両側下顎骨骨体部部分切除短縮術の筋電図学的研究

谷 本 啓 三

An electromyographic study on bilateral partial
ostectomy of mandibular body

Keizo TANIMOTO

緒 言

反対咬合のうち、骨格型に異常を認める下顎前突症においては、下顎骨の切除や離断を行い、外科的に顎を移動させる方法が用いられている。

下顎前突症を外科的に処置しようとする試みは、Hullihen (1849)¹⁾ による最初の報告以来、Blair (1907)²⁾, Harsha (1912)³⁾, New ら (1941)⁴⁾, Dingman (1944)⁵⁾, Thoma (1963)⁶⁾ および Obwegeser (1964)⁷⁾ らによって発表されており、本邦でも岡田 (1932)⁸⁾ が全身麻酔下で口腔外から下顎骨骨体部切除を行って以来、多くの人々によって報告されてきた⁹⁻¹¹⁾。しかし、Goldstein (1947)¹²⁾, Robinson ら (1961)¹³⁾ および Mills (1969)¹⁴⁾ らは、本症の治療には口腔外科と矯正歯科との協力が必要であると述べている。大阪歯科大学では、口腔外科、矯正歯科および歯科補綴科を含めたプロジェクトチームを組織して治療にあたっている¹⁵⁾。

ところで、本症の治療には咬合を形態学的に改善するとともに、口腔の諸機能を正常に維持するために、術後の口腔機能の観察を続けることが必要である。しかし、下顎前突症に関する研究においては、顎顔面形態を顔面および頭部X線規格写真上で術前と術後について比較しているものがほとんどで¹⁶⁻²⁷⁾、その機能を調べたものはきわめて少なく²⁸⁾、ことに咀嚼筋の活動を筋電図学的に検討したものには、下顎を骨体部法および Obwegeser-Dal pont 法を用いて手術した下顎前突症患者の術前と術後において顎運動時の筋電図を比較した小坂 (1973)⁴⁰⁾ の報告があるだけである。

そこで、著者は下顎前突症を口内法による両側下顎骨の骨体部における部分切除短縮術によって治療した症例について、その術前と術後における咀嚼筋の筋活動を比較して、下顎前突症処置の評価ならびに改善に資するこ

表 1 手術群における骨切除部位、骨切除幅
および骨切除の形態

症例番号	性	年 齢	骨切除 部 位	骨 切 除 幅		骨切除 の形態
				左側 (mm)	右側 (mm)	
1.	男	19	$\overline{6/6}$	12.0	12.0	台 形
2.	女	20	$\overline{6/6}$	9.0	6.5	長方形
3.	男	23	$\overline{5/5}$	6.5	6.5	長方形
4.	男	21	$\overline{6/6}$	7.0	7.0	長方形
5.	女	18	$\overline{65/56}$	15.0	15.0	台 形
6.	男	17	$\overline{65/56}$	14.0	14.0	台 形
7.	女	19	$\overline{5/5}$	5.0	5.0	V字形
8.	女	21	$\overline{6/6}$	11.0	11.0	台 形
9.	女	25	$\overline{6/56}$	10.0	9.0	台 形
10.	男	17	$\overline{6/6}$	7.5	12.5	台 形

とを目的として本研究を行った。

被 検 者

1. 手術群

本研究の対象とした症例は、大阪歯科大学付属病院に下顎前突の改善を主訴として来院し、口内法による両側下顎骨骨体部部分切除短縮術ならびにその術前、術後にそれぞれ約1年間矯正歯科で歯列矯正処置を受けた年齢17歳から25歳までの男女各5名合計10症例である(表1)。

なお、どの患者も術前においてもまた術後においても、右側で咀嚼する習慣がある症例を選んだ。

また、各症例を、その手術内容から分類すると(表1)。

1) 骨切除部位については、a) $\overline{6/6}$ 部が最も多く、5例あり、b) $\overline{5/5}$ 部および $\overline{65/56}$ は各2例ずつで、c) 残りの1例は、 $\overline{6/56}$ 部である。

2) 歯槽頂部での骨切除幅については、左右側のどちらの側においても15.0mmのものが最大で、最小は5.0mmであり、10.0mm以上のものが半数を占めて

大阪歯科大学口腔外科学教室第2講座(主任: 岡野博郎教授)

The Second Department of Oral Surgery, Osaka Dental University (Chief: Prof. Hakuro Okano)

受付日: 昭和55年11月12日

表 2 skeletal class III 分類 (木下, 龍田) による
手術群 (術前) の分類

症例番号	I 型							II 型	
	1	2	3	4	5	6	7	1	2
1.	*			*	*	*	*	*	*
2.	*			*	*	*		*	*
3.	*							*	*
4.				*	*	*	*	*	*
5.	*			*	*	*	*	*	*
6.	*			*	*	*	*		*
7.							*	*	
8.			*		*	*		*	*
9.	*					*	*	*	*
10.	*				*	*	*		*

いる。なお、症例 2, 9 および 10 の 3 例以外は左右側の骨切除幅は同一であった。

3) 骨切除部の形態について分類すると、a) 台形のものが多く、5 例あり、b) 長方形のもの 4 例、c) V 字形のもの 1 例である。

また、対象とした各症例を骨格型の下顎前突症分類 (木下, 龍田)¹⁵⁾ によって分類すると (表 2)。

1) I 型では、a) 1・3 類 (下顎骨の過成長) が 8 例、b) 4 類 (下顎枝の異常) が 5 例、c) 5 類 (下顎角の異常) が 7 例、d) 7 類 (垂直関係の異常) が 7 例である。

2) II 型では、a) 1 類 (上顎前歯の唇側傾斜) が 8 例、b) 2 類 (下顎前歯の舌側傾斜) が 9 例である。

2. 対照群

正常な咬合を有し、かつ歯科疾患をもたず、主として右側の歯列で咀嚼を行っており、手術群における被検者 (患者) とほぼ同年齢の男 3 名、女 2 名を選んで、対照群の被検者とした。

研究 方 法

1. 筋電図の記録とその分析

1) 記録方法

シールドルーム内の椅子に被検者を自然に座らせて、市販のチューインガム (約 3.5 g) を右側の歯列で咀嚼させたときの、6 被検咀嚼筋 (左右側の咬筋浅部中央部、側頭筋前部および側頭筋後部) における活動電位を表面電極 (日本光電工業株式会社製 NE-223S, 電極間距離 10 mm) によって導出し、ポリグラフ (日本光電工業株式会社製 RM-85) のインク書きオシログラフ (日本光電工業株式会社製 WI-387G) およびデータレコーダー (ソニー株式会社製 DFR-4915) に記録した (図 1, 2)。

なお、校正電圧は $100 \mu\text{V}$ 10 mm, 紙送り速度は 25

図 1 対照群における筋電図

図 2 手術群 (術前および術後) における筋電図

図 3 咀嚼リズムの計測法 (Duration: 放電持続時間, Interval: 放電間隔, Cycle time: 1 ストローク時間)

mm/sec とした。

2) 記録時期

手術群においては、術前（矯正処置前すなわち手術前約1年）と術後（手術後約1年、すなわち矯正処置終了後）とに記録した。

なお、対照群においては、記録時期は任意とした。

3) 筋電図の分析

咀嚼させたチューインガムが軟らかくなってからの6ストローク目（それまでの5ストロークは除外）から25ストローク目までの20ストロークにおける burst（筋活動）を対象として、そのリズムおよび burst 当りの筋活動量を計測した。

a) 咀嚼リズムの測定

咀嚼リズムは咀嚼側における側頭筋前部を代表^{41,42)}として、オシログラフ上の原波形から放電持続時間 (Duration, 活動電位の始まりから終了までの時間)、放電間隔 (Interval, 活動電位の終了から次の活動電位の始まりまでの時間) および1ストローク時間 (Cycle time, 活動電位の始まりから次の活動電位の始まりまでであり、Duration と Interval を加えたもの) を測定し (図3)、Cycle time における Duration の占める割合を計算した。

b) 筋活動量の算出

筋活動量は六車 (1965)⁴¹⁾および橋本 (1969)⁴²⁾の方法により記録した積分筋電図 (図1, 2) の burst 当りの波形につき面積計算を行って mm² の単位で、6被検筋の総活動量ならびに咀嚼側および対側の3被検筋の総活動量を算出した。なお、用いた積分計は日本光電工業株式会社製、RFJ-5 である。

c) 咀嚼リズムおよび筋活動量の統計処理

手術群および対照群における咀嚼リズムおよび筋活動量についての各測定値およびその母平均 (1ストロークの値) の信頼限界を信頼度95%で求め、平均値の差の有意性を t 検定によって検定した。

表 3 手術群 (術前および術後) における 1 Cycle time あたりの Duration の各症例別平均値とその信頼限界 (sec.)

症例番号	平均値	信頼限界
1. 術 前	0.41	$0.374 \leq m \leq 0.452$
術 後	0.28	$0.248 \leq m \leq 0.312$
2. 術 前	0.66	$0.612 \leq m \leq 0.708$
術 後	0.45	$0.415 \leq m \leq 0.485$
3. 術 前	0.47	$0.439 \leq m \leq 0.501$
術 後	0.43	$0.408 \leq m \leq 0.452$
4. 術 前	0.65	$0.621 \leq m \leq 0.679$
術 後	0.36	$0.339 \leq m \leq 0.381$
5. 術 前	0.63	$0.599 \leq m \leq 0.661$
術 後	0.51	$0.486 \leq m \leq 0.534$
6. 術 前	0.76	$0.709 \leq m \leq 0.811$
術 後	0.46	$0.437 \leq m \leq 0.483$
7. 術 前	0.50	$0.459 \leq m \leq 0.541$
術 後	0.36	$0.333 \leq m \leq 0.387$
8. 術 前	0.43	$0.398 \leq m \leq 0.462$
術 後	0.39	$0.360 \leq m \leq 0.420$
9. 術 前	0.52	$0.435 \leq m \leq 0.605$
術 後	0.46	$0.387 \leq m \leq 0.533$
10. 術 前	0.42	$0.398 \leq m \leq 0.442$
術 後	0.27	$0.257 \leq m \leq 0.283$

表 4 対照群における 1 Cycle time あたりの Duration の各被検者別平均値とその信頼限界 (sec.)

対照群	平均値	信頼限界
A	0.22	$0.206 \leq m \leq 0.234$
B	0.34	$0.312 \leq m \leq 0.368$
C	0.24	$0.225 \leq m \leq 0.255$
D	0.35	$0.338 \leq m \leq 0.362$
E	0.30	$0.286 \leq m \leq 0.314$

研 究 結 果

1. 咀嚼リズム

1) Duration

a) 手術群の各症例の術前と術後ならびに対照群の各被検者について測定した 1 Cycle time あたりの Duration (20 ストロークの平均値) およびその信頼限界 (表3, 4, 図4) から、各症例別に術前と術後との Duration を比較すると、術後には全症例において Duration は短縮している。特に、症例1, 2, 4, 5, 6, 7 および10の7症例においては、術前と術後の差は有意であった。ただし、他の3症例においては有意差は認められ

図4 対照群および手術群（術前および術後）における Duration, Interval および Cycle time の各被検者別平均値

なかった。

b) 手術群の全症例と対照群の全被検者との 1 Cycle time あたりの Duration の平均値 および その信頼限界 (表5, 図5) から, Duration は術後では術前よりも有意に短くなっており, また, 対照群と術前との間にも有意差が認められたが, しかし, 対照群と術後との間には有意差は認めなかった。

2) Interval

a) 手術群の各症例の術前と術後ならびに対照群の各被検者について測定した 1 Cycle time あたりの Interval (20ストロークの平均値) および その信頼限界 (表6, 7, 図4) から, 各症例別に術前と術後との Interval を比較すると, 症例1, 4, 5 および 9 の4症例においては, 術後に Interval の有意な短縮が認められた。しかし, 他の症例においては有意差は認められなかった。

b) 手術群の全症例と対照群の全被検者との 1 Cycle time あたりの Interval については, その平均値 および 平均値の信頼限界 (表5, 図5) から, 術前と術後, 対照群と術前および対照群と術後との間には有意の差は認められなかった。

3) Cycle time

a) 手術群の各症例の術前と術後ならびに対照群の各被検者について測定した Cycle time (20 ストロークの平均値) および その信頼限界 (表8, 9, 図4) から, 各症例別に術前と術後の Cycle time を比較すると, 症

表5 対照群および手術群（術前および術後）における Duration, Interval および Cycle time の全被検者の平均値とその信頼限界 (sec.)

		平均値	信頼限界
Duration	対照群	0.29	$0.218 \leq m \leq 0.362$
	手術群	術前 0.54	$0.456 \leq m \leq 0.624$
		術後 0.40	$0.358 \leq m \leq 0.442$
Interval	対照群	0.32	$0.239 \leq m \leq 0.401$
	手術群	術前 0.45	$0.326 \leq m \leq 0.574$
		術後 0.39	$0.340 \leq m \leq 0.440$
Cycle time	対照群	0.61	$0.482 \leq m \leq 0.738$
	手術群	術前 0.99	$0.847 \leq m \leq 1.133$
		術後 0.79	$0.698 \leq m \leq 0.882$

図5 対照群および手術群（術前および術後）における Duration, Interval および Cycle time の全被検者の平均値

例3を除く他の9症例において術後に Cycle time の短縮を認めた。特に, 症例1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 および 10 の8症例においては, 術前と術後との差は統計的に有意であった。

b) 手術群の全症例と対照群の全被検者との Cycle time の平均値 および その信頼限界 (表5, 図5) とから, Cycle time は対照群と術前との間には有意差は認められたが, 術前と術後との間および対照群と術後との間では有意の差を認めなかった。

4) Cycle time における Duration の占める割合

a) 手術群の各症例の術前と術後ならびに対照群の各被検者についての Cycle time における Duration の占

表 6 手術群（術前および術後）における 1 Cycle time あたりの Interval の各症例別平均値とその信頼限界 (sec.)

症例番号	平均値	信頼限界
1. 術 前	0.59	$0.553 \leq m \leq 0.630$
術 後	0.43	$0.389 \leq m \leq 0.451$
2. 術 前	0.34	$0.288 \leq m \leq 0.392$
術 後	0.42	$0.378 \leq m \leq 0.464$
3. 術 前	0.24	$0.199 \leq m \leq 0.281$
術 後	0.28	$0.256 \leq m \leq 0.304$
4. 術 前	0.45	$0.411 \leq m \leq 0.489$
術 後	0.38	$0.356 \leq m \leq 0.404$
5. 術 前	0.37	$0.331 \leq m \leq 0.409$
術 後	0.30	$0.273 \leq m \leq 0.327$
6. 術 前	0.49	$0.350 \leq m \leq 0.630$
術 後	0.49	$0.446 \leq m \leq 0.514$
7. 術 前	0.40	$0.347 \leq m \leq 0.453$
術 後	0.36	$0.335 \leq m \leq 0.385$
8. 術 前	0.45	$0.407 \leq m \leq 0.493$
術 後	0.45	$0.417 \leq m \leq 0.483$
9. 術 前	0.85	$0.757 \leq m \leq 0.943$
術 後	0.54	$0.502 \leq m \leq 0.578$
10. 術 前	0.29	$0.253 \leq m \leq 0.327$
術 後	0.30	$0.286 \leq m \leq 0.314$

表 7 対照群における 1 Cycle time あたりの Interval の各被検者別平均値とその信頼限界 (sec.)

対照群	平均値	信頼限界
A	0.29	$0.260 \leq m \leq 0.320$
B	0.30	$0.277 \leq m \leq 0.323$
C	0.23	$0.213 \leq m \leq 0.247$
D	0.37	$0.337 \leq m \leq 0.403$
E	0.39	$0.365 \leq m \leq 0.415$

める割合（20ストロークの平均値）およびその信頼限界（表10, 11）から、症例 1, 2, 4, 6, 7 および 10 の 6 症例において、Cycle time における Duration の占める割合は、術後では有意に小さくなることが明らかになったが、その他の症例においては有意差は認められなかった。

b) 手術群の全症例と対照群の全被検者の Cycle time における Duration の占める割合は、術前と術後との間および対照群と術後との間には有意差は認められなかったが、対照群と術前との間では有意の差が認められた。

5) 手術群および対照群における各被検者の咀嚼リズムの比較

表 8 手術群（術前および術後）における Cycle time の各症例別平均値とその信頼限界 (sec.)

症例番号	平均値	信頼限界
1. 術 前	1.00	$0.949 \leq m \leq 1.061$
術 後	0.71	$0.666 \leq m \leq 0.734$
2. 術 前	1.00	$0.948 \leq m \leq 1.052$
術 後	0.87	$0.830 \leq m \leq 0.910$
3. 術 前	0.71	$0.661 \leq m \leq 0.759$
術 後	0.71	$0.443 \leq m \leq 0.977$
4. 術 前	1.10	$1.066 \leq m \leq 1.134$
術 後	0.74	$0.771 \leq m \leq 0.769$
5. 術 前	1.00	$0.932 \leq m \leq 1.068$
術 後	0.81	$0.767 \leq m \leq 0.853$
6. 術 前	1.25	$1.180 \leq m \leq 1.342$
術 後	0.95	$0.911 \leq m \leq 0.989$
7. 術 前	0.90	$0.832 \leq m \leq 0.968$
術 後	0.72	$0.690 \leq m \leq 0.750$
8. 術 前	0.88	$0.875 \leq m \leq 0.885$
術 後	0.84	$0.800 \leq m \leq 0.880$
9. 術 前	1.37	$1.254 \leq m \leq 1.486$
術 後	1.00	$0.909 \leq m \leq 1.091$
10. 術 前	0.71	$0.666 \leq m \leq 0.754$
術 後	0.57	$0.555 \leq m \leq 0.584$

表 9 対照群における Cycle time の各被検者別平均値とその信頼限界 (sec.)

対照群	平均値	信頼限界
A	0.51	$0.489 \leq m \leq 0.531$
B	0.64	$0.606 \leq m \leq 0.674$
C	0.47	$0.451 \leq m \leq 0.489$
D	0.72	$0.682 \leq m \leq 0.758$
E	0.69	$0.669 \leq m \leq 0.711$

手術群（術前および術後）および対照群のそれぞれの数例について、チューインガム20回咀嚼時の、各ストロークごとの Duration, Interval および Cycle time をプロットして（図6～8）比較すると、症例8においては術前の各ストロークにおける Duration, Interval および Cycle time の変動は大きい、術後では小さくなり、一定のリズムに近づいている。この傾向はその程度に差異はあるが、症例4においても同様に認められる。

これに対して、対照群においてはもちろん Duration, Interval および Cycle time の変動が小さくて、しかも安定している。

表 10 手術群（術前および術後）における Cycle time における Duration の占める割合の各症例別および全症例の平均値とその信頼限界 (%)

症例番号		平均値	信頼限界
1.	術 前	40.4	$38.4 \leq m \leq 42.4$
	術 後	39.9	$36.1 \leq m \leq 36.1$
2.	術 前	66.2	$62.0 \leq m \leq 70.4$
	術 後	52.1	$47.5 \leq m \leq 55.7$
3.	術 前	65.8	$59.8 \leq m \leq 71.8$
	術 後	61.8	$57.5 \leq m \leq 66.0$
4.	術 前	59.4	$56.3 \leq m \leq 62.5$
	術 後	48.3	$46.4 \leq m \leq 50.2$
5.	術 前	46.9	$44.8 \leq m \leq 49.0$
	術 後	62.5	$59.1 \leq m \leq 65.9$
6.	術 前	60.5	$58.5 \leq m \leq 62.5$
	術 後	48.9	$46.6 \leq m \leq 51.2$
7.	術 前	56.0	$55.7 \leq m \leq 56.2$
	術 後	50.4	$47.5 \leq m \leq 53.2$
8.	術 前	48.7	$44.7 \leq m \leq 52.7$
	術 後	45.9	$44.4 \leq m \leq 47.4$
9.	術 前	37.5	$33.4 \leq m \leq 41.6$
	術 後	44.7	$41.0 \leq m \leq 48.3$
10.	術 前	58.9	$50.7 \leq m \leq 70.0$
	術 後	47.8	$46.3 \leq m \leq 49.3$
平均値	術 前	54.0	$50.4 \leq m \leq 57.9$
	術 後	50.2	$47.2 \leq m \leq 53.1$

表 11 対照群における Cycle time における Duration の占める割合の各被検者別平均値とその信頼限界 (%)

対照群	平均値	信頼限界
A	39.2	$35.9 \leq m \leq 42.1$
B	57.4	$53.7 \leq m \leq 61.2$
C	50.1	$46.1 \leq m \leq 52.9$
D	43.4	$40.3 \leq m \leq 46.3$
E	43.8	$41.6 \leq m \leq 46.0$
平均値	46.8	$43.5 \leq m \leq 49.7$

2. 筋活動量

1) 6 被検筋（左右側の咬筋，側頭筋前部および側頭筋後部）の総活動量

a) 手術群の各症例の術前と術後ならびに対照群の各被検者について算出した 1 ストロークあたりの 6 被検筋の活動量の総和（20 ストロークの平均値）およびその信頼限界（表 12, 13）から，どの症例においても術後には

図 6 手術群（症例 8）における術前および術後の咀嚼リズム

図 7 手術群（症例 4）における術前および術後の咀嚼リズム

図 8 対照群（被検者 A および被検者 B）における咀嚼リズム

6 被検筋の総活動量が増大していることが明らかになった。特に症例 5 を除く 9 症例においては，術前と術後との差は統計的に有意であった。

b) 手術群の全症例と対照群との全被検者の 1 ストロークあたりの 6 被検筋の総活動量の平均値については，術前と術後との間，また手術群と対照群との間には統計的に有意差は認められなかった（表 14）。

表 12 手術群（術前および術後）における１ストロークあたりの６被検筋の総活動量の各症例別平均値およびその信頼限界（mm²）

症例番号	平均値	信頼限界
1. 術 前	585	517.1≤m≤ 652.1
1. 術 後	751	708.8≤m≤ 793.2
2. 術 前	369	325.9≤m≤ 412.1
2. 術 後	609	563.8≤m≤ 654.2
3. 術 前	301	270.1≤m≤ 331.9
3. 術 後	457	419.6≤m≤ 494.4
4. 術 前	337	308.6≤m≤ 365.4
4. 術 後	476	436.9≤m≤ 515.1
5. 術 前	1,234	1,094.9≤m≤1,373.1
5. 術 後	1,423	1,349.7≤m≤1,496.3
6. 術 前	481	394.9≤m≤ 441.1
6. 術 後	566	532.0≤m≤ 600.0
7. 術 前	180	164.9≤m≤ 195.1
7. 術 後	322	277.2≤m≤ 366.8
8. 術 前	363	333.2≤m≤ 392.8
8. 術 後	505	463.5≤m≤ 546.5
9. 術 前	102	88.1≤m≤ 115.9
9. 術 後	348	314.1≤m≤ 381.9
10. 術 前	373	351.0≤m≤ 395.0
10. 術 後	532	479.6≤m≤ 566.4

表 13 対照群における１ストロークあたりの６被検筋の総活動量の各被検者別平均値とその信頼限界（mm²）

対照群	平均値	信頼限界
A	598	522.8≤m≤674.2
B	607	518.5≤m≤695.5
C	615	561.4≤m≤668.6
D	903	839.2≤m≤966.8
E	351	310.8≤m≤391.2

表 14 対照群および手術群（術前および術後）における１ストロークあたりの６被検筋の総活動量の全被検者の平均値とその信頼限界（mm²）

	平均値	信頼限界
対照群	614	371.2≤m≤856.8
手術群 { 術 前	426	210.0≤m≤642.0
{ 術 後	599	373.7≤m≤824.1

- 2) 咀嚼側の３被検筋（右側の咬筋，側頭筋前部および側頭筋後部）の総活動量
- a) 手術群の各症例の術前と術後ならびに対照群の各

表 15 手術群（術前および術後）における１ストロークあたりの咀嚼側３被検筋の総活動量の各症例別平均値およびその信頼限界（mm²）

症例番号	平均値	信頼限界
1. 術 前	319	267.7≤m≤370.3
1. 術 後	399	375.4≤m≤422.6
2. 術 前	318	266.3≤m≤369.7
2. 術 後	507	462.8≤m≤551.2
3. 術 前	225	186.9≤m≤263.1
3. 術 後	346	303.0≤m≤379.0
4. 術 前	203	186.5≤m≤219.5
4. 術 後	306	279.7≤m≤332.3
5. 術 前	784	716.5≤m≤851.5
5. 術 後	873	824.2≤m≤921.8
6. 術 前	218	195.5≤m≤240.5
6. 術 後	354	320.0≤m≤388.0
7. 術 前	93	83.0≤m≤103.0
7. 術 後	198	154.2≤m≤241.8
8. 術 前	213	196.1≤m≤229.9
8. 術 後	318	283.5≤m≤352.5
9. 術 前	54	22.4≤m≤ 85.6
9. 術 後	215	193.9≤m≤236.1
10. 術 前	239	217.5≤m≤260.5
10. 術 後	312	282.3≤m≤341.7

表 16 対照群における１ストロークあたりの３被検筋の総活動量の各被検者別平均値とその信頼限界（mm²）

対照群	平均値	信頼限界
A	411	338.6≤m≤483.4
B	396	320.8≤m≤471.2
C	366	313.4≤m≤418.6
D	581	459.2≤m≤702.8
E	189	151.5≤m≤226.5

被検者について算出した１ストロークあたりの咀嚼側の３被検筋の活動量の総和（20ストロークの平均値）およびその信頼限界（表15, 16）から，どの症例においても術後には咀嚼側の３被検筋の総活動量は増大していることが判明した．特に，症例1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 および10の9症例においては術前と術後との差は統計的に有意であった．

b) 手術群の全症例と対照群との全被検者の１ストロークあたりの咀嚼側の３被検筋の総活動量の平均値については，術前と術後との間，また手術群と対照群との間には統計的に有意差は認められなかった（表17）．

表 17 対照群および手術群（術前および術後）における 1 ストロークあたりの咀嚼側および対側の咀嚼筋の筋活動量の全被検者の平均値とその信頼限界 (mm²)

	平均値	信頼限界
咀嚼側 対照群	390	$216.7 \leq m \leq 563.3$
手術群 { 術前	267	$123.9 \leq m \leq 410.1$
{ 術後	384	$267.3 \leq m \leq 498.7$
対 側 対照群	220	$148.5 \leq m \leq 303.5$
手術群 { 術前	160	$72.3 \leq m \leq 247.7$
{ 術後	216	$117.0 \leq m \leq 315.0$

3) 対側の 3 被検筋（左側の咬筋、側頭筋前部および側頭筋後部）の総活動量

a) 手術群の各症例の術前と術後ならびに対照群の各被検者について算出した 1 ストロークあたりの対側の 3 被検筋の活動量の総和（20 ストロークの平均値）およびその信頼限界（表 18, 19）から、どの症例においても対側の 3 被検筋の総活動量は増大していた。特に、症例 1, 2, 3, 5, 7, 9 および 10 の 7 症例においては術前と術後との差は統計的に有意であった。

b) 手術群の全症例と対照群との全被検者の 1 ストロークあたりの対側の 3 被検筋の総活動量の平均値については、術前と術後との間、また、手術群と対照群との間には統計的に有意差は認められなかった（表 17）。

考 察

1. 下顎前突症の分類について

外科的矯正手術を必要とする skeletal Class III malocclusion については、Sanborn (1955)⁴⁸⁾ は 4 群に、また花田ら (1975)²⁷⁾ は 5 群に分けているが、木下・龍田¹⁵⁾ は 7 種の skeletal pattern および 2 種の denture pattern に分類している。

大阪歯科大学では、木下・龍田の分類によって下顎前突症の形態的特徴を検討して、次のような特徴を有するもの、すなわち、1) 下顎骨の過成長があって、主要症状が I 型 1 類、4 類、5 類および 7 類のどれかに属しており、2) 上・下顎骨の前後的位置がおのおの 1 S.D. を越えていて、ANB が 2 S.D. 以上あり、上下顎前歯歯軸を 2 S.D. ずつ傾斜させても前歯被蓋関係が十分でなく、3) concave type (凹型) の側貌を呈している、4) 咀嚼および構音障害が認められるものを両側下顎骨骨体部部分切除短縮術の適応症としている¹⁵⁾。

そこで、本論文で報告した 10 症例を、skeletal Class III 分類（木下・龍田）によって分類すると、skeletal pattern では 1 類が 7 例、4 類が 5 例、5 類が 7 例、6 類が 8 例、そして 7 類が 7 例であった。すなわち、上顎

表 18 手術群（術前および術後）における 1 ストロークあたりの対側の 3 被検筋の総活動量の各症例別平均値とその信頼限界 (mm²)

症例番号	平均値	信頼限界
1. 術 前	266	$240.0 \leq m \leq 292.0$
術 後	352	$313.8 \leq m \leq 390.2$
2. 術 前	51	$42.8 \leq m \leq 59.2$
術 後	102	$88.3 \leq m \leq 115.7$
3. 術 前	76	$64.0 \leq m \leq 88.0$
術 後	111	$103.8 \leq m \leq 118.2$
4. 術 前	134	$109.4 \leq m \leq 158.6$
術 後	170	$150.6 \leq m \leq 189.4$
5. 術 前	450	$424.4 \leq m \leq 475.6$
術 後	550	$508.1 \leq m \leq 591.9$
6. 術 前	200	$191.1 \leq m \leq 208.9$
術 後	212	$197.5 \leq m \leq 226.5$
7. 術 前	87	$69.5 \leq m \leq 104.5$
術 後	124	$110.7 \leq m \leq 137.3$
8. 術 前	150	$113.3 \leq m \leq 186.7$
術 後	187	$159.9 \leq m \leq 214.1$
9. 術 前	48	$36.3 \leq m \leq 59.7$
術 後	133	$111.9 \leq m \leq 154.1$
10. 術 前	134	$120.8 \leq m \leq 147.2$
術 後	220	$202.6 \leq m \leq 237.4$

表 19 対照群における 1 ストロークあたりの対側の 3 被検筋の総活動量の各被検者別平均値とその信頼限界 (mm²)

対照群	平均値	信頼限界
A	187	$127.9 \leq m \leq 246.1$
B	211	$143.6 \leq m \leq 278.4$
C	249	$186.3 \leq m \leq 311.7$
D	322	$208.8 \leq m \leq 435.2$
E	162	$116.6 \leq m \leq 207.4$

骨が正常であって、下顎骨の過成長によって下顎枝および下顎角に異常を生じ、また臼歯部の反対咬合を示すものが大多数を占めていた。

さらに、10 症例中、症例 3 は 1 類、症例 7 は 7 類のみであるが、他の 8 症例については 3 つ以上の症状を合併している。

そして、denture pattern では、1 類は 8 例、2 類は 9 例で、上顎前歯の唇側傾斜および下顎前歯の舌側傾斜を認めたものが圧倒的に多かった。

2. 下顎前突症手術について

下顎前突症患者を初めて外科的に処置した Hullihen (1849)¹¹⁾ は、顔面および頸部の熱傷によって生じた、開

咬を伴う下顎前突症患者に対して、下顎前歯部歯槽突起部を手術的に後退させて、良好な結果を得たと報告している。

矯正治療によって下顎前突症の咬合関係を変えることは可能であるが、下顎前突まで変えることはできないから、顔貌を改善するとともに咬合関係をも変えることのできる治療法としては、手術を行うことが最適と考えられるようになり、さらにその術式を改良したり、抗生物質を併用したりすることによって手術操作そのものおよび術後の感染の制御が容易となり、外科的矯正法も進歩してきた。

そして、下顎前突症手術のうち、下顎骨骨体部における骨切除法は Blair (1907)³⁾ によって初めて記述されたが、彼は手用の鋸を使用して小臼歯部あるいは大臼歯部で骨切除を行っている。その後、下顎骨骨体部を切除する手術は Harsha (1912)³⁾、New ら (1941)⁴⁾、Dingman (1944)³⁾、Thoma (1963)⁶⁾ および上野 (1958)¹⁰⁾ などにによって行われてきた。

この方法は、1) メスによる切開部位から骨切除部位までの距離が短く、2) 下歯槽神経や動・静脈を保存したまま、骨切除ができ、3) 骨切除部位の前方および後方に骨髄堅固な歯があるときには、下顎部の固定が容易であって、4) 下顎前突症だけではなく、それに開咬が合併した症例にも適用でき、その適応範囲が広い、などの利点を有するが、歯を犠牲にしなければならない場合があり、下顎枝部の改善が得られないなどの欠点もあるといわれている。

しかし、本学で行っている口内法による両側下顎骨骨体部部分切除短縮術は、1) 顔面に手術切創を作らない、2) 下歯槽神経や血管を切断しないから、a) 知覚麻痺や異和感は一時的なものにすぎず、b) 強固な固定により骨癒着に要する期間を短縮できる、3) 咀嚼筋を損傷しない、4) 下顎頭の変位がない、5) たとえ歯を抜去しても、咬合を改善することによって、術後早期に咬合機能の向上を促すことができ、異常咬合の再発を防止することが可能である、などの長所をもっている。

3. 研究方法について

これまで行われてきた下顎前突症の治療においては、顎態模型および頭部X線規格写真などを用いた分析結果から下顎骨の後退量が決定されており、しかもその治療効果の判定には形態の改善に重点が置かれていて、その機能についての検索は十分になされていなかった。

ところで、正常咬合者の咀嚼リズムには規則性があり^{20, 35-42)}、また、筋活動量と咬合力とが比例関係を示す^{48, 49)}ことが報告されている。

そこで著者は、本症患者の術後の機能を把握する目的で、咀嚼運動時の筋活動について検討した。すなわち、同一患者の術前と術後における咀嚼リズムと筋活動量とを比較するとともに、正常咬合者のそれとも比較検討し

た。

なお、被検食品にはチューインガムを用いたが、それは測定時期が異なったり、あるいは咀嚼回数が増加したりしても、チューインガムの硬さや量が比較的一定しているからである⁴⁰⁾。

4. 研究成績について

1) 咀嚼リズム

Ahlgren (1966)³⁵⁾は不正咬合者においては正常咬合者との間に咀嚼リズムに差異がないと述べている。

しかし、Perry (1955)⁴⁴⁾はⅡ級1類の症例では Cycle time が不規則であると報告しているし、延原 (1958)²⁰⁾も下顎前突症患者においては、正常咬合者に比べて咀嚼リズムの動揺が大きいと述べている。

さらに、今井 (1975)³⁷⁾は反対咬合を FKO によって治療すると、咀嚼リズムは一定化するといい、梅澤 (1976)³⁹⁾は反対咬合を edge wise appliance によって治療すると、咀嚼リズムは律動化して、正常咬合者に近似した咀嚼リズムを示すようになると報告している。

また、広瀬 (1974)³⁸⁾は下顎前突症の学童を FKO、Chin cap あるいは顎間固定によって治療すると、乱れていた咀嚼リズムが安定したと報告しているし、中島ら (1975)³⁸⁾も反対咬合者には咀嚼リズムの乱れがあり、FKO で治療するとその乱れが少なくなる傾向を示したといっている。

また、小坂 (1973)⁴⁰⁾は、下顎前突症患者(術前と術後)と正常咬合者との間には、咀嚼筋の筋電図においてその Duration, Interval および Cycle time の各平均値に有意差は認められなかったが、標準偏差には有意差が認められ、術前における咀嚼リズムの乱れは術後に正常化し、正常咬合者の咀嚼リズムに近づいたと述べている。

著者の研究においては、術前には Duration (7例において)、Interval (4例において) および Cycle time (8例において)は対照群におけるよりも大きい値を示し、あるいは大きい変動巾を示していたのが、手術によってそれらが短縮し、また変動巾も小さくなって対照群の値に近くなり、術前と術後の間には明らかに有意差が認められた。

そして、手術群の全症例および対照群の全被検者の平均値を比較しても、術前における Duration および Cycle time は対照群よりも大きく、術後における Duration は術前に比べて短縮して、対照群に近づく傾向がみられた。

また、術前の Cycle time における Duration の占める割合(6例において)は、対照群におけるよりも大きかったが、術後には小さくなって対照群の値に近づいた。

ところで、不正咬合者において咀嚼リズムが乱れていることの原因について、Kawamura ら (1957)⁴⁹⁾は不正咬合では咀嚼時に歯や口腔軟組織が異常に強い刺激を受

けた結果であると述べている。一方、咀嚼リズムが改善される理由については、広瀬 (1974)³⁸⁾ は矯正治療によって前歯被蓋関係が改善されると同時に、咬合関係が安定する結果、主として歯および口腔粘膜に加わっていた異常刺激が除去されたからであるといい、また小坂 (1973)⁴⁰⁾ は下顎前突症患者の手術によって顎骨の形態が変化するとともに咬合が安定する結果、各ストロークにおける咬合位の変動が少なくなり、固有受容器に加わる刺激が単純化されたからであると報告している。

著者が本論文で報告した症例においては、プロジェクトチームによって決定した診断および治療方針に基づき、まず下顎前突症の咬合を修復することに重点を置いて、ついで顔貌を改善する手術を行い、手術直後に、安定した新しい対咬関係を確認したうえで顎間固定を施した。そして、顎間固定は約1.5か月で除去したが、上顎および下顎の arch wire は新しい咬合関係に順応できるように、約6か月間顎間ゴムを用いて筋訓練を行った後に除去した。

このような方法で治療を行うと、筋訓練によって患者は改善された、かつ安定した咬合状態において早く順応できるようになる結果、咀嚼時に口腔の各種感覚受容器に加わっていた異常刺激が除去され、咀嚼筋の筋電図における Duration が正常になり、咀嚼リズムが改良されたものと考えられる。

2) 筋活動量

柳田ら (1956)⁴⁰⁾ は片側に欠如歯のある患者に義歯を装着すると、補綴側の咬筋の活動量が2～3倍になり、対側の筋活動量も著明に増加することを観察し、義歯の治療効果が対側にも及ぶと思われると述べ、橋本 (1969)⁴²⁾ も臼歯部中間欠損症例に補綴処置を行うと、補綴側の筋活動量が増大し、対側の筋活動量も補綴側に準じて増加する傾向のあることを報告している。

本研究においては、術後には6被検筋 (9例において)、咀嚼側の3被検筋 (9例において) および対側の3被検筋 (7例において) の各総活動量は、術前におけるよりも有意に増大した。

しかし、手術群の全症例および対照群の全被検者の平均値からみると、筋活動量は手術群と対照群との間には有意差を認めなかった。

以上の事実は、各症例間の筋活動量の差が大きいため、各症例別にみると大部分の症例においては術前と術後との間に有意差が認められたのに対して、対照群および手術群との間、術前と術後との平均値間には有意差は認められなかったものと考えられる。

また、口内法による両側下顎骨体部部分切除短縮術を受けた下顎前突症患者の術前および術後の咀嚼能率を比較検討した岡野ら (1976)¹⁵⁾ の報告によると、5/5部あるいは6/6部で切除しても、また5/5部あるいは6/5部において切除した場合でも、咀嚼能率はいちじるしく

改善されたと述べているが、このことは著者が行った口内法による両側下顎骨体部部分切除短縮術によって咀嚼筋をはじめ、口腔各組織はもちろん顔貌の機能が形態的にも改善された結果によるものと思われる。

結 論

骨格型に異常を認める下顎前突症を口内法による両側下顎骨体部部分切除短縮術によって治療した症例につき、その予後を機能的に判定する目的で、咀嚼筋の筋電図を記録し、その咀嚼リズムおよび筋活動量を計測して、次の結論を得た。

1. 下顎前突症患者においては、チューインガム咀嚼時の咀嚼筋筋電図における Duration および Cycle time は、対照群に比較して有意に長く、その値の変動も大きかった。

しかし、術後においては Duration および Cycle time は短縮し、その値の変動も小さくなって、対照群における値に近づいた。そして、Duration は術前と術後との間に有意差を認めた。

Interval においても、Duration および Cycle time と同傾向の結果を得たが、対照群と術前との間および術前と術後との間には、有意差は認められなかった。

2. Cycle time における Duration の占める割合は、術前では対照群に比べて有意に大きく、その値の変動も大きかったが、術後には小さくなるとともにその値の変動も小さくなり、対照群に近づく傾向を示した。

3. 6被検筋の総活動量、咀嚼側の3被検筋の総活動量および対側の3被検筋の総活動量は、術前には対照群よりも小さかったが、術後には大きくなり、対照群の値に近くなった。また、大多数の症例において術前と術後との間に有意差を認めた。しかし、手術群と対照群の平均値間には、有意差は認められなかった。

以上のことから、下顎前突症患者に口内法による両側下顎骨体部部分切除短縮術を行うと、咀嚼リズムおよび筋活動量が正常咬合者とはほぼ同じ値になることが咀嚼筋の筋電図から証明できた。

したがって、本研究によって、下顎前突症に対する口内法による両側下顎骨体部部分切除短縮術は形態的に、また機能的にも咀嚼機能を回復させることができる適切な手術法であることを明らかにすることができた。

稿を終えるにあたり、ご指導とご校閲をいただいた岡野博郎教授に、ご校閲を賜った本学歯科補綴学教室第三講座三谷春保教授に謝意を表わしますとともに、本研究に際し種々ご指導とご協力をいただいた本学生理学教室覚道幸男教授、芳本忍および杉村忠敬講師に感謝いたします。

また、本研究になにかとご協力いただいたプロジェクト

トチームの各位および教員各位にお礼申し上げます。

本論文の要旨は、第21回日本口腔外科学会総会（昭和51年10月10日、北九州）および第262回大阪歯科学会例会（昭和53年6月10日、大阪）において発表した。

引用文献

- 1) Hullihen, S.P.: Case of elongation of the under jaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated. *Amer J Dent Sci* 9: 157 1849.
- 2) Blair, V.P.: Operation on the jaw-bone and face. *Surg Gynec Obstet* 4: 67 1907.
- 3) Harsha, W.H.: Bilateral resection of the jaw for prognathism. *Surg Gynec Obstet* 15: 51 1912.
- 4) New, G.B., et al.: The surgical correction of mandibular prognathism. *Amer J Oral Surg* 2: 2 1941.
- 5) Dingman, R.O.: Surgical correction of mandibular prognathism, an improved method. *Amer J Orthodont Oral Surg* 30: 683 1944.
- 6) Thoma, K.H.: Oral surgery. ed 4, Mosby Co, St Louis, 1963, p 1131.
- 7) Obwegeser, H., et al.: The indication for surgical correction of mandibular deformity by the sagittal splitting technique. *Brit J Oral Surg* 1: 157 1964.
- 8) 岡田 満: 下顎突出の外科的矯正に就いて. *日矯歯誌* 1: 78 1932.
- 9) 中村平蔵, 他: 不正咬合の観血手術14例の実施成績. *臨牀歯科* 13: 115 1941.
- 10) 上野 正: 下顎前突症と開咬に対する下顎骨体短縮術. *形成外科* 1: 52 1958.
- 11) 高橋庄二郎, 他: 下顎枝矢状分割法による下顎前突症手術について. *日口外誌* 17: 528 1971.
- 12) Goldstein, A.: Appraisal of results of surgical correction of Class III malocclusions. *Angle Orthodont* 17: 59 1947.
- 13) Robinson, M., et al.: Prognathism questions in the surgical-orthodontic team. *Amer J Orthodont* 47: 531 1961.
- 14) Mills, P.B.: The orthodontist's role in surgical correction of dentofacial deformities. *Amer J Orthodont* 56: 69 1969.
- 15) 岡野博郎, 他: 下顎前突症の治療の要点—特にプロジェクトチームによる両側下顎骨骨体部部分切除短縮術. *歯界展望* 48: 541 1976.
- 16) Aaronson, S.A.: Cephalometric investigation of the surgical correction of mandibular prognathism. *Angle Orthodont* 37: 251 1967.
- 17) Grimm, G. und Beithlich, E.: Kritische Bewertung der Operationsergebnisse von 101 Progeniefällen unter besonderer Berücksichtigung des Verfahrens nach Obwegeser-Dal Pont. *Dtsch Zahn-Mund-Kieferheilk* 61: 295 1973.
- 18) Kelsey, C.C.: Radiographic cephalometric study of surgically corrected mandibular prognathism. *J Oral Surg* 26: 239 1968.
- 19) Morrill, L.R., et al.: Surgical correction of mandibular prognathism. *Amer J Orthodont* 65: 503 1974.
- 20) Poulton, D.R., et al.: Cephalometric X-ray evaluation of the vertical osteotomy correction of mandibular prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 16: 807 1963.
- 21) Reitzik, M.: Surgically corrected mandibular prognathism, a cephalometric analysis of fifty cases. *Amer J Orthodont* 66: 82 1974.
- 22) Reitzik, M.: Cephalometry in the surgical correction of prognathism. *Brit J Oral Surg* 16: 1 1972.
- 23) Simpson, W.: The results of surgery for mandibular prognathism. *Brit J Oral Surg* 12: 166 1974.
- 24) 深谷昌彦, 他: 下顎前突症の形成手術に関する研究, 特に形態学的計測値について. *愛大院歯誌* 8: 200 1971.
- 25) 伊藤利明: 頭部X線規格写真による下顎前突症患者の顔面頭蓋に関する形態学的研究, とくに外科的立場から. *歯科学報* 77: 409 1977.
- 26) 深谷昌彦: 下顎前突症の手術に関する研究. *口科誌* 23: 175 1974.
- 27) 花田浩治, 他: Skeletal Class III malocclusion (構造的な下顎前突) の外科的矯正治療について. *日矯歯誌* 34: 96 1975.
- 28) Pruzansky, S.: The application of electromyography to dental research. *J Amer Dent Ass* 44: 49 1952.
- 29) 延原通夫: 不正咬合者の咀嚼機能に関する研究, I 筋電図による咀嚼筋活動の分析. *阪大歯学誌* 3: 63 1958.
- 30) Liebman, F.M., et al.: An evaluation of electromyography in the study of the etiology of malocclusion. *J Pros Dent* 10: 1065 1960.
- 31) Grossman, W.J., et al.: Electromyography as an aid in diagnosis and treatment analysis. *Amer J Orthodont* 47: 481 1961.
- 32) Moss, J.P., et al.: An electromyographic investigation and survey of Class III cases. *Tr Br Soc Study Orthodont. John Wright and Sons Ltd, London*, 1965, p 147.
- 33) Moss, J.P., et al.: An electromyographic investigation and survey of Class III cases. *Dent Pract* 16: 349 1966.
- 34) Moss, J.P., et al.: An electromyographic investigation of patient with a normal jaw relationship and a Class III jaw relationship.

- Amer J Orthodont 66: 538 1974.
- 35) Ahlgren, J.: Mechanism of mastication. Acta Odont Scand 24 suppl 44: 5 1966.
- 36) 広瀬浩三: 学童期における下顎前突者の顎、顔面頭蓋形態と咀嚼筋活動様式に関する研究, 頭部X線計測学的ならびに筋電図学的研究, 阪大歯学誌 19: 58 1974.
- 37) 今井香樹: 反対咬合治療前後における咀嚼関連筋群の筋電図に関する研究, FKO 適応者と考えられるものについて, 日大歯学 48: 720 1975.
- 38) 中島昭彦, 他: 咀嚼機能の研究, II 反対咬合について, 日矯歯誌 34: 66 1975.
- 39) 梅澤富雄: 咀嚼に関与する筋の筋電図学的研究, 反対咬合治療前後の比較, 日大歯学 50: 676 1976.
- 40) 小坂 肇: 下顎前突症患者における手術前後の筋電図学的研究, 歯科学報 73: 715 1973.
- 41) 六車寿男: 咀嚼筋筋電図の補綴学的分析に関する研究, 歯科医学 28: 615 1965.
- 42) 橋本猛伸: 臼歯補綴の効果に関する筋電図学的研究, 歯科医学 32: 58 1969.
- 43) Sanborn, R.T.: Difference between the facial skeletal patterns Class III malocclusion and normal occlusion. Angle Orthodont 25: 208 1955.
- 44) Perry, H.T.: Functional electromyography of the temporal and masseter muscles in Class II, division 1 malocclusion and excellent occlusion. Angle Orthodont 25: 49 1955.
- 45) 宇賀村吉亮: 咀嚼リズムの筋電図学的研究, 補綴誌 16: 22 1973.
- 46) 豊岡博夫, 他: 咀嚼筋筋電図の規格化に関する実験的研究, 広大歯誌 6: 17 1974.
- 47) Inman, V.T., et al.: Relation of human electromyogram to muscular tension E.E.G. Clin Neurophysiol 4: 187 1952.
- 48) 川畑 衛: 各種食品咀嚼時の咀嚼筋の積分筋電図について, 歯科医学 32: 453 1969.
- 49) Kawamura, Y., et al.: Studies on masticatory function 1. An electromyographic analysis of the chewing pattern of the normal occlusion and malocclusion. Med J Osaka Univ 8: 229 1957.
- 50) 柳田尚三, 他: 咀嚼時における咬筋の働き方に関する筋電図学的研究, 歯学 44: 16 1956.