下顎両側大白歯欠損症例における 小白歯部咀嚼の筋電図的特徴

大井 治正 虫本 栄子 三谷 春保

Electromyographic Features of Mastication Circumscribed within the Premolar Regions in the Cases of Bilateral Lower Molar Missing

Harumasa Ohi, Eiko Mushimoto and Haruyasu Mitani

緒 言

両側大白歯の欠損を局部床義歯により補綴し、咬合接触面積を回復することによって、食塊形成や咀嚼が容易となり^{1,2)}、咀嚼能率の増大^{3,4)}や咀嚼運動経路の正常化⁵⁾のみられることが知られている。

しかしながら、この種の欠損状態の術前における咀嚼の運動学的特徴については、まだ十分明らかではない。

本研究の目的は、下顎両側大白歯欠損の補綴による効果と咀嚼運動系への影響を検索するのに先だって、当該症例につき犬歯ないし小白歯で咀嚼を営んでいる場合のEMG的特徴を検索することである。

研究方法

1. 被検者

被検者は咀嚼障害を主訴として本学付属病院に来院し、下顎両側大白歯がすべて欠損しているいわゆる両側性遊離端ケース(Kennedyの1級)で、小白歯ないし犬歯部で咀嚼する習慣をもつ患者5名(男:1名,女:4名,年齢39~64歳)である(Table 1)。上顎は欠損が無いか、あるいはあってもbridgeで修復済みであり、また下顎の欠損部以外の修復処置を終了し、1カ月以上経過している。

大阪歯科大学歯科補綴学第3講座(主任:三谷春保教授)
Osaka Dental University, The 3rd Dept. of Prosthodontics (Chief: Prof. Haruyasu Mitani)
昭和59年12月25日受付

2. データの集積, 記録および再生

1) ピーナッツの粉碎能

ピーナッツの粉碎能の測定には、ManlyとBraley(1950)の方法⁶⁾を応用した。ピーナッツ15gを3gずつ5群に分けて、習慣側咀嚼(HS)と非習慣側咀嚼(NHS)に分けて、随意にそれぞれ20回ずつ片側咀嚼させたのち、ピーカーに回収し、10 meshの篩(Iida Seisakusho Co., Ltd. Osaka)上に残留した試料を100°C乾燥器中で1時間乾燥し、電子天秤(SF-600, Shinko Denshi Co., Ltd.)で計量して10 mesh篩上残留量(mg)をピーナッツ粉碎能のパラメータとみなした。

2) EMG

被検食品の種類や大きさがEMGの積分値に大きく影響する⁷⁻⁹⁾ので、homogeneousな食品⁷⁾として十分咬み込んで軟化したガム(Dentyne chewing gum)1個を用い、習慣側咀嚼と非習慣側咀嚼を行わせ、従来より教室で行っている方法¹⁰⁻¹⁷⁾に従い、両側咬筋浅部中央(Mm)および側頭筋後部(Tp)から誘導した表面EMG(三栄測器社製生体電気増幅ユニット1253型)をMKG(Myotronics Research, Inc. Seattle)による切歯点の顎運動動径とともにデータレコーダ(TEAC-SR 51)に同時記

Table 1 Subjects' presentation

Subjects	Sex	Age in years	Missing teeth	Habitual chewing side	Denture wearing period
1	♂	64	76 67	L	—
2	♀	50	7654 67	L	18months
3	♀	39	765 4567	R	—
4	♀	64	76 67	L	—
5	♀	49	76 567	R	—

Fig. 1 Parameters measured on the strip record of EMG and MKG (vertical movement)

DPTC: burst duration preceding tooth contact

DOTC: burst duration outlasting tooth contact

APTC: activity preceding tooth contact

AOTC: activity outlasting tooth contact

録^{18,19)}した。

EMG は、原波形と積分オートリセット波形（三栄測器社製積分ユニット 1322 型）として、MKG vertical 曲線とともに電磁オシロペーパー上に 10 cm/sec の紙送り速度で再生（横河電機 Type 2924）した（Fig. 1）。

3. EMG データの計測

再生した EMG 波形は、silent period (SP) と MKG の vertical 曲線を参考にして歯牙接触時点 (TC) を求め、各 burst を前後に 2 分して manual 法により計測した以下のパラメータについて、ガム咀嚼末期の連続 20 ストロークの平均値および CV 値を代表値とした（Fig. 1）。

a. EMG の時間的要素

DPTC

DOTC

duration (DPTC+DOTC)

interval

cycle time (duration+interval)

b. burst 当りの EMG 積分値 (µvsec)

APTC

AOTC

APTC+AOTC

AOTC/APTC ratio

4. データの分析

データは分散分析法により、主変動因子として被検者 $I(i)$ 、咀嚼側 $C(k)$ を設定し、EMG ではさらに被検筋 $M(j)$ を加え、これらがデータの変動に及ぼす主効果およびそれらの交互作用効果について下記の linear model に従って解析した。

Total amount of peanuts remaining on 10-mesh screen

$$Y = \mu + I(i) + C(k) + I \times C + e$$

EMG

$$Y = \mu + I(i) + M(j) + e_1 + C(k) + \dots + e_2$$

Y: mean

μ : general level

Table 2 Results of the analysis of variance (ANOVAR) for total amount of peanuts remaining on 10-mesh screen

SV	SS	df	MS	F	p	ρ (%)
Individuals (I)	11169772.32	4	2792443.08	97.78	<0.001	67.37
Chewing sides (C)	2514627.38	1	2514627.38	88.05	<0.001	15.15
C $\times$ I	1583227.12	4	395806.78	13.86	<0.001	8.95
error	1142368.80	40	28559.22			8.53
total	16409995.62	49				100.00

(mg)

SV : source of variation, SS : sum of squares, df : degree of freedom, MS : mean of square, F : variance ratio (F values), p : probability of the null hypothesis (p values), ρ : effects of the variations in per cent

Table 3 Means and confidence limits at 95% level of total amount of peanuts remaining on 10-mesh screen

Chewing sides(C)	Individuals(I)					means
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
NHS	1353.0	2669.4	2729.0	1518.2	2358.0	2125.5
HS	1246.4	1703.8	2451.8	1403.0	1580.0	1677.0
means	1299.7	2186.6	2590.4	1460.6	1969.0	1901.3

Confidence limits at 95% $\bar{I}_1 : \pm 108.0$ $\bar{C}_k : \pm 68.3$ $\bar{C}_k I_i : \pm 152.7$ (mg)

I : Individuals ($i=1\sim 5$)

M : Muscles ($j=1\sim 4$)

C : Chewing sides ($k=1\sim 2$)

e : error

研究成績

1. 個人差と咀嚼側差について

本研究の被検者 (Table 1) の一部が大臼歯のみでなく小臼歯欠損を含むものであり、また必ずしも左右側の欠損歯数が同数でないことから、まず咀嚼の難易度に関して被検者別、および咀嚼側別に検討した。なお、Table 1 に示すように欠損歯数に左右差のある被検者では、常に欠損歯数の少ない側が習慣性咀嚼側となっていた。

1) ピーナッツ粉碎能

ピーナッツ咀嚼試験の結果では、被検者間 I ($p < 0.001$), 咀嚼側間 C ($p < 0.001$) およびそれらの交互作用 C $\times$ I ($p < 0.001$) に有意性を認め (Table 2), 小臼歯欠損をも伴うケース (Subj. 2, 3, 5 の NHS と Subj. 3 の HS) で大きい残留量を示し、特に第 2 小臼歯の有無は食品の粉碎能に強く影響を及ぼした。また左右の残存歯数の異なる被検者 2, 3, 5 では、残存歯数の多い側 (HS) で有意に小さい値を示したが、残存歯数に差のない被検者

Fig. 2 Total amount of peanuts remaining on 10-mesh screen. Significant interaction (C $\times$ I) and inter-chewing side (C) difference in Table 2 are illustrated. Vertical bars show 95% confidence interval NHS : non-habitual-sided chewing, HS : habitual-sided chewing

1, 4 では、有意差は認められなかった (Table 2, 3, Fig. 2).

2) EMG cycle time

EMG による cycle time の計測値では個人差がめだち、またすべての被検者で咀嚼側間に有意差を認め、特に第 1 小臼歯以後が欠損している被検者 2 の NHS (右

Table 4 ANOVA for EMG cycle time

SV	SS	df	MS	F'	p'	ρ' (%)
Individuals (I)	346228.8872	4	86557.2218	10969.8019	<0.001	82.74
Muscles (M)	(4.2765)	(3)	(1.4255)			
error ₁	(115.1423)	(12)	(9.5952)			
Chewing sides (C)	11978.5210	1	11978.5210	1518.0940	<0.001	2.86
C × I	59951.7765	4	14987.9441	1899.4923	<0.001	14.32
C × M	(17.6255)	(3)	(5.8752)			
error ₂	(99.6720)	(12)	(8.3060)			
error ₂	236.7163	30	7.8905			0.08
total	418395.9010	39				100.00

(msec)

error' : pooled error

Table 5 Means and confidence limits at 95% level of EMG cycle time

Chewing sides (C)	Individuals (I)					means
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
NHS	626.49	818.78	733.06	773.91	835.09	757.47
HS	532.58	666.91	719.74	806.85	888.20	722.86
means	579.53	742.84	726.40	790.38	861.64	740.16

Confidence limits at 95% $\bar{I}_i: \pm 2.03$ $\bar{C}_k: \pm 1.28$ $\bar{C}_k I_i: \pm 2.87$ (msec)

Table 6 ANOVA for CV of EMG cycle time

SV	SS	df	MS	F'	p'	ρ' (%)
Individuals (I)	112.8473	4	28.2118	45.4153	<0.001	43.52
Muscles (M)	(1.6688)	(3)	(0.5563)			
error ₁	(8.8342)	(12)	(0.7362)			
Chewing sides (C)	5.3722	1	5.3722	8.6481	<0.01	1.87
C × I	115.8886	4	28.9722	46.6393	<0.001	44.72
C × M	2.7190	3	0.9063	1.4590		0.34
error ₂	(6.2693)	(12)	(0.5224)			
error ₂	16.7723	27	0.6212			9.55
total	253.5994	39				100.00

(%)

側)では著しく延長して、明らかに咀嚼の困難性を示した。被検者 4, 5 の cycle time は逆に HS が NHS より延長し, CV 値も高く, EMG cycle time が必ずしも咀嚼の難易度と一致するとはいえない結果を得た (Table 4~7, Fig. 3, 4)。

CV 値に関しても同様の傾向であった (Fig. 4)。

3) EMG 積分値

1 burst 当りの積分値 APTC+AOTC ($p < 0.025$) と歯牙接触時点で 2 分した burst 後半部 AOTC ($p < 0.01$) は HS で有意に大きく, burst 前半部 APTC には有意性

はないものの危険率 10% 以下で HS が優勢であった (Table 8~13, Fig. 5)。

Fig. 6 は個人別の APTC+AOTC の power coordination pattern を示しているが, 小臼歯がすべて残存していて, 中心咬合位の安定している被検者 1 と, 検査以前に義歯装着経験の長い被検者 2 では, HS, NHS ともに WMm 最優勢であり, ついで BMm が優勢という M-m type^{20, 21)} の正常パターン²²⁾を示した。一方, 被検者 3, 4, 5 は MKG 的にも中心咬合位が不安定であり, 被検者 5 の NHS 以外は Tp の優勢がめだった。すなわち, 両

Table 7 Means and confidence limits at 95% level of CV of EMG cycle time

Chewing sides (C)	Individuals (I)					means
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
NHS	5.63	14.01	10.13	8.36	8.13	9.25
HS	5.70	6.85	9.46	10.87	9.71	8.52
means	5.67	10.43	9.80	9.62	8.92	8.89

Confidence limits at 95% $\bar{I}_1: \pm 0.57$ $\bar{C}_k: \pm 0.36$ $\bar{C}_k I_1: \pm 0.81$ (%)

Table 8 ANOVAR for APTC+AOTC

SV	SS	df	MS	F'	p'	p' (%)
Individuals (I)	80.4868	4	20.1202	2.3000		9.39
Muscles (M)	78.3128	3	26.1043	2.9842	<0.05	10.75
error ₁	(169.1667)	(12)	(14.0972)			
Chewing sides (C)	54.4406	1	54.4406	6.2235	<0.025	9.43
C × I	(9.8975)	(4)	(2.4744)			
C × M	(23.7958)	(3)	(7.9319)			
error ₂	(68.3169)	(12)	(5.6931)			
error ₂ '	271.1769	31	8.747			70.43
total	484.4109	39				100.00

(μvsec)

Fig. 3 EMG cycle time. Significant interaction (C×I) and inter-chewing side (C) difference in Table 4 are illustrated **Fig. 4** CV of EMG cycle time. Significant interaction (C×I) and inter-chewing side (C) difference in Table 6 are illustrated

側大臼歯欠損患者の4筋 power coordination pattern は正常型からやや異常型^{23,24)}にわたって広く分布していた。

2. 小臼歯部咀嚼の EMG 的特徴

上述の結果をふまえて、小臼歯部咀嚼の EMG 的特徴について検討した。

1) burst duration

咀嚼側間 C と筋間 M の交互作用 C×M に有意性 (p<

0.025) を認め、NHS の Wm が他の3筋よりも有意に延長したのに対して、HS では BTp が他の3筋に比べて有意に短い値を示した。そのため、NHS では両側の Mm 間に差があり、HS では両側 Tp 間に差が現れるという異なった特徴のある time coordination pattern を示す結果を得た (Table 14, 15, Fig. 7)。

CV 値に関しては、被検者間 I を除いて筋間 M (p<0.05) のみに有意性があり、咀嚼側と対側のいずれの側でも Tp は Mm より有意に大きい分散値を示した

Table 9 ANOVAR for APTC

SV	SS	df	MS	F'	p'	ρ' (%)
Individuals (I)	(14.1828)	(4)	(3.5457)			
Muscles (M)	63.6194	3	21.2065	5.4071	<0.01	22.81
error ₁	(76.3293)	(12)	(6.3608)			
Chewing sides (C)	14.1455	1	14.1455	3.6068	(0.05<p<0.1)	4.50
C×I	(2.7457)	(4)	(0.6864)			
C×M	24.0970	3	8.0323	2.0481		5.42
error ₂	(32.2444)	(12)	(2.6870)			
error ₂ '	125.5023	32	3.9219			67.27
total	227.3642	39				100.00

(μvsec)

Table 10 ANOVAR for AOTC

SV	SS	df	MS	F'	p'	ρ' (%)
Individuals (I)	37.7536	4	9.4384	3.6648	<0.05	27.98
Muscles (M)	21.4123	3	7.1374	2.7714	(0.05<p<0.1)	15.40
error ₁	30.9051	12	2.5754	3.0816	<0.05	17.28
Chewing sides (C)	13.0805	1	13.0805	16.4146	<0.01	9.94
C×I	8.4305	4	2.1076	2.6448		4.24
C×M	(1.9243)	3	(0.6414)			
error ₂	(10.0289)	12	(0.8357)			
error ₂ '	11.9532	15	0.7969			25.16
total	123.5352	39				100.00

(μvsec)

Table 11 Means and confidence limits at 95% level of APTC+AOTC

Chewing sides (C)	Muscles (M)				means
	WTp	WMm	BMm	BTp	
NHS	5.83	8.69	4.15	5.82	6.12
HS	10.19	9.75	7.43	6.46	8.46
means	8.01	9.22	5.79	6.14	7.29

Confidence limit at 95% $\overline{M}_j: \pm 1.91$ $\overline{C}_k: \pm 1.35$
(μvsec)

Table 12 Means and confidence limits at 95% level of APTC

Chewing sides (C)	Muscles (M)				means
	WTp	WMm	BMm	BTp	
NHS	3.93	5.75	2.90	3.11	3.92
HS	6.71	6.14	5.45	2.15	5.11
means	5.32	5.95	4.17	2.63	4.52

Confidence limit at 95% $\overline{M}_j: \pm 1.28$ (μvsec)

Table 13 Means and confidence limits at 95% level of AOTC

Chewing sides (C)	Muscles (M)				means
	WTp	WMm	BMm	BTp	
NHS	1.90	2.94	1.25	2.71	2.20
HS	3.48	3.61	1.98	4.30	3.34
means	2.69	3.27	1.61	3.51	2.77

Confidence limit at 95% $\overline{C}_k: \pm 0.78$ (μvsec)

(Table 16, 17, Fig. 8).

2) DPTC

歯牙接触までの burst 前半部の持続時間 DPTC に関し、咀嚼側間 C と筋間 M の交互作用に有意性 ($p < 0.001$) を認めた。本パラメータを onset time の同期性の指標としてみる事ができる。すなわち、NHS では BTp の onset time がやや遅れて咬筋先行型の傾向を示すものの 4 筋の同期性はむしろ高く、一方 HS では BTp の onset time が他の 3 筋よりも有意に遅れ、grinding type²⁵⁾ とみられる特徴を示したが、他の 3 筋間の同期性は高かつ

た (Table 18, 19, Fig. 9).

3) DOTC

DOTC は歯牙接触から burst の offset までの持続時間である。この場合、咀嚼側による差はなく、筋間Mに有意性 ($p<0.01$) がみられ、BTp の有意の延長、すなわち offset の遅延がみられた (Table 20, 21, Fig. 10).

4) EMG 積分値

APTC+AOTC, APTC および AOTC に関して、その power coordination pattern を Fig. 11 に示した。APTC+AOTC ($p<0.05$) と APTC ($p<0.01$) で筋間に有意差があり、作業側 2 筋が非作業側 2 筋よりも有意に大きい、Wm 優勢の正常パターン²²⁾はやや不明瞭である (Table 8~13, Fig. 11).

5) APTC/AOTC ratio

APTC および AOTC 単独では、咀嚼側間 C と筋間 M の交互作用 $C \times M$ に有意性はなかったが、AOTC/APTC

ratio に関しては、 $C \times M$ に有意性 ($p<0.01$) を認め、HS の BTp において有意に高い値がみられ、これに対

Fig. 5 Integrated EMG activities (μvsec). APTC + AOTC (left), APTC (middle), AOTC (right). Significant inter-chewing side (C) difference in Table 8 and 10 are illustrated.

Fig. 6 EMG power coordination patterns (APTC+AOTC) in each subject

Table 14 ANOVAR for EMG burst duration

SV	SS	df	MS	F	p	$\rho(\%)$
Individuals (I)	63280.6119	4	15820.1530	12.2241	<0.001	53.27
Muscles (M)	12910.2945	3	4303.4315	3.3252		10.34
error ₁	15530.1761	12	1294.1813	4.5873	<0.01	10.41
Chewing sides (C)	3775.2490	1	3775.2490	13.3815	<0.01	2.99
$C \times I$	13354.9154	4	3338.7288	11.8342	<0.001	10.48
$C \times M$	4427.1965	3	1475.7322	5.2308	<0.025	3.07
error ₂	3385.5066	12	282.1256			9.44
total	116663.9500	39				100.00

(msec)

して NHS では筋間に有意差が認められなかった (Table 22, 23, Fig. 12).

考 察

1. 研究方法について

本研究の目的は、下顎両側大臼歯欠損患者における犬歯ないし小臼歯部咀嚼の運動学的特徴を検索することで

あり、その一環として咀嚼の難易度の指標として簡便かつ明確なピーナッツ咀嚼試験法を用いた。通常のピーナッツ咀嚼試験では、咀嚼値ないし咀嚼能率を算出しているが、本研究では個人差と咀嚼側差が大きく、ピーナッツ回収量の対照値を定めにくかったため、10 mesh 篩上

Fig. 7 EMG burst duration. Significant interaction (C×M) in Table 14 is illustrated

Table 15 Means and confidence limits at 95% level of EMG burst duration

Chewing sides (S)	Muscles (M)				means
	WTp	WMm	BMm	BTp	
NHS	331.52	385.35	352.39	333.60	350.72
HS	343.84	345.33	339.14	296.83	331.29
means	337.68	365.34	345.77	315.22	341.00

Confidence limit at 95% $\bar{C}_k: \pm 6.69$ $\bar{C}_{kL}: 10.58$ (msec)

Fig. 8 CV of burst duration. Significant inter-muscle (M) differences in Table 16 are illustrated

Fig. 9 DPTC. Significant interaction (C×M) in Table 18 is illustrated

Table 16 ANOVAR for CV of burst duration

SV	SS	df	MS	F'	p'	ρ' (%)
Individuals (I)	313.7171	4	78.4293	6.9253	<0.001	31.40
Muscles (M)	107.7279	3	35.9093	3.1708	<0.05	8.63
error ₁	(186.6439)	(12)	(15.5539)			
Chewing sides (C)	(4.7645)	(1)	(4.7645)			
C×I	116.2662	4	29.0666	2.5666		8.30
C×M	(6.8553)	(3)	(2.2851)			
error ₂	(118.8313)	(12)	(9.9026)			
error ₂ '	317.0975	28	11.3249			51.67
total	854.8088	39				100.00

(%)

残留量 (mg) をそのまま粉碎能のパラメータとして用いた。

被検者は下顎両側大臼歯がすべて欠損していて、被検者 2 と 3 の一侧 (NHS) では小臼歯も無く、犬歯部での咀嚼を行っていたと考えられるが、下顎犬歯が上顎第 1 小臼歯と嵌合するため、小臼歯部咀嚼とみなした。

2. 研究成績について

1) 個人差と咀嚼側差

a. ピーナッツ粉碎能

ピーナッツ咀嚼試験結果にあらわれた大きな個人差と咀嚼側差から、残存歯数による強い影響が示唆された。Yurkstas (1954)²⁶⁾ によると第 1, 第 2 大臼歯欠損ケースにおける咀嚼値は 21% であり、本研究では同じ欠損ケースの咀嚼値の平均値を算出すると 29.1% となった。また第 2 小臼歯の喪失によるピーナッツ篩上残留量の著明な増加は、Manly (1951)²⁷⁾, Yurkstas (1954, 1949)^{26, 28)}, 平沼 (1957)²⁹⁾ らの報告にみられた事実からよく理解できる。見方を変えれば、両側に第 2 小臼歯まで残存するなら、食物粉碎能はさほど極端には低下しないことが示唆され、このことは Käyser (1981)³⁰⁾ の見解とも一致する。

b. Cycle time

一般に顎機能異常者や咀嚼障害患者では、duration や

cycle time の延長^{12,14,16,17,31,32)}が報告されているが、本研究の場合も 5 人平均値でみると NHS では cycle time が延長し、その CV 値も高い値を示して咀嚼の困難性を思わせたが、個人別にみると必ずしも HS 時に cycle time が短縮するとは限らなかった。このことは大臼歯

Fig. 10 DOTC. Significant inter-muscle (M) differences in Table 20 are illustrated

Fig. 11 Integrated EMG activities (μvsec). APTC + AOTC (left), APTC (middle), AOTC (right). Significant inter-muscle (M) differences in Table 8 and 9 are illustrated

Table 17 Means and confidence limits at 95% level of CV of burst duration

Chewing sides (C)	Muscles (M)				means
	WTp	WMm	BMm	BTp	
NHS	16.34	12.40	11.86	15.90	14.12
HS	16.63	13.87	13.33	15.43	14.81
means	16.48	13.13	12.59	15.66	14.47

Confidence limit at 95% $\bar{M}_j : \pm 2.18$ (%)

Table 18 ANOVAR for DPTC

SV	SS	df	MS	F	p	ρ (%)
Individuals (I)	20305.6466	4	5076.4117	5.7144	<0.01	22.11
Muscles (M)	28740.5872	3	9580.1957	10.7842	<0.01	31.89
error ₁	10660.2719	12	888.3560	4.4750	<0.01	9.38
Chewing sides (C)	2935.2256	1	2935.2256	14.7859	<0.01	3.10
C × I	16395.4729	4	4098.8682	20.6477	<0.001	17.68
C × M	6824.9922	3	2274.9974	11.4601	<0.001	7.06
error ₂	2382.1756	12	198.5146			8.78
total	88244.3719	39				100.00

(msec)

欠損の影響が大きく、特に NHS 時のピーナッツ咀嚼試験で大きい残留量を示したことによっても裏付けられた。

c. EMG 積分値

EMG 積分電位が等尺性収縮および一定条件下での等張性収縮の強さを反映する^{7,33-36)}ことが知られ、Ahlgren と Öwall (1970)⁷⁾ はガムを一定条件下で咀嚼させたときの咬筋の burst 積分電位と筋張力との間に直線的関係を認めている。また Körber (1975)³⁷⁾ は、生物学的に理想的な咀嚼運動を行うための条件の 1 つとして、“調和のとれた左右側対称的な筋活動”をあげており、Mushimoto & Mitani²²⁾ は正常者のガム咀嚼時における両側咬筋および側頭筋後部の EMG 積分値は、働側咬筋が他の 3 筋より有意に優勢な coordination pattern を示すことを報告している。

本研究の被検者別の APTC+AOTC の power coordination pattern をみた場合、被検者 3, 4, 5 では両側 Tp の積分電位が優勢で、WMm 最優勢の正常パターンがみられなかった^{23,24)}のは、欠損に伴う咀嚼機能障害の反映と考えられる。一方、被検者 1 と 2 においては正常レベルに近いピーナッツ咀嚼試験成績、cycle time およびその CV 値などが得られたのは、中心咬合位の安定し

ていたことが大きく寄与したためと考えられる。咀嚼側差ではすべての被検者で例外なく HS の積分値が大きく、残存歯数の多いこと、および義歯経験のあること、中心咬合位の安定していることなどの条件差によることが推測された。

2) 小白歯部咀嚼の EMG 的特徴

a. DPTC

NHS で BTP の onset time がやや遅れるものの全体として 4 筋 onset の同期性は高く、chopping 様の咀嚼運動^{25,38)}の行われている傾向を認めた。またこの際の咬筋先行型の onset は骨格性下顎前突患者にみられたパターン³⁹⁾に類似している。吉村 (1982)³⁹⁾ は下顎の閉口運動を矢状面に投影して 3 級のココ運動とみなすと、作業点である歯の咬合接触部までの距離が下顎前突者では正常有歯顎者より長く、力点である下顎角部に付着している咬筋の負担が増大すると説明しているが、小白歯部でしか咀嚼できない本被検者群での結果とも符合するところがある。一方、HS ではややおもむきを異にし、WTP と WMm に有意差はないが、BTP の遅れが著しく、

Table 19 Means and confidence limits at 95% level of DPTC

Chewing sides (C)	Muscles (M)				means
	WTP	WMm	BMm	BTP	
NHS	232.44	265.44	244.15	209.97	238.00
HS	252.51	239.83	233.41	157.72	220.87
means	242.48	252.64	238.78	183.85	229.44

Confidence limits at 95% $\bar{M}_j: \pm 20.54$ $\bar{C}_k: \pm 6.86$
 $\bar{C}_k \bar{M}_j: \pm 22.71$ (msec)

Fig. 12 AOTC/APTC ratio. Significant interaction (C×M) in Table 22 is illustrated

Table 20 ANOVA for DOTC

SV	SS	df	MS	F'	p'	ρ (%)
Individuals (I)	33886.4665	4	8471.6166	31.0608	<0.001	65.73
Muscles (M)	6821.4092	3	2273.8031	8.3368	<0.001	12.03
error1	(4008.9955)	(12)	(334.0830)			
Chewing sides (C)	(53.0151)	(1)	(53.0151)			
C×I	1134.4115	4	283.6029	1.0398		0.09
C×M	1232.5297	3	410.8432	1.5063		0.83
error2	(2756.5675)	(12)	(229.7140)			
error2'	6818.5781	25	272.7431			21.32
total	49893.3949	39				100.00

(msec)

grinding 様咀嚼運動^{25, 38)}の行われていることがうかがわれた。

b. DOTC

DOTC には咀嚼側にかかわらず BTp の積極的かつ持続的な関与がめだった。このことは大白歯が欠損していても小白歯部でなお grinding motion を伴う咀嚼運動が行われていることを推測させる。Dahlberg (1942)⁴⁰⁾は、硬化ゼラチンの咀嚼による表面積の増加率を指標とする咀嚼試験を行った結果、臼歯欠損のある人でも咬合接触点の少ないわりには咀嚼能力は減少していないことを報告し、これは咀嚼回数の増加によるのではなく、切歯を咬断と臼磨様運動にも用いるためと述べており、本研究の結果と符合する見解である。

c. Duration

4 筋の burst duration の coordination pattern は NHS と HS で有意に異なり、NHS では両側 Mm 間に差があり、HS に比べて咀嚼の困難度の高い NHS で Mm 先行型となる傾向は吉村 (1982)³⁹⁾の下顎前突者における報告と一致し、作業側、非作業側ともに Tp の CV 値が Mm より大きい値を示したのは、この条件下で下顎の stabilizer^{41~43)}として両側 Tp のデリケートな関与を必要としたためと理解でき、したがって小白歯部咀嚼運動の一特徴と考えられる。

d. EMG 積分値

Table 21 Means and confidence limits at 95% level of DOTC

Chewing sides (C)	Muscles (M)				means
	WTp	WMm	BMm	BTp	
NHS	99.08	119.91	108.24	123.63	112.72
HS	91.33	105.48	105.73	139.11	110.41
means	95.21	112.70	106.99	131.37	111.56

Confidence limit at 95% $\bar{M}_j: \pm 10.76$ (msec)

被検者別に power coordination pattern をみた場合、WMm 優勢の正常パターンから異常型にまで広く分布する結果を得たことから、この種の欠損患者における下顎位の不安定性が示唆された。

e. AOTC/APTC ratio

APTC, AOTC 単独では特徴がみられなかったにもかかわらず、APTC/AOTC ratio に関して HS の BTp が有意に高い値を示したことは、小白歯部咀嚼運動に grinding motion の要素が多く加味されていることを推測させ、一方、NHS では筋間に有意性のない chopping motion の特徴³⁸⁾がうかがわれた。

結 論

下顎両側大白歯がすべて欠損し、犬歯ないし小白歯部でしか咀嚼できない症例における咀嚼運動の EMG 学的特徴を明らかにする目的で、5 人の被検者に習慣性咀嚼側 (HS) と非習慣性咀嚼側 (NHS) でチューインガム咀嚼させ、EMG 的に検索した。またピーナツ咀嚼試験もあわせて行い、つぎの結果を得た。

1. ピーナツ咀嚼試験, EMG cycle time, 積分値等の比較から咀嚼の難易度を推測すると、個人差が著しいものの残存歯数の少ない咀嚼側において困難度が大きかった。

2. EMG burst duration については、NHS では両側 Mm 間に差があらわれたのに対して、HS では Tp 間に差があらわれ、NHS と HS では異なる time coordination pattern を示した。CV 値は作業側、非作業側とも Tp において Mm より有意に大きい値を示し、この種の症例における咀嚼時に両側 Tp が特に複雑かつデリケートな関与をすることが示唆された。

3. burst 前半部の持続 DPTC は、NHS では咬筋先

Table 22 ANOVA for AOTC/APTC ratio

SV	SS	df	MS	F'	p'	ρ' (%)
Individuals (I)	3.7033	4	0.9258	2.2648		5.18
Muscles (M)	13.8718	3	4.6239	11.3114	<0.001	31.70
error ₁	(5.7424)	(12)	(0.4785)			
Chewing sides (C)	2.6843	1	2.6843	6.5664	<0.025	5.70
C × I	3.2444	4	0.8111	1.9841		4.03
C × M	6.5725	3	2.1908	5.3593	<0.01	13.40
error ₂	(4.0685)	(12)	(0.3390)			
error _{2'}	9.8109	24	0.4088			39.99
total	39.8871	39				100.00

Table 23 Means and confidence limits at 95% level of AOTC/APTC ratio

Chewing sides (C)	Muscles (M)				means
	WTp	WMm	BMm	BTp	
NHS	0.46	0.57	0.42	0.90	0.59
HS	0.48	0.73	0.39	2.81	1.10
means	0.47	0.65	0.41	1.85	0.85

Confidence limits at 95% $\bar{M}_j: \pm 0.42$ $\bar{C}_k: \pm 0.30$
 $C_k M_j: \pm 0.50$

行型で、しかも4筋の同期性は高く、骨格性下顎前突患者にみられるパターンに類似していた。一方、HSではBTpのonset timeが他の3筋より有意に遅れ、NHSよりも臼磨型傾向の強いことが推測された。

4. 歯牙接触からburstのoffsetまで(burst後半部)の持続時間DOTCについては、咀嚼側による差はみられず、BTp offsetの有義の延長がみられ、burst後半部における同筋の積極的かつ持続的な関与が示された。

5. 1 burst当りの積分値APTC+AOTCおよび歯牙接触時点で2分した前半部APTCのpower coordination patternでは、いずれも作業側2筋が非作業側2筋より有意に大きい、WMm優勢の正常パターンはやや不明瞭であった。

6. AOTC/APTC ratioでは、HSでのBTpが有意に高く、小白歯部咀嚼における臼磨様咀嚼運動の発現が示唆されたのに対して、NHSでは4筋間に有意差がなく、chopping型の運動形式に傾くことがうかがわれた。このことは、非習慣側において、欠損歯数の多かったことも関連があると推測される。

本論文の要旨は第327回大阪歯科学会例会（昭和59年6月9日、大阪）において発表した。

文 献

- Hedegård, B., Lundberg, M. and Wictorin, L.: Masticatory function-A cineradiographic investigation. *Acta. Odontol. Scand.*, 25: 331~353, 1967.
- Watson, R.M.: Masticatory ability-cineradiographic observations. *J. Dent.*, 1: 54~60, 1972.
- Abel, L.F. and Manly, R.S.: Masticatory function of partial denture patients among navy personnel. *J. Prosthet. Dent.*, 3: 382~392, 1953.
- Kaires, A.K.: A study of partial denture design and masticatory pressures in a mandibular bilateral distal extension case. *J. Prosthet. Dent.*, 8: 340~350, 1958.
- Atkinson, H.F. and Shepherd, R.W.: Masticatory movement in the absence of teeth in man. *Arch. Oral Biol.*, 18: 855~860, 1973.
- Manly, R.S. and Braley, L.C.: Masticatory performance and efficiency. *J. Dent. Res.*, 29: 448~462, 1950.
- Ahlgren, J. and Öwall, B.: Muscular activity and chewing force: A polygraphic study of human mandibular movements. *Arch. Oral Biol.*, 15: 271~280, 1970.
- 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: 453~486, 1969.
- 豊岡博夫, 佐々木元, 末光哲雄, 棟久信宏, 橋田博文, 長沢宏道: 咀嚼筋筋電図の規格化に関する実験的研究, *広歯誌*, 6: 17~24, 1974.
- 小川晴彦: 実験的咬合干渉が咀嚼筋筋電の時間的要素におよぼす影響, *歯科医学*, 39: 421~440, 1976.
- 加藤信次: 顎関節機能障害患者の切歯点における咀嚼運動について, *歯科医学*, 41: 117~146, 1978.
- 宮崎 哲: インプラントー粘膜支持型義歯による咀嚼運動の筋電図学的研究, 未発表.
- 西崎 宏: EMG Visual Biofeedbackによる顎関節症の治療効果, *補綴誌*, 28: 1040~1062, 1984.
- 太田 宏: 顎関節症患者におけるEMG的パラメータの診断的意義, *歯科医学*, 44: 844, 1981.
- 土居 昂: 実験的大歯誘導咬合付与が咀嚼運動に及ぼす影響, *歯科医学*, 47: 514~541, 1984.
- 小柳圭司: 口蓋前半部義歯床による咀嚼運動への影響について, *歯科医学*, 47: 184~224, 1984.
- 川野 晃: 下顎床義歯の臼歯部舌側フレンジが咀嚼運動に及ぼす影響, *歯科医学*, 47: 141~183, 1984.
- 三谷春保: 筋電計による咀嚼筋活動の診査, *歯科ジャーナル*, 16: 307~313, 1982.
- 虫本栄子: 咀嚼筋筋電図の記録法と読み方, *カラーアトラス歯科臨床講座*, 7: 395~402, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 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: 58~92, 1969.
- 多和伸浩: 咀嚼時閉口筋のEMG Coordination Patternについて, *補綴誌*, 15: 48~66, 1971.
- Mushimoto, E. and Mitani, H.: Bilateral coordination pattern of masticatory muscle activities during chewing in normal subjects. *J. Prosthet. Dent.*, 48: 191~197, 1982.
- 虫本栄子, 三谷春保: 積分電位からみた咀嚼筋の両側性協調様式, *脳波と筋電図*, 8: 78, 1979.
- 三谷春保, 虫本栄子: 特に神経筋機構を考慮した症例, 補

- 綴臨床, 別冊 (補綴の診療計画とその診査): 87~95, 1979.
- 25) 仁科隆実: 咀嚼運動様式の EMG 的特徴について, 歯科医学, 42: 1~27, 1979.
- 26) Yurkstas, A.A.: The effect of missing teeth on masticatory performance and efficiency. *J. Prosthet. Dent.*, 4: 120~123, 1954.
- 27) Manly, R.S.: Factors affecting masticatory performance and efficiency among young adults. *J. Dent. Res.*, 30: 874~882, 1951.
- 28) Yurkstas, A.A. and Manly, R.S.: Measurement of occlusal contact area effective in mastication. *Am. J. Orthod.*, 35: 185~195, 1949.
- 29) 平沼謙二: 咬合面積並びにその咀嚼効率に及ぼす影響, 補綴誌, 1: 17~36, 1957.
- 30) Käyser, A.F.: Shortened dental arches and oral function. *J. Oral Rehabil.*, 8: 457~462, 1981.
- 31) Mushimoto, E.: The role in masseter muscle activities of functionally elicited periodontal afferents from abutment teeth under overdentures. *J. Oral Rehabil.*, 8: 441~455, 1981.
- 32) 前田照太: 咬合性顎関節症の筋電図学的研究, 歯科医学, 43: 229~267, 1980.
- 33) Lippold, O.C.J.: The relation between integrated action potentials in a human muscle and its isometric tension. *J. Physiol.*, 117: 492~499, 1952.
- 34) Bigland, B. and Lippold, O.C.J.: The relation between force, velocity and integrated electrical activity in human muscles. *J. Physiol.*, 123: 214~224, 1954.
- 35) Ahlgren, J.: Mechanism of mastication. *Acta Odontol. Scand.*, Suppl. 44: 1~109, 1966.
- 36) 三谷春保: 咀嚼筋の筋電図, 神経研究の進歩, 18: 1086~1095, 1974.
- 37) Körber, K. *Zahnärztliche Prothetik*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1975.
- 38) 後藤栄二: 咀嚼運動様式を意識的に変えた場合の EMG coordination pattern について, 歯科医学, 45: 732, 1982.
- 39) 吉村 弘: 骨格性下顎前突患者の咀嚼運動に関する筋電図学的研究, 歯科医学, 45: 337~356, 1982.
- 40) Dahlberg, B.: The masticatory effect. *Acta Med. Scand. Suppl.* 139, 1942.
- 41) Sicher, H.: *Oral Anatomy*. C.V. Mosby Co., St. Louis, 1949.
- 42) Carlsöö, S.: An electromyographic study of the activity, and an anatomic analysis of the mechanics of the muscle. *Acta Odontol. Scand.*, 10, Suppl. 11: 1~132, 1952.
- 43) 河村洋二郎: 口腔生理学, 174~184, 永末書店, 京都, 1979.