11, 12, 13)

唇側：歯肉には著変を認めない。歯根膜腔は、歯槽頂部で拡大し、根尖部で狭窄する。歯根膜は、歯槽頂部から根尖部に至るまでのシャープピー線維は消失し、歯根膜全体に多数の線維芽細胞がビマン性に増生する。毛細血管は増生し、また拡張する。歯槽骨内側面は、図14に示したように歯槽頂部から根 $\frac{1}{3}$ 部に、osteoid seam の形成を認める。この部は、テトラサイクリンでラベルされている。microradiogramでは、低石灰化を示す。骨周囲に osteoblast は認めない。根 $\frac{1}{3}$ 部から根尖部にかけては、図15に示したように数個の osteoclast の出現

図11 C群 15日目 上顎

歯根膜腔は、唇側歯槽頂部、舌側歯槽頂部および舌根尖部で拡大。舌側歯槽頂部および唇側根尖部は吸収を、唇側歯槽頂部および舌側根尖部には造骨を認める

非脱灰標本 M.E. $\times 6$

図12 C群 15日目 上顎

唇側歯槽頂部, 舌側根尖部および骨髄周囲骨表面は, テトラサイクリンでラベルされており, 造骨機転を示す (矢印)。

T.C. 生体染色 ×40

図14 C群 15日目 唇側歯槽頂部

歯根膜には, 幼若な結合組織の増生を認め, シャーピー線維は消失している. 歯槽骨内側面には, 増骨を認め, 外側面には吸収を認める.

非脱灰標本 M.F. ×100

図13 C群 15日目 上顎

唇側歯槽頂部および舌側根尖部は低石灰化を示す (矢印). 唇側根尖部および舌側歯槽頂部には低石灰化は認めない.

microradiogram ×6

図15 C群 15日目 唇側根尖部

歯槽骨内側面には, 数個の osteoclast を伴う窩状吸収を認め, 骨髄腔には osteoblast を伴う造骨を示す.

非脱灰標本 M.F. ×100

を伴う窩状吸収を認め、外基礎層板はほとんど消失する。この部はテトラサイクリンでラベルされておらず、microradiogramでは吸収面に近接する骨組織の石灰脱出は認めない。吸収部の osteocyte、骨小腔は、正常を示すものが多いが、一部 osteocyte は変性あるいは消失して、骨小腔の拡大を伴う。骨髓腔、ハーバース管壁では、osteoid seam の形成をみる。この部は、テトラサイクリンでラベルされている。歯槽骨外側面は、osteoclast の出現を伴う窩状吸収を認め、外骨膜は肥厚し、幼若結合組織が増生する。セメント質に軽度吸収を認める。

舌側：歯肉には著変はない。歯根膜腔の幅は、骨吸収が著明な歯槽頂部では拡大するが、根中央付近では狭窄し、根尖部で再び軽度拡大する。歯根膜は、全体的にシャープ線維は消失し、ビマン性に多数の線維芽細胞が増生する。毛細血管は増生し、拡張が認められる。

歯槽骨内側面は、歯槽頂部から根 $\frac{1}{3}$ 部では図16に示したように数個の osteoclast の出現を伴う窩状吸収を認め、外基礎層板はほとんど消失し、ハーバース管および骨髓腔が露出するものも見られる。この部はテトラサイクリンでラベルされず、microradiogramでは、吸収面

図16 C群 15日目 舌側歯槽頂部

歯槽骨内側面には、吸収窩を明瞭に認めるが、osteoclast の出現は少ない。外基礎層板はほとんど消失している、歯根膜に、線維芽細胞が増生し、骨細胞は一部変性しているものも認める。

非脱灰標本 M・F・ ×100

図17 C群 15日目 舌側根尖部

歯根膜側歯槽骨表面に osteoid seam を認め、歯根膜には幼若な結合組織が増生。

非脱灰標本 M・F・ ×100

に近接する骨組織の石灰脱出は認めない。根 $\frac{1}{3}$ 部から根尖部にかけては、図17で示したように osteoblast の出現を伴う osteoid seam の形成を認める。この部はテトラサイクリンでラベルされ、microradiogramでは、低石灰化像を呈す。この部の osteocyte および骨小腔は、正常像を示すものが多いが、一部 osteocyte が変性あるいは消失して、骨小腔の拡大したものを認める。骨髓腔、ハーバース管壁では、osteoid seam の形成を認める。この部は、テトラサイクリンでラベルされている。歯槽骨外側面は、osteoblast による osteoid seam の形成、あるいは osteoclast を伴う窩状吸収が認められる。外骨膜は肥厚し、幼若結合組織が増生する。セメント質に軽度の増生を認める。

b) 下顎

歯根膜腔の幅、歯肉、歯根膜組織、歯槽骨およびセメント質の組織学的性状に、上顎との差を認めない。

3) 30日目 (No.22, 23)

a) 上顎 (図18)

唇側：歯肉には著変を認めない。歯根膜腔は、歯頸部と根尖部で、やや拡大する。歯根膜組織は、歯槽頂から根尖部までのシャープ線維は細く、疎性で、走行の不整が認められ、歯根膜全体に多数の線維芽細胞が増生する。歯槽頂部歯槽骨は、図19に示したように内外共に造

図18 C群 30日目 上顎

歯根膜腔は、歯槽頂部と根尖部でやや拡大する。唇側および舌側の歯槽骨内側面に増骨を認める。

非脱灰標本 M・F・ ×6

図19 C群 30日目 上顎唇側歯槽頂部

歯槽頂部は、内外ともに造骨が認められる。歯根膜線維は、粗性で走行の不整も見られ、線維芽細胞が増生する。

非脱灰標本 M・F・ ×100

骨が認められる。それより下部にも、新生骨の形成がみられる。この部は、テトラサイクリンでラベルされ、

microradiogram では、低石灰化像を示す。しかしながら、骨周囲に正常な骨芽細胞は比較的少ない。外側骨表面には、osteoblast の出現を伴う osteoid seam の形成を認める。この部は、テトラサイクリンでラベルされている。外骨膜は肥厚し、幼若結合組織も増生する。セメント質には著変を認めない。

舌側：歯肉には著変を認めない。歯根膜腔は、歯頸部と根尖部でやや拡大する。歯根膜組織は、歯槽頂から根 $\frac{1}{2}$ 部までのシャーピー線維は細く疎性であり。走行の不整も認められ、さらに歯根膜全体に多数の幼若結合組織が増生する。それより下部では、シャーピー線維の走行不整、あるいは血管の新生、拡張などは軽度である。歯槽頂の歯槽骨内側表面は、図20に示したように凹凸不整を示し、多染性に濃染する新生骨が認められる。この部は、テトラサイクリンでラベルされ、microradiogram では、図21に示したように低石灰化像を示す。しかし、正常な osteoblast は比較的少ない。歯槽頂付近より下部には、一層の増骨が認められる。この部も、テトラサイクリンでラベルされている、多くの骨髓腔、ハーバース管内壁面では、osteoblast による osteoid seam の形成を認める。この部は、テトラサイクリンでラベルされている。セメント質には著変を認めない。

図20 C群 30日目 上顎舌側歯槽頂部

歯槽骨内側表面は凹凸不整を示し、表面に新生骨を認める(矢印)。歯根膜は、幼若な結合組織が増生。

非脱灰標本 M・F・ ×100

図21 C群 30日目 上顎舌側歯槽頂部
吸収窩の骨添加部は、低石灰化を示す(矢印).
microradiogram ×40

b) 下顎

上皮, 歯根膜腔の幅, 歯根膜組織, 歯槽骨およびセメント質の組織学的性状に上顎との差を認めない.

d. D群 (下顎前歯切端削合)

1) 15日目

a) 上顎

唇側: 歯肉には著変を認めない. 歯根膜腔の幅はほぼ一定で正常である. 歯根膜の歯槽頂部のシャーピー線維は細く疎性となり, 走行の不整も認められ, 歯根膜全体に線維芽細胞が増生する. それより下部ではこれらの変化はやや軽度である. 歯槽骨内側面では著変を認めない.

舌: 歯肉には著変を認めない. 歯根膜腔の幅は, 歯槽頂部で軽度拡大するが, その他の部ではほぼ正常である. 歯根膜線維は歯槽頂部から根尖部にかけて減少し, 走行の不整あるいは断裂も認められ, 歯根膜全体に多数の線維芽細胞が増生する. 歯槽頂部から根尖部に至る歯槽骨組織, セメント質には著変を見出し得ない.

b) 下顎

歯根膜腔の幅, 歯肉, 歯槽骨およびセメント質の組織学的性状は, ほぼ上顎と同様の所見である. ただし歯根膜組織の変化は上顎と比較してやや著しい.

2) 30日目

a) 上顎

唇側: 歯肉に著変はない. 歯根膜腔の幅はほぼ一定で正常である. 歯根膜では, 歯槽頂部から根尖部にかけてシャーピー線維は減少し, 走行の不整あるいは断裂が認められ, 歯根膜全体に多数の線維芽細胞が増生する. 骨組織, セメント質に著変を認めない.

舌側: 歯肉に著変を認めない. 歯根膜腔の幅は, ほぼ一定で正常である. 歯根膜は, 歯槽頂部から根尖部にかけてシャーピー線維は減少し走行の不整あるいは断裂が認められ, 歯根膜全体に多数の線維芽細胞が増生する. 血管も軽度増生する. 図22に示したように骨組織, セメント質に著変を認めない.

図22 D群 30日目 上顎根尖部

歯根膜線維は減少し, 走行の不正あるいは断裂が認められ, 歯根膜全体に多数の線維芽細胞の増生する, 骨組織およびセメント質に著変を認めない.

非脱灰標本 M・F. ×100

b) 下顎

歯根膜腔の幅, 歯肉, 歯根膜組織, 歯槽骨およびセメント質の組織学的性状は, ほぼ上顎と同様の所見である.

考 察

1. 口唇圧の変化について

上口唇縮小術直後の上口唇圧増加量は, A群(上口唇 $\frac{1}{3}$ 切除)では, 平均 2.44g/cm^2 , B群(上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除)では, 平均 15.01g/cm^2 , C群(上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除および下顎前歯切端削合)では, 平均 13.20g/cm^2 であった. 口唇切除量の大きいB・C群は, A群に比べ術後の口唇圧増加量は大きかった. このことは, 口唇・口蓋裂患者における口唇形成手術後の口唇圧の増加量が, 裂幅の大きな症例, すなわち, 組織欠損量が大きいほど術後の口唇圧が増大する傾向を認めるという北島(1977)²²⁾の報告と一致する. 術後15日目には, A群では 1.92g/cm^2 ,

B群では 5.46g/cm^2 , C群では 9.44g/cm^2 となり, 30日目には, A群では 1.34g/cm^2 , B群では 9.23g/cm^2 , C群では 4.24g/cm^2 と減少した, このように, 15日, 30日目においても B・C群がA群よりも明らかに術後の口唇圧は大きかった. このことは, 口唇切除量の大きな B・C群においては, 手術により増強された上口唇圧がA群よりも長期にわたって維持されるであろうことを推察させるものである. また, 30日目の B群に比べ, C群の口唇圧増加量が小さくなったのは, C群では歯の舌側移動が生じたことが原因ではないかと考える.

次に A群では手術により増強された上口唇圧はその後, 15日, 30日と減少を続け60日目まで減少を続けた. 60日目から 150日目までは変化はなく, ほぼ術前の口唇圧に等しくなった. 口唇形成手術後の上口唇圧の変化を測定した研究は, 北島のヒトの生後 3.5~5カ月の乳児による報告をみるにすぎない. 著者とは計測部位等に違いがあるが, 彼は口唇形成手術直後いったん増加した口唇圧が, 約10カ月後には著しく減少し, 前術の口唇圧とほぼ同程度となると報告している. そして, このことから, 直接に上顎の成長発育に影響を与える期間は永くとも手術後約10カ月以内であると推測している. また, 阿部¹²⁾ は, 模型計測による研究で, 口唇形成手術後 2~4カ月間, 上顎歯列弓は著しい抑制を受けるが, その後は比較的順調な成長を続けると報告している. 著者の実験でも A群では, 手術後増加した上口唇圧は, 60日目頃には術前の上口唇圧とほぼ同程度になる. よって, 手術直後から60日目頃までが北島²²⁾, 阿部¹²⁾ が述べている上顎あるいは上顎歯列弓の成長に抑制を与えている期間ではないかと推察される. 従って, 口唇形成術が上顎歯列弓に与える発育抑制は, ある限られた比較的短い期間であろうということが判明した. このことは, 口唇裂だけの患者では, 口唇形成手術後には上顎の発育抑制はほとんど受けないという吉岡⁹⁾, 鈴木¹⁰⁾, 辻¹¹⁾らの報告と一致するものである. 従来の報告にあるような唇顎口蓋裂患者の形成手術後の上顎の劣成長は, 口唇形成手術による影響よりも, 合併する口蓋裂の存在および口蓋形成手術など他の因子が大きく影響していると思われる.

上口唇縮小術後の下口唇圧の変化についての報告は, 現在のところ皆無である. そこで著者は下口唇圧の測定も行った. 下口唇圧は, B, C群ともに基本的には同様の変化を示した. すなわち, 手術直後に下口唇圧は一時的に減少するが, 15日, 30日目では, 術前と有意な差はなかった. よって, 手術後の下口唇圧変化は, 上・下顎

歯列弓には影響を及ぼさないものと思われる. 下口唇圧が手術直後に一時減少する原因としては種々考えられるが, 手術によって上口唇幅が縮小され口角部が前方に位置するため, 下口唇にたるみが生じることが最も影響していると思われる. このたるみは, 5日目にはすでに消失しており, 下口唇圧は術前の圧とほぼ同様になっていることから裏付けられる.

D群 (下顎前歯切端削合) では, 上口唇縮小術を施していないため当然のことながら, 上・下口唇圧ともに変化は認められなかった.

2. B, C, D群の歯牙移動について

周知の通り, 成猿でも生理的に歯槽骨および歯周組織には, 骨改造機能が常に認められる. 従って, これらの変化と実験による影響とを区別するために対照群の観察を十分に行い, 対照に比して質的ならびに量的に明らかに差異のあるものを実験による直接的影響として取扱った.

さて, 上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除を行った B群では, 上・下顎ともに実験期間に関係なく, 歯根膜には部分的に歯根膜線維の走行不整あるいは断裂が認められ, 線維芽細胞の増生および毛細血管の新生, 拡張も認められる. しかし, 歯槽骨およびセメント質には, 対照との間に著差を認めない. また, 下顎前歯切端削合のみを行った D群では, 15日, 30日目となるに従って, 歯根膜全体に線維芽細胞が増生する. しかし, 歯槽骨およびセメント質には著変を認めない.^{23), 24)} 歯牙は周囲歯槽骨の組織変化を伴って初めて移動したといえる²⁵⁾と考えられていることから, 本実験期間内では, B, D群ともに歯牙移動は起こっていないと判定しうる. しかし, 上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除および下顎歯切端削合を行った C群では, 5日目および15日目に歯槽骨の圧迫側すなわち, 唇側根尖部付近および舌側歯槽頂部付近には吸収機転が, 牽引側の唇側歯槽頂部付近および舌側根尖部付近には造骨が起こっていた. さらに唇側および舌側の歯根膜では線維の断裂や幼若結合組織の増生が認められた. 従って, 上・下顎前歯は舌側に向って傾斜移動²⁶⁻²⁸⁾を生じたと考えられる. また30日目では, 吸収窩に造骨が見られることから, 新しい位置に安定を始めたと考えられる.

3. C群の組織変化について

人為的に歯牙の移動を行った場合, 歯を動かす力の強弱によって, 歯周組織とくに骨と歯根膜の組織変化に差異が認められることは, Sandstedt (1904)²⁹⁾, Oppenheim (1944)³⁰⁾, Reitan (1951)³¹⁾をはじめ数多く

の報告によって明らかにされている。すなわち、弱い力加歯にすれば圧迫側には歯根膜の硝子様変性はおこらず、骨表面の吸収すなわち直接性吸収がみられる、強い力では歯根膜の圧縮によって硝子様変性が生じ、これに伴って骨髄側および硝子様変性に隣接する部から穿下性吸収が生じる。また牽引側では、弱い力、強い力ともに骨の添加が起こると述べている。以上の所見が歯牙移動時における圧迫側・牽引側の基本的な組織変化であると思われる。

次に歯牙移動時の初期の骨変化については、藍原 (1969)³²⁾ は、弱い力 (100 g 以下の力) でも 1 日目の圧迫側に直接吸収を認め、牽引側には 3 日目頃から歯槽骨表面に骨芽細胞の配列を認めると報告している。また、本実験と同じ 5 日目の所見としては、佐々木 (1967)³³⁾ が、犬の歯を舌側弧線装置を用いて 20~40 g の力で移動したとき、牽引側には旺盛な骨新生が、圧迫側には著しい直接吸収が起こったと報告している。また、7 日目では Buck (1972)³⁴⁾ はヒトの上顎第一小白歯を 70±7 g の力で傾側移動させたとき、圧迫側に破骨細胞による穿下性吸収を認めたと述べ、藤井 (1972)³⁵⁾ は猿の上顎第一小白歯を 45~50 g の力で遠心移動を行った場合、圧迫側には穿下性吸収を認め、牽引側には類骨組織の添加はほとんど認められなかったと述べている。

しかし、本実験 5 日目には圧迫側すなわち唇側根尖部付近および舌側歯槽頂付近において数個の破骨細胞を伴う軽度の直接性吸収を認めたが、穿下性骨吸収は認められなかった。牽引側の唇側歯槽頂付近では、わずかながら骨の添加を認めたが、造骨細胞は認めなかった。牽引側の舌側根尖部付近には骨の添加は認められずほぼ正常像を示していた。

このような本実験成績と上述したような従来の報告との間には、細胞の出現の時期および骨吸収程度に多少の差異が認められた。すなわち、従来の報告では 1~3 日で造骨細胞および破骨細胞の出現が盛んになるが、本実験では、5 日目においてもこれらの出現は軽度である。また従来の報告では、その吸収程度は著明であるが、本実験では、軽度であった。その理由については、動物、外力の質、方向および作用時間などの相違も考えられる。しかし、本実験が従来の研究に用いられた力の数分の 1 程度の弱いものであったということが、最も強く影響しているのではないかと考えられる。

本実験 15 日目の圧迫側の歯槽骨表面には、吸収窩は明瞭に認められるにもかかわらず、破骨細胞の出現は少な

かった。また牽引側にはすでに osteoid seam の形成が認められたが、造骨細胞はほとんど認められなかった。

周知の通り、歯牙移動中は圧迫側には多数の破骨細胞の出現を伴った窩状吸収を認め、牽引側には造骨細胞による骨の添加がみられるのが一般的である。サルを用いて本実験とほぼ同様な弱い力を作用させた木山 (1977)³⁶⁾ の報告では、下顎第一大臼歯を 10 g, 3 g の力で傾側に牽引した場合に、15 日目の圧迫側には多数の破骨細胞の出現を伴う窩状吸収を、牽引側には骨の新生を認め、歯牙移動に伴う組織変化が継続して起こっていることを示している。これに対して、本実験では一旦吸収された骨表面には、造骨細胞や破骨細胞の出現がほとんど認められなかったという所見は、15 日目にすでに上・下顎前歯が再び接触していたため、歯牙移動の停止に伴う組織変化であると考えられる。

30 日目では、圧迫側の舌側歯槽頂部付近および唇側根尖部付近に骨添加が起こっていた。しかし、唇側根尖部付近は、骨添加は軽度であった。吸収窩における骨添加については、Oppenheim (1930)³⁷⁾ は歯牙に加えられた圧が生理的範囲内になると吸収が停止し、修復性の骨添加が起こると述べている。本実験では、生理的な口唇圧値より高い状態が維持されていたにもかかわらず、すでに 15 日目では上・下顎前歯の接触が再び起こっていた。従って、増強された口唇圧は、この上・下顎前歯の接触によって歯牙を移動させるには至らず、15 日目まで認められていた吸収窩の表面に、骨の添加が起こったものと考えられる。また牽引側では、唇側歯槽頂付近は骨の添加が起こっているが、舌側根尖部付近では認められず、ほぼ正常像を呈していた。これらの組織所見は、歯牙がその新しい位置に安定を示したのと考えられる。

また、本実験では歯槽頂付近と根尖付近の骨の添加量に差異が認められた。すなわち歯槽頂付近にはまだ修復が行われているにもかかわらず、根尖付近はほとんど修復が終了しておりほぼ正常像を呈していた。この差異について中村 (1967)³⁸⁾ は、力学的に歯槽頂付近に圧が集中しやすいと述べている。ゆえに、歯槽頂付近は歯牙移動の初期から影響を受け、さらに他の部よりも長期におよぶ変化が認められたのと考えられる。

歯根膜線維については、一般的には歯牙が移動する場合、牽引側シャーピー線維は伸展され、圧迫側では圧縮されるといわれている、やがて機能的要求に耐え得る構造になるため、シャーピー線維の機能的再配列が起こり⁴²⁾ またその力が強い場合は、シャーピー線維の硝子様

変性が起こるといわれている。

本実験5日目においては、圧迫側および牽引側ともに歯根膜には線維の断裂や消失がすでにかなり強く認められ、かつ幼若な結合織の増生を伴っていたが、硝子様変性はまったく認めえなかった。このように、歯根膜の初期変化は従来の報告と本実験成績との間に差異が認められた。この原因としては種々の因子が考えられるが、著者は本実験が弱い力による歯牙移動であるということが最大の原因であろうと考える。すなわち、本実験における上口唇圧の増加量は 13.2g/cm^2 で従来の報告に比べかなり小さい方である。Schwarz (1932)³⁹⁾ は、矯正力によって生じる生物学的効果を4段階に分けている。その第1段階は、わずかな力（歯根膜に何の変化ももたらさないもの）、第2段階は、弱い力（毛細血管圧 $20\sim 26\text{g/cm}^2$ 以下で、歯槽骨に直接性吸収を起こす）、第3段階は、中等度の力（血管をちょうど閉鎖する程度の力で歯根膜に壊死を起こす）、第4段階は、強い力（圧迫側の壊死した歯根膜を圧縮し、穿下性吸収を起こす）である。この基準に従えば、本実験の増加量は2段階の弱い力に相当する。このことが圧迫側歯根膜線維に硝子化が起こらず、幼若結合織が増生した最大の理由であると思われる。

また5日目では、歯槽骨の変化は極めて軽度であったにもかかわらず、歯根膜にはかなりの変化が認められた。出口 (1970)⁴⁰⁾ は、ラットの臼歯間にゴム片を挿入して、3日目の歯根膜の細胞増殖に関する検索を加えている。それによると牽引側、圧迫側とも線維芽細胞の著しい増加およびそれらの tritiated thymidine の旺盛なとり込みを認めている。このことから、彼は従来から報告されている圧迫側の歯根膜の圧縮、牽引側の伸展という比較的単純な組織変化に対して、かなり異った見解を報告している。このことは、歯牙移動に伴う歯根膜の初期変化として、当然退行性変化がおけるとともに、幼若細胞による再生への機転がすでに起こっていることを示すものである。

また本実験5日目には、骨の変化よりも歯根膜の変化を主とする所見が認められた。骨組織の吸収あるいは新生を期待するためには、当然その周辺の間葉系組織の幼若化がまず起こり、ついで骨関連細胞の増殖、分化が起これると考えられる。したがって5日目に歯根膜が歯槽骨の変化に先行する所見が得られたことは、当然であろう。15日目では、幼若結合織の増生が著しくなる。これは、歯根膜の細胞の活性が高まり、修復が順調に行われ

ていることを物語っていると考えられる。30日目では、歯槽頂部を除く歯根膜腔の幅は正常化し、また、同部の歯槽骨表面はほぼ平滑な外基礎層板でおおわれていた。このことは、歯牙が新しい位置での安定を示す組織像であると考えられる。ただし、歯根膜は依然として15日とほぼ同様な所見を示し、いまだ幼若な結合織が増生していた。これは、歯槽骨の完全な修復への準備状態として残存しているものと考えられる。

4. 歯牙の植立位置に及ぼす因子について

従来の歯牙移動に関する報告は、歯牙移動力としては機械力によるものが大部分であり、口腔周囲軟組織圧を利用した実験は少ないようである。Weinstein (1967)⁴¹⁾ は、ヒトの小白歯の頰側あるいは舌側に突起物を付着すると、突起物と反対方向に歯牙が移動する。その際、静止時の頰圧 1.68g 程度の弱い力であっても、作用時間が十分長ければ歯牙を動かし得る述べている。また、Reitan (1969)⁴²⁾ も同様の実験で、8週間後に突起物と反対方向に歯牙移動が起こったと述べ、このとき突起物に働く筋圧の推定値を $3\sim 7\text{g}$ と報告している。また、組織学的な検索を行った研究としては、本教室の永富⁴⁾ の口唇切除実験および伊藤⁵⁾ の舌排除実験がある。このいずれも口腔周囲軟組織の圧力バランスをくずすと歯牙移動が起こることを証明している。そこで、永富、伊藤の実験所見と、上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除と下顎前歯切端削合を併用したC群のそれとを比較してみると、骨吸収は基本的にはいずれも破骨細胞性骨吸収であった。しかし、歯牙移動が始まる時期については、多少の相違がみられた。すなわち、永富の実験では5日目から、造骨、骨吸収が顕著になる。伊藤の実験では、5日目には骨の改造は軽度であった。C群においても骨の改造は軽度であり、伊藤の実験と類似していた。15日では、永富の実験ではまだ骨改造が著しいが、伊藤の実験では吸収窩は認められるが破骨細胞の出現はみられていない。従ってC群の所見は、伊藤の実験の組織変化に類似するものと考えられる。30日目になると永富、伊藤の実験およびC群ともに吸収窩表面に骨添加がみられ、新しい位置に安定が始まった組織像を示した。C群は、その程度は軽微であるが、時間的推移という点でも伊藤の実験と類似していた。これは、伊藤の実験も舌圧を排除したために歯牙に加わる軟組織圧が主となるため、口唇圧を歯牙移動力としている点からC群との類似性が当然考えられる。ただC群の組織変化が伊藤の実験に比べて軽微であるのは、C群では歯牙に増強された口唇圧が加わるが反対側よりの舌圧も

作用しており、伊藤の実験では舌圧がまったく加わらないため、唇舌的力のバランスよりみると口唇圧が増強された形で加わることとなり、作用する力の強さに違いが生じた結果と推察した。一方、永富の口唇切除実験は、伊藤の舌排除実験および本実験のC群に比較すると早期から組織変化が起こっていた。この理由としては種々考えられるが、口唇切除実験では舌圧が、舌排除実験およびC群では口唇圧がそれぞれ歯牙移動力となっているが、口唇切除の場合は口腔を閉鎖するため舌を歯列に対し常に密着させようとしてその結果舌圧が異常に大きくなるのではないかと考えられ、これらの圧の強さの違いが大きく影響しているものと考えられる。

上述したように、頬圧であろうと口唇圧、舌圧であろうと、異常軟組織圧を歯牙に作用させると、その組織変化には多少の差異は認められるが、歯牙移動力となり得ることは確実であると言えよう。しかもそれらの異常圧は、数 g/cm^2 以下であっても可能であるということである。

しかし、本実験C群では術後の口唇圧の増加量は、上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除を行ったB群、上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除と下顎前歯切端削合を併用したC群ともに有意差はないにもかかわらず、B群では上・下顎前歯に歯牙移動は起こらず、C群では上顎前歯の舌側移動が起こった。この原因としては、B群とC群の実験方法の違いである咬合接触の有無が最も影響していたものと思われる。すなわち、上口唇縮小術によって生じた力は、咬合接触など抵抗するものがある場合は、歯牙移動を起こすまでには至らないものと考えられる。このことは、C群の15日目に再び咬合接触が始まると歯牙移動が停止し、新しい位置へ安定が始まることから推察される。

また、下顎前歯切端削合のみを行ったD群では、上・下顎前歯に歯牙移動は起こっていない。これは、術後の上・下口唇圧は術前と変化なかったためと考えられる。

従来から歯牙は軟組織圧が平衡関係を示す位置に安定される⁴³⁾と提唱されていることに対し、B群ではそのバランスをくずしたにもかかわらず歯牙の移動は認められなかったし、C群においても上・下顎前歯の再接触が起こった時点において歯牙の移動が停止していたという成績は、軟組織圧のバランスだけでなく咬合接触も歯牙植立位置の安定に重要な役割をもつことを示すものである。

従って、従来から提唱されているように、歯牙の植立位置の安定には軟組織圧も大きな因子として考えられ

るが、その他に、咬合接触力も木原(1975)⁴⁴⁾、白川(1978)⁴⁵⁾らが報告したような垂直的安定だけでなく水平的安定因子の一つとして加えるべきであることを本実験は示唆する。

結 論

人為的な上口唇縮小が前歯およびその歯周組織に及ぼす影響について成長が完了したカニクイザル(26頭)を用いて実験的研究を行い、次に述べるような結果を得た。

1. 上口唇縮小後の上口唇圧の増加量は、上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除群では手術直後は 2.44g/cm^2 、15日目は 1.92g/cm^2 、30日目は 1.34g/cm^2 であった。60日目から150日目までは明らかな変化は認められなかった。上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除群では、手術直後は 15.01g/cm^2 、15日目では 5.46g/cm^2 、30日目では 9.23g/cm^2 であり、上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除および下顎前歯切端削合群では、手術直後では 13.20g/cm^2 、15日目では 9.44g/cm^2 、30日目では 4.24g/cm^2 であった。

2. 上口唇縮小後の上口唇圧の増加量は、口唇切除量によって相違が認められ、口唇切除量が大きい群は、術後の口唇圧の増加量も大きい傾向を示し、かつ、切除量の小さい群よりも長期間高い圧を維持していた。

3. 上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除群では、手術直後増加した上口唇圧は次第に減少し、60日目に術前の上口唇圧とはほぼ同様になった。また、60日目から150日目の間は、術前の上口唇圧と有意差はなかった。すなわち、60日後には術前の上口唇圧とはほぼ同様になった。

4. 上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除を行っても、上・下顎前歯の咬合接触関係が保持されている場合は、上・下顎前歯に歯牙の移動は生じなかった。また、下顎前歯切端削合のみを行っても、上・下口唇圧はともに変化がないため30日間の実験期間内には上・下顎前歯の歯牙移動は生じなかった。

5. 上口唇 $\frac{1}{2}$ 切除と下顎前歯切端削合を併用した群では、5日目には歯根膜腔は拡大し、歯根膜線維の断裂や消失がすでにかなり強く認められ、かつ幼若な結合織の増生を伴っていたが、硝子化は認められなかった。圧迫側の歯槽骨は表面からの破骨細胞性吸収がみられるが、その程度は軽度であった。

15日目では、組織学的には上・下顎前歯の舌側移動が認められたが、計測的には下顎前歯には歯牙移動は確認できなかった。また、再咬合が始まっており、それに伴って歯牙移動の停止の所見が認められた。

30日目では、歯槽骨は新しい位置に安定を始めるが、

歯根膜では線維の断裂, 消失および線維芽細胞の増生が認められた。

以上の結果は, 歯牙の水平的植立位置の安定には, 軟組織圧が最も大きな因子であるという従来の所見を支持するものであるが, さらに咬合接触も水平的安定因子の一要素として加えるべきであることを示唆する。

また, 唇・顎・口蓋裂患者の口唇形成手術後の上顎および上顎歯列弓に及ぼす影響は, 手術後初期にはある程度認められるが, 一定期間後にはほとんど影響を与えないものと推察される。

稿を終るにあたり, 終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った矯正学教室佐藤通泰教授ならびに本学病理学教室の浦郷篤史助教授に深甚なる謝意を捧げます。

また, 御教授, 御校閲を賜った横田成三名誉教授, 山田建二郎助教授ならびに病理学教室船越啓右講師に衷心より深謝するとともに, 矯正学教室ならびに病理学教室の諸先生の御理解と御協力に謝意を表します。

引用文献

1. Brodie, A.G. : Muscular factors in the diagnosis and treatment of malocclusion, Angle Orthod. 23 : 71—77, 1953.
2. Rix, R.E. : Some observations upon the environment of the incisors, Dent. Record, 73 : 427—441, 1953.
3. Moyers, R.E. : Handbook of Orthodontics, The Year Book Publishers, Chicago, 1958, 89—110.
4. 永富照子 : 口唇が前歯およびその歯周組織に及ぼしている影響についての組織学的研究. 日矯歯誌 32 : 99—120, 1973.
5. 伊藤正彦 : 舌が前歯および歯周組織に及ぼす影響に関する病理組織学的研究, 九州歯会誌 28 : 582—604, 1975.
6. Dahle, E. : Craniofacial morphology in congenital clefts of the lip and palate. Acta Odont. Scand. 28 : 1—166, 1970.
7. 柴崎好伸 : 頭部X線規格写真法による片側性唇顎口蓋裂者の顎顔面頭蓋の形態に関する研究, 口病誌 40 : 476—497, 1973.
8. 香月 武・吉田由美子・他 : 成長した口蓋裂未手術例の頭部 X線規格写真による顎顔面発育の検討, 日口蓋誌 1 : 29—36, 1976.
9. 吉岡敏雄 : 兎唇, 口蓋裂の歯と顎の発育と構音障害に関する臨床的研究, 新潟医誌 71 : 22, 1957.
10. 鈴木正幹 : 口唇・顎・口蓋裂の研究, 医学研究 30 : 3886—3900, 1960.
11. 辻 忠良 : 口唇口蓋裂患者の上顎骨および上顎歯列弓の発育に関する研究, 口科誌 15 : 467—488, 1966.
12. 阿部本晴 : 口唇形成術後における上顎歯列弓の経時的変化に関する研究, 日口外誌 20 : 248—267, 1974.
13. Ritsilä, V., Alhopuro, S., et al al. : Closure of the physiological cleft upper lip in growing rabbits : An example of the effect of soft tissue changes on jaw growth, proc. Finn. Dent. Soc. 69 : 217—219, 1973.
14. 杉崎正志・本田富彦・他 : 家兎における生理的上唇裂閉鎖の顎発育に及ぼす影響について, 口蓋裂研究会会報 6 : 26—28, 1976.
15. Dücker, J. and Härle, F. : The influence of unilateral operation, with reference to the soft tissue only, on the growth of the skull. J. max-fac. Surg., 2—44, 1974.
16. 河合 幹・岸本 源・他 : 口唇形成術々式と顎発育, 口蓋裂研究会会報 5 : 9—13, 1976.
17. 根津 浩 : 正常咬合者と不正咬合者の上下顎前歯部における口腔筋圧の研究, 歯科学報 1 : 749—787, 1973.
18. 須賀昭一 : 硬組織と Tetracycline, 歯学 53 : 137—143, 1959.
19. 須賀昭一 : 硬組織の microradiography, 歯界展望 27 : 495—515, 1966.
20. 星野 孝・佐野精司・他 : テトラサイクリン骨標識法の吟味, 整形外科 18 : 501—508, 1967.
21. 大内邦彦 : 実験的歯牙移動時の歯槽骨変化のラベリング法とマイクロラジオグラフィによる研究, 歯学 61 : 1072—1119, 1974.
22. 北島 正 : 口唇形成手術による口唇圧の変化に関する研究, 日口蓋誌 2 : 1—12, 1977.
23. 佐伯 誠 : ラットの大臼歯の歯周組織における実験的廃用性萎縮の発生過程およびその修復過程について, 口病誌 26 : 317—347, 1959.

24. 増田 豊：実験的な外傷性咬合と対合歯の喪失による歯根膜線維の変化について, 歯学 58: 794—829, 1971.
25. Gianelly, A. A. and Goldmann, H. M.: Biologic Basis of Orthodontics, LEA AND FEBIGER, Philadelphia, 1971.
26. 太田 實：歯科矯正施術に伴う歯周組織の変化に関する実験的研究, 日矯歯誌 6: 59—98, 98—118, 1937.
27. 斉藤 久：歯牙移動に伴う支持組織の変化に関する実験的研究, 歯科学報 46: 503—521, 671—694, 767—783, 945—963, 1941.
28. 斉藤 久：歯牙移動に伴う支持組織の変化に関する実験的研究, 歯科学報 47: 1—18, 83—107, 1942.
29. Sandstedt, B.: 引用, 斉藤久²⁷⁾
30. Oppenheim, A.: A possibility for physiologic orthodontic movement, Amer. J. Orthod. and O. Surg. 30: 277—328, 1944.
31. Reitan, K.: The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement as related to the influence of function, Acta Odont. Scand., Suppl. 6, 1951.
32. 藍原繁樹：歯牙移動時における歯周組織の血管の動向に関する実験的研究, 歯科学報 69: 1283—1320, 1969.
33. 佐々木啓：歯の移動が歯と歯周組織に及ぼす影響に就いての実験的研究. 特に歯肉, 歯槽頂付近(会), 歯科医学 30: 844, 1967.
34. Buck, D. L.: A histologic study of human tooth movement, Amer. J. Orthod. 62: 507—516, 1972.
35. 藤井典子：複根歯を抜歯窩へ移動した際の移動歯歯槽内中隔およびその周囲組織の変化に関する実験的研究, 歯科医学 35: 209—235, 1972.
36. 木山恭一：歯を水平的に移動させる最小の力に関する組織学的研究, 九州歯会誌 31: 1—19, 1977.
37. Oppenheim, A.: Bone changes during tooth movement, Int. J. Orthod. 16: 535—551, 1930.
38. 中村進治：歯根膜血管走行の矯正学的研究, 第二報, 矯正装置の圧力に対する圧迫側歯根膜血管の反応, 口病誌 34: 342—358, 1967.
39. Schwarz, A. M.: Tissue changes incident to orthodontic tooth movement, Int. J. Orthod. 18: 331—352, 1932.
40. 出口敏雄：歯の移動により誘発される細胞増殖について, 日矯歯誌 29: 168—172, 1970.
41. Weinstein, S.: Minimal forces in tooth movement, Amer. J. Orthod. 53: 881—903, 1967.
42. Graber, T. M. (三浦不二夫他訳)：現代歯科矯正学—概念と技術—上巻, 医歯薬出版, 東京, 1971, 69—184.
43. 横田成三：歯科矯正学研究者の立場から今後の学のあり方を考える, 日矯歯誌 34: 1—27, 1975.
44. 木原 充：歯の垂直的位置の安定に関与する因子の研究, 九州歯会誌 28: 511—528, 1975.
45. 白川安彦：咬合高径の増大に伴う咬合接触時間・回数・持続時間の変化に関する研究, 九州歯会誌 31: 459—470, 1978.