咀嚼運動に関する運動学および筋電図学的検討

I-3. 咀嚼進行に伴う咀嚼筋筋放電活動に対応する下顎位の変動について

和泉 憲一

Kinesiological and Electromyographical Study on Masticatory Movement

I-3. The Changes in The Jaw Position Corresponding to The Muscular Discharge Activities of Masticatory Muscles During The Process of Mastication

Kenichi Izumi

Abstract : For the purpose of clarifying the aspects of masticatory movement and producing the clinically index of jaw movable analysis, the phasic masticatory movement and electric discharge activity of masticatory muscle of natural dentitions were recorded simultaneously during the mastication of peanuts ham and takuan, using the Saphon visitrainer which is an analytical equipment for the jaw movement and the polygraph (RM-6000). As a result of this study, following conclusions were obtained.

1. The correlation coefficient was negative in each masticatory muscle and each of the three different types of food at the time when muscular activities started and when they reached a maximum; and WT became significantly smaller than other masticatory muscles.

2. As for the confidence interval of regression coefficient, that of the masticatory muscle on the working side (WT, WM) became smaller than that of the masticatory muscle on the balancing side (BT, BM) when the muscular activities for masticating the three different types of food started and when they reached a maximum.

3. It has been estimated that the quantitative indication of the changes in the mandibular position by the correlation coefficient and the confidence interval of regression coefficient will serve as an index of masticatory functions.

Key words : masticatory movement, electromyogram, mandibular position, onset of muscle activity, maximum muscle activity

第1章 緒 言

咀嚼運動は、歯科医学におけるすべての領域に関係する顎口腔系の重要な生理的機能の一つであり、従来より

日本大学大学院歯学研究科歯科臨床系専攻（指導：森谷良彦教授）

Nihon University Graduate School of Dentistry, Tokyo (Major in Full Denture Prosthodontics), (Director : Prof. Yoshihiko Moriya)

昭和62年12月14日受付

多くの研究が運動学的あるいは筋電図学的に行われ、数多くの成果が得られている。

特に、咀嚼運動は開口、閉口および咬合という規則的なリズムをもって繰り返す運動である^{1,2)}。この現象に着目して臨床的に顎機能異常の診査や補綴治療の効果、および予後判定などの指標として咀嚼リズムを検討し、その有効性が数多く報告されている³⁻¹⁰⁾。またそれらの方法も、下顎運動相から判定する方法⁷⁾、咀嚼筋特に咬筋および側頭筋の筋放電活動から判定する方法^{4,6)}、下顎運動と咀嚼筋筋活動を同時記録してその規則性を比較検討す

る方法^{3,5,8-10})と多様である。

しかしながら、咀嚼リズム以外に咀嚼運動の臨床的有効性を説いた報告では、SP の発現頻度、持続時間¹¹⁾および発現時の下顎位から求めた報告¹²⁾、パワースペクトルから求めた報告¹³⁾、最大咀嚼筋放電活動時の下顎位から求めた報告^{8,14,15)}、咀嚼経路のバラツキから求めた報告¹⁶⁾、前頭的咀嚼運動範囲から求めた報告¹⁷⁾がみられるが、咀嚼の変動を解明するに不十分である。

そこで著者は、咀嚼の動態を咀嚼進行に伴う咀嚼筋放電活動開始時と最大咀嚼筋放電活動時に対応する下顎位の変動から求め、さらに臨床的な顎機能分析への有効な一資料とするために、咀嚼運動様相と咀嚼筋放電活動を下顎運動解析装置サホンビジトレナー CII^{8,10,12,14,15,17,18)}および多用途計測記録装置 RM-6000 にて同時記録し、咀嚼進行に伴う筋放電活動と下顎位の関連性、筋放電活動に対応する下顎位の再現性をそれぞれ相関係数および回帰係数の区間幅をもって分析、検討した。

第 2 章 材料および方法

1. 被 検 者

被検者は、顎関節と咀嚼筋に自覚的および他覚的異常¹⁹⁾が認められず、上下顎第 2 大臼歯までに欠損および歯列不正がなく、さらに修復処置が 4 歯以内で、しかも、小窩裂溝部に局限している group functioned occlusion^{20,21)} の咬合様式を有する正常な顎口腔系機能を営む 21~23 歳男子、5 名である。

2. 測定装置および方法

咀嚼運動様相および咀嚼筋放電活動の観察を行うために、サホンビジトレナー CII および多用途計測記録装置 RM-6000 を用いた。

咀嚼運動様相の測定は、泉田ら¹⁸⁾に従い、光学系を応用した非接触型の下顎運動解析装置であるサホンビジトレナー CII (佐藤医療電子社、以下、SVT と略す)を用いた。測定に際して、LED (light emitting diode) は、LED 用レジシースを用いて下顎前歯部の正中線にシアノアクリレート系接着剤で固定し、sensor は LED・sensor 規定棒を用いて、LED の前方 100.0 mm に設定した。3 種食物 (ピーナッツ、ハムおよびたくあん) の咀嚼は、被検者が任意に行い、その全咀嚼過程を測定した。SVT より得られた記録紙上の咀嚼運動波形は、デジタイザ (武藤工業社 BIT PAD ONE, 分解能 0.1 mm) にて計測した。なお、ピーナッツは破砕性食物として 3

図 1 前頭的咀嚼運動様相と筋活動開始時および筋活動最大時の下顎位における測定点

個 (約 3 g)、プレスハム (以下、ハムと略す) は弾力性食物として約 1 cm³ 3 個 (約 3 g)、たくあんは切断性食物として約 1 cm³ 3 個 (約 3 g) を用いた。

咀嚼筋放電活動の測定は、多用途計測記録装置 RM-6000 (日本光電社) を用い、深水²²⁾の方法に準じて行った。その測定は、各被検者の左右咬筋中央部および側頭筋前部を誘導筋とし、これらに表面電極 (disposable 接着 seal 方式、有効直径 5 mm, sintered Ag/AgCl miniature skin electrode NT-611~5U) を貼布し、その極間抵抗が 10 k Ω 以下で、3 種食物の咀嚼運動様相の測定と同時に行った。

なお、測定は、筋疲労に配慮しながら 1 日 3 回隔週毎に計 9 回行った²²⁾。

3. 分析方法

咀嚼開始から嚥下前までの咀嚼全ストロークについて、咀嚼筋放電活動開始時 (以下、筋活動開始時と略す) および最大咀嚼筋放電活動時 (以下、筋活動最大時と略す) に対応する下顎位を前頭面上における中心咬合位 (CO) からの距離として求めた。すなわち、筋活動開始時および筋活動最大時に対応するそれぞれの水平的下顎位 a および c を SVT (H) から、垂直的下顎位 b および d を SVT (V) から求め (図 1)、さらにそれぞれの水平および垂直的下顎位の値を以下の式により合成する

- a : 筋活動開始時の水平的下顎位
b : 筋活動開始時の垂直的下顎位
c : 筋活動最大時の水平的下顎位
d : 筋活動最大時の垂直的下顎位
O : 筋活動開始時に対応する下顎位
M : 筋活動最大時に対応する下顎位

図2 筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位

ことによって、筋活動開始時に対応する下顎位 O および筋活動最大時に対応する下顎位 M を前頭面上における CO から距離として求めた (図2)。

$$CO-O = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$CO-M = \sqrt{c^2 + d^2}$$

そして、咀嚼進行に伴う下顎位の変動を検討するために、1)、2)の項目の分析を行った。

1) 筋放電活動と下顎位の関連性について

咀嚼進行に伴う下顎位の変動を、臨床的に簡便な指数で検索するため、咀嚼進行の変量をストローク番号とし、ストローク番号と筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位との関連性の親疎の程度を相関係数をもって数量的に検討した。筋活動開始時の相関係数 r_o と筋活動最大時の相関係数 r_M は、下記の方程式からストローク番号 i の筋活動開始時に対応する下顎位 O_i および筋活動最大時に対応する下顎位 M_i を用いて算出した²³⁾。

$$r_o = \frac{\sum_{i=1}^n (i - \bar{i})(O_i - \bar{O})}{(n-1)S_i S_o}$$

$$r_M = \frac{\sum_{i=1}^n (i - \bar{i})(M_i - \bar{M})}{(n-1)S_i S_M}$$

S_i : ストローク番号 i の標準偏差

S_o : 筋活動開始時に対応する下顎位の標準偏差

S_M : 筋活動最大時に対応する下顎位の標準偏差

2) 筋放電活動に対応する下顎位の再現性について

咀嚼の円滑さは、相関係数で下顎位の変動を数量的に

現すことによってある程度表現できるが、正常者各個人の習慣的な変動の再現性を把握することでより正確に円滑さを現すことができると考え、1咀嚼中における筋活動開始時に対応する下顎位 O および筋活動最大時に対応する下顎位 M の変動の再現性を、筋活動開始時の相関係数 r_o および筋活動最大時の相関係数 r_M を用いて、筋活動開始時の回帰係数 a_o および筋活動最大時の回帰係数 a_M を下記の方法から求め、それぞれの各被検者内の区間幅²⁴⁾ $a_o - s_D$ および $a_M - s_D$ をもって検討した。

$$a_o = r_o S_o / S_i, \quad b_o = \bar{O}_i - a_o \bar{i}$$

$$a_M = r_M S_M / S_i, \quad b_M = \bar{M}_i - a_M \bar{i}$$

これらの分析項目の測定値から平均値および標準偏差を求め、さらに各咀嚼筋差および3種食物差に関して t-検定 ($\alpha=0.05$) を行った。

第3章 成 績

1. 筋放電活動と下顎位の関連性について

筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位における3種食物(ピーナッツ、ハム、たくあん)咀嚼の相関係数は、表1および図3に、また各咀嚼筋差および3種食物差の t-検定結果は、表2および3に示す。

2. 筋放電活動に対応する下顎位の再現性について

筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位における3種食物咀嚼の回帰係数の区間幅は、表4および図4に、また各咀嚼筋差および3種食物差の t-検定結果は、表5および6に示す。

第4章 総括および検討

21~23歳正常有歯顎者5名のピーナッツ、ハムおよびたくあん咀嚼における咀嚼運動様相を総括し、20歳代男子における咀嚼の変動に対する簡便で有効な一資料とするために、検討すると以下のとおりである。

1. 被検者について

これまで、有歯顎者の咀嚼運動に関する研究が数多く行われているが、そのほとんどは被検者の咬合様式が明記されていない。そして、人工的に犬歯誘導を付与した報告²⁵⁻²⁷⁾、さらに咬合に関して全く手を加えていない健康有歯顎者では、当教室の泉田¹⁴⁾、田島¹⁰⁾、山田¹²⁾および宮澤¹⁷⁾の報告以外見当たらない。しかし咀嚼運動は、側方滑走運動と密接な関係をもつので²⁸⁻³⁹⁾、咬合様式を

考慮する必要があると考えた。

Group functioned occlusion は、1961 年 Schuyler が

提唱²⁰⁾した理想咬合の一つで、畑ら²¹⁾の報告によると、20 歳代日本人成年男子では group functioned occlusion が 59.4% と過半数をしめ、咬耗などを考慮すると増齢に伴いさらにその比率は増加するものと予想される。そこで著者は、group functioned occlusion の咬合様式を有する 21~23 歳男子 (5 名) を被検対象とした。

図 3 筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位の相関係数

表 1 筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位の相関係数

		WT	BT	WM	BM
Peanut	r_0	-0.78 (0.02)	-0.46 (0.14)	-0.59 (0.08)	-0.45 (0.07)
	r_M	-0.92 (0.02)	-0.57 (0.10)	-0.72 (0.15)	-0.46 (0.15)
Ham	r_0	-0.79 (0.08)	-0.56 (0.18)	-0.63 (0.08)	-0.58 (0.06)
	r_M	-0.88 (0.03)	-0.48 (0.21)	-0.61 (0.05)	-0.51 (0.18)
Takuan	r_0	-0.85 (0.04)	-0.66 (0.15)	-0.76 (0.03)	-0.60 (0.11)
	r_M	-0.87 (0.03)	-0.50 (0.13)	-0.74 (0.10)	-0.51 (0.17)

注) WT : temporal muscle on working side () : SD
BT : temporal muscle on balancing side N = 5
WM : masseter muscle on working side
BM : masseter muscle on balancing side
 r_0 : 筋活動開始時に対応する下顎位の相関係数
 r_M : 筋活動最大時に対応する下顎位の相関係数

表 2 3 種食物の各咀嚼筋間における相関係数の有意性検定

PEANUT					HAM					TAKUAN				
筋活動開始時					筋活動開始時					筋活動開始時				
WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM	
	+	+	+	WT		+	+	+	WT		+	+	+	WT
		-	-	BT			-	-	BT			-	-	BT
			-	WM				-	WM				-	WM
				BM					BM					BM
筋活動最大時					筋活動最大時					筋活動最大時				
WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM	
	+	+	+	WT		+	+	+	WT		+	+	+	WT
		-	-	BT			-	-	BT			+	+	BT
			-	WM				-	WM				-	WM
				BM					BM					BM

注) + : 有意差有り ($\alpha=0.05$)
- : 有意差無し
表 1 下注参照

表 3 各咀嚼筋の3種食物間における相関係数の有意性検定

WT				BT				WM				BT			
筋活動開始時				筋活動開始時				筋活動開始時				筋活動開始時			
Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
	—	+	Peanut		—	—	Peanut		—	+	Peanut		+	—	Peanut
		—	Ham			—	Ham			+	Ham			—	Ham
			Takuan				Takuan				Takuan				Takuan
筋活動最大時				筋活動最大時				筋活動最大時				筋活動最大時			
Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
	—	+	Peanut		—	—	Peanut		—	—	Peanut		—	—	Peanut
		—	Ham			—	Ham			+	Ham			—	Ham
			Takuan				Takuan				Takuan				Takuan

注) 表2下注参照

表 4 筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅

		WT	BT	WM	BM
Peanut	a ₀ -SD	0.07 (0.01)	0.19 (0.12)	0.11 (0.04)	0.32 (0.22)
	a _M -SD	0.12 (0.02)	0.23 (0.16)	0.08 (0.03)	0.15 (0.12)
Ham	a ₀ -SD	0.09 (0.01)	0.12 (0.11)	0.06 (0.04)	0.13 (0.03)
	a _M -SD	0.06 (0.02)	0.15 (0.08)	0.09 (0.03)	0.29 (0.21)
Takuan	a ₀ -SD	0.08 (0.03)	0.21 (0.02)	0.08 (0.05)	0.19 (0.07)
	a _M -SD	0.08 (0.03)	0.19 (0.16)	0.08 (0.01)	0.33 (0.29)

注) a₀-SD: 筋活動開始時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅a_M-SD: 筋活動最大時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅

表1下注参照

(): SD

N = 5

2. EMG-SVT による下顎運動測定面と筋活動測定時期について

顎運動の特徴を解析するうえで、前頭面から観察した研究は多い。Ahlgren³¹⁾は、下顎運動の特徴が前頭面上の経路に最も著明に現れることを指摘し、古屋³²⁾は、正常者と異常者の下顎限界開口運動を種々な角度から比較検討したところ、両群間の差異が最も明瞭であったのは、すべて前頭面投影像であり、臨床的に簡単に下顎運動の診査を行う場合は、前頭面上で検討するのが有効であると報告している。そこでこれらの報告^{31), 32)}を参考

図 4 筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅

に、本研究では、咀嚼筋筋放電活動に対応する下顎位の観察を前頭面において行った。

下顎運動の中でも生命維持に直結する最も重要な生理的機能である咀嚼運動では、刻々変化していく食物を介して上位中枢と顎口腔系諸器官との協調による運動であ

表 5 3 種食物の各咀嚼筋間における回帰係数の区間幅の有意性検定

PEANUT					HAM					TAKUAN				
筋活動開始時					筋活動開始時					筋活動開始時				
WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM	
	+	-	+	WT		+	-	+	WT		+	-	+	WT
		+	-	BT			+	-	BT			+	-	BT
			+	WM				+	WM				+	WM
				BM					BM					BM
筋活動最大時					筋活動最大時					筋活動最大時				
WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM		WT	BT	WM	BM	
	-	-	-	WT		+	-	+	WT		-	-	-	WT
		-	-	BT			-	-	BT			-	-	BT
			-	WM				-	WM				-	WM
				BM					BM					BM

注) 表 2 下注参照

表 6 各咀嚼筋の 3 種食物間における回帰係数の区間幅の有意性検定

WT				BT				WM				BM			
筋活動開始時				筋活動開始時				筋活動開始時				筋活動開始時			
Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
	+	-	Peanut		-	-	Peanut		-	-	Peanut		-	-	Peanut
		-	Ham			-	Ham			-	Ham			-	Ham
			Takuan				Takuan				Takuan				Takuan
筋活動最大時				筋活動最大時				筋活動最大時				筋活動最大時			
Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
	+	-	Peanut		-	-	Peanut		-	-	Peanut		-	-	Peanut
		-	Ham			-	Ham			-	Ham			-	Ham
			Takuan				Takuan				Takuan				Takuan

注) 表 2 下注参照

り、種々な感覚受容器からのフィードバックが円滑な咀嚼機能にとって重要な役割をもっている^{1,2)}。したがって筋放電活動はすべての情報を制御した結果として現れ、さらにその制御された筋放電活動に対応する下顎位を咀嚼進行に伴って観察することは、咀嚼機能の解明ならびに良否の判定等に有効であると考えた。

著者の筋活動開始時は、川村⁵⁾の咀嚼期開始点に相当し、食品を上下歯間にとらえる時点として重要視しており、この時点での下顎位は、食物の性状により変化すると報告している。また、筋活動最大時に対応する下顎位

については、森谷⁸⁾および泉田¹⁴⁾が正常者を、久保田¹⁵⁾が軽度な顎関節症患者を対象として検討しており、食物の切截、破碎および粉砕を行うための最大咀嚼力および最大挙上速度への前準備期であり、咀嚼機能に大きく関係するものと考えられている。したがって食物を摂取して、これを食塊にして嚥下するまで逐次食物の性状が変化していく咀嚼の動態を把握するために、筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位を観察することは、咀嚼機能の解明に有効であり、有歯顎者はもとより、義歯装着者および顎機能異常者の診断と治療効果の一判

定資料として可能ではないかと考えられる。

そこで著者は、EMG-SVT 同時記録システム^{8,10,12,14,15,17,18}から得られた記録波形の筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位を、SVT の水平的および垂直の下顎位を合成し、前頭面的に CO からの距離として求め、それら下顎位の咀嚼開始から嚥下前までの変動を観察することにした。

3. 筋放電活動と下顎位の関連性について

咀嚼進行における下顎位の変動は、顎口腔系が正常に機能した結果として現れる現象であるため、数量的にこの変動を表すことにより臨床応用可能と考え、まず筋放電活動と下顎位の関連性を表す指標として筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位とストローク番号との間の相関係数をもって検討することとした。

相関関係 (表 1 および図 3) は、筋活動開始時および筋活動最大時に、各咀嚼筋、各種食物ともに負の相関が認められた。したがって、咀嚼進行に伴いすべての条件において、下顎位は各咀嚼ストロークごとに直線的に CO 方向に近づく傾向にあることを示した。

各咀嚼筋の 3 種食物咀嚼における筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位の負の相関関係 (表 1 および図 3) は、作業側側頭筋 (以下、WT と略す) が最も高く、ついで作業側咬筋 (以下、WM と略す) であり、平衡側側頭筋 (以下、BT と略す) および平衡側咬筋 (以下、BM と略す) は、ほぼ同程度を示した。3 種食物の各咀嚼筋間における t 検定の結果 (表 2) では、3 種食物ともに WT と WM、BT および BM 間に有意差を認めた。

3 種食物の各咀嚼筋における筋活動開始時、および筋活動最大時に対応する下顎位の相関係数 (表 1 および図 3) は、筋活動開始時において各咀嚼筋ともにピーナッツ、ハムおよびたくあん順に小となる傾向を示し、筋活動最大時において WT と BT ではピーナッツ、WM と BM ではたくあんが小となる傾向を示した。各咀嚼筋の 3 種食物間における相関係数の t 検定結果 (表 3) では、筋活動開始時における WT のピーナッツとたくあん間、WM のピーナッツとたくあん間ならびにハムとたくあん間、BT のピーナッツとハム間、筋活動最大時における WT のピーナッツとたくあん間、WM のハムとたくあん間に有意差を認めた。

筋活動開始時に対応する下顎位に関して、被検者 (口腔内状態)、被検食物、測定および分析方法の相違から、著者の成績と直接比較するのは難しいが、川村⁹は、生米、ピーナッツ、裂きすめ、乾ぶどう、かまぼこ、リ

ンゴおよびチーズ咀嚼時の筋活動開始時に対応する垂直の下顎位を咀嚼期顎間距離、および水平的下顎位を咀嚼期側方動距離として咀嚼進行に伴う変動を観察し、実験中の運動距離の推移において、全体として増減のない平均な推移を示すもの (α 型)、食品の摂取から嚥下に近づくに従って漸減するもの (β 型) の 2 群に分け、さらに各群それぞれゆるやかな変動 (θ 型) と急激で小さき変動 (γ 型) の特徴を判別した。その結果、一般に、咀嚼進行に伴い各ストロークの咀嚼期顎間距離は、漸次減少する β 型でかつゆるやかな変動の θ 型を示し、咀嚼期側方動距離は、増減のない平均な推移を示す α 型でかつゆるやかな変動の θ 型を示したと述べた。著者の筋活動開始時に対応する下顎位は、川村⁹の咀嚼期顎間距離と咀嚼期側方動距離の合成であるので、 θ 型とほぼ同様であると考えられる。

泉田¹⁴は、最大咀嚼力および最大挙上速度への前準備期として、筋活動最大時に対応する下顎位を重要視し、筋活動最大時の水平的および垂直の下顎位を観察した。その結果、両下顎位ともに咀嚼前期が最も大きく、中期、後期の順に有意に減少したと述べた。著者の筋活動最大時に対応する下顎位が、咀嚼進行に伴って直線的に減少を示すのとほぼ同様である。

さらに、咀嚼筋差の検討に関して、河村¹¹は、側頭筋がその構造の相意から、むしろ下顎を上から吊り上げ一定の下顎位を維持する面で大切であり、いいかえれば下顎位を微妙に調整する筋であると述べている。このことから、咀嚼進行に伴う上下歯間の食塊の形、性状などを側頭筋が最も敏感に感受したため、咀嚼進行と WT の筋活動開始時および筋活動最大時の下顎位との相関関係が最も有意に高く、その結果として咀嚼運動を反映する咀嚼筋は作業側の側頭筋であることが推察された。

4. 筋放電活動に対応する下顎位の再現性について

咀嚼進行に伴って変動する下顎位の再現性を表す指標として、咀嚼開始から嚥下前までの各ストロークにおける筋活動開始時、および筋活動最大時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅をもって検討することとした。

各咀嚼筋の 3 種食物咀嚼における筋活動開始時、および筋活動最大時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅 (表 4 および図 4) は、WT および WM が BT および BM より小となり、WT と WM ならびに BT と BM はほぼ同程度を示した。3 種食物の各咀嚼筋間における回帰係数の区間幅の t 検定結果 (表 5) では、筋活動開始時において 3 種食物ともに WT と WM が BT およ

び BM とに有意差を認め、筋活動最大時において、ハム咀嚼の WT と BT および BM とに有意差を認めた。

3 種食物の各咀嚼筋における筋活動開始時、および筋活動最大時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅 (表 4 および図 4) は、筋活動開始時において、WT ではピーナッツ、WM、BT および BM ではハムが小となる傾向を示し、筋活動最大時において、WT と BT ではハム、WM と BM ではピーナッツが小となる傾向を示した。各咀嚼筋の 3 種食物間における回帰係数の区間幅の t-検定結果 (表 6) では、筋活動開始時および筋活動最大時において、WT のピーナッツとハム間に有意差を認めた。

筋活動開始時に対応する回帰係数の区間幅、すなわち咀嚼進行に伴う筋活動開始時に対応する下顎位の変動の再現性を検討した報告は、著者の知る限り見当たらない。そこで各咀嚼筋の比較について、筋活動開始時における EMG burst の coordination は作業側咀嚼筋が高く³³⁾、各咀嚼筋筋活動の発現時期に作業側と平衡側とで特徴が認められる³⁴⁾ことから、各ストロークにおける筋活動開始時に対応する下顎位は、作業側咀嚼筋では近似し、平衡側咀嚼筋では散らばる様相を呈すると推察される。

著者の成績は、作業側咀嚼筋である WT および WM の筋活動開始時に対応するそれぞれの下顎位が近似した結果から、毎咀嚼時に同様な減少率すなわち回帰係数を示したため、WT と WM の回帰係数の区間幅は同様な値になったと推察される。

筋活動最大時に対応する下顎位の回帰係数の区間幅、すなわち咀嚼進行に伴う筋活動最大時に対応する下顎位の変動の再現性について検討した報告も、著者の知る限り見当たらない。そこで各咀嚼筋の比較について、咀嚼時の各ストロークにおける咀嚼筋の活動量は作業側咀嚼筋が平衡側咀嚼筋より常に大きく³⁵⁾、筋放電持続時間からみて、作業側咀嚼筋がイニシアティブをとるのに対し、平衡側咀嚼筋の果たす役割は、変化に富んでいる³³⁾ため、作業側咀嚼筋は咀嚼進行に伴う食塊の形、性状などを反映する筋放電活動を示して、各ストロークにおける筋活動最大時の coordination は高く、平衡側咀嚼筋の coordination は低く変化に富んでいると考えられる。したがってその結果として、各ストロークにおける筋活動最大時に対応する下顎位は、作業側咀嚼筋では近似し、平衡側咀嚼筋では散らばる様相を呈すると考えられる。

著者の成績は、作業側咀嚼筋である WT および WM の筋活動最大時に対応するそれぞれの下顎位が近似した結果から、毎咀嚼時に同様な減少率すなわち回帰係数を

示し、回帰係数の区間幅は、同様な値となったと推察される。また平衡側咀嚼筋である BT および BM の筋活動最大時に対応するそれぞれの下顎位が散らばりを示した結果から、毎咀嚼時に相違した減少率すなわち回帰係数を示し、再現性を示す回帰係数の区間幅は、作業側咬筋と側頭筋に比べて大となる傾向を示したと推察される。

咀嚼運動は、顎口腔系の神経支配により微妙に調節される生理的運動であるため^{1,2)}、咀嚼運動の調節機構 (歯、顎関節、神経筋機構) のいずれかに変化が生ずれば、咀嚼運動経路³⁶⁻³⁸⁾および咀嚼筋筋放電活動に影響する^{4,6,11,13,15,37,39)}。したがって、それらに何らかの異常が生じれば、筋放電活動に対応する下顎位にも影響すると考えられるため、咀嚼進行に伴い変動する下顎位の関連性を表す指標として相関係数、さらに再現性を表す指標としての回帰係数の区間幅を検討することは、咀嚼機能の解明、咀嚼機能の良否については補綴治療前後の効果判定および顎機能異常者の診断に役立つ可能性が考えられる。

第 5 章 結 論

咀嚼筋筋放電活動に対応する下顎位から、顎機能分析の臨床的な指標を得る目的で、group functioned occlusion の咬合様式を有する正常な顎口腔系機能を営む 20 歳代男子を対象に、ピーナッツ、ハムおよびたくあん咀嚼時の咀嚼運動様相および咀嚼筋筋電図を下顎運動解析装置サホンビジトレナー C II および多用途計測記録装置 RM-6000 で同時記録し、咀嚼進行に伴う放電活動と下顎位の関連性、筋放電活動に対応する下顎位の再現性をそれぞれ相関係数および回帰係数の区間幅をもって総括、検討し、以下の結論を得た。

1. 相関係数は、筋活動開始時および筋活動最大時に各咀嚼筋および各種食物で負となり、3 種食物咀嚼時に WT が他の咀嚼筋より有意に高くなった。

2. 回帰係数の区間幅は、3 種食物咀嚼における筋活動開始時および筋活動最大時に作業側咀嚼筋 (WT, WM) が平衡側咀嚼筋 (BT, BM) より小となり、特に筋活動開始時に有意であった。

3. 本研究により、咀嚼進行に伴う筋活動開始時および筋活動最大時に対応する下顎位の変動を、相関係数および回帰係数の区間幅によって定量的に表すことは、咀嚼機能が円滑に営まれているかの指標となり、咀嚼機能の良否、補綴治療前後の効果判定および顎機能異常者の診断等の臨床応用への有効な一資料になることが推察さ

れる。

本研究の要旨は、第74回日本補綴歯科学会学術大会(昭和60年10月)、日本大学歯学会61年度大会(昭和61年11月)において発表し、会誌に抄録を掲載した。

稿を終るにあたり、本研究に際し、終始ご懇篤なるご指導およびご校閲を賜りました日本大学歯学部森谷良彦教授、またご専攻の立場からご指導を賜りました日本大学歯学部大木一三教授、五十嵐孝義教授、戸田善久教授、角野隆二教授に深く感謝の意を表します。

あわせて、日頃ご助言ご鞭撻を頂きました総義歯補綴学講座医局員各位、大学院生各位ならびに本研究にご協力を頂きました被検者各位に対し感謝の意を表します。

文 献

- 河村洋二郎：口腔生理学 第6版，永末書店，東京，158～232，1979。
- 中村嘉男：咀嚼運動の神経・筋メカニズム，歯界展望，62：123～136，1984。
- 六車寿男：咀嚼筋筋電図の補綴学的分析に関する研究，歯医学，28：615～650，1965。
- 関 秀孝：顎関節症の補綴学的研究，第2報，顎関節症患者の筋電図学的研究，口病誌，35：228～264，1971。
- 川村貞行：咀嚼時の下顎切歯点の前頭面運動について，歯医学，36：61～89，1973。
- 越智 寛，平川光彦，加登 剛，小山栄三：咬合異常者の補綴改善例とそのEMG的観察，阪大歯誌，19：226～232，1974。
- 尾崎佳孝：顎関節症にみられる顎運動異常に関する研究，歯学報，83：937～980，1983。
- 森谷良彦，深水皓三，井上恵司，祇園白信二，山本克之，泉田一蔵，田島直孝，山田博明：咀嚼運動に関する筋電図学的および運動学的検討(石岡 靖，林 豊彦，平野秀利：下顎運動機能とEMG 論文集，初版，小林印刷，新潟)，83～86，1984。
- 又井直也：筋放電持続時間分割分析法からみた咀嚼リズム—咀嚼進行に伴う変動—，補綴誌，28：1118～1128，1984。
- 田島直孝：咀嚼運動に関する運動学的および筋電図学的検討 II-1. 咀嚼運動様相リズムおよび筋放電持続時間について，補綴誌，29：355～371，1985。
- 小鹿典雄：顎関節症における咬合音ならびに咀嚼筋筋電図に関する研究，歯学報，78：535～586，1978。
- 山田博明：咀嚼運動に関する運動学的および筋電図学的検討 III-1. silent period の発現頻度，持続時間および発現時の下顎位について，補綴誌，29：372～389，1985。
- 前田照太：咬合性顎関節症の筋電図学的研究，歯医学，43：229～267，1980。
- 泉田一蔵：咀嚼運動に関する運動学的および筋電図学的検討 I-1. 前頭の咀嚼運動様相および最大咀嚼筋筋放電活動の下顎位について，補綴誌，29：343～354，1985。
- 久保田幸生：咀嚼運動に関する運動学的および筋電図学的検討 VI-1. 軽度な顎関節症患者について，補綴誌，30：345～359，1986。
- 端森崇弘，桑原俊也，中村康弘，桑原隆男，西尾公一，宮内修平，丸山剛郎：咀嚼運動の恒常性に関する臨床的研究—同一食品における運動経路について，補綴誌，29：647～656，1985。
- 宮澤貞弘：咀嚼運動に関する運動学的および筋電図学的検討 I-2. 正常有歯顎者における前頭の咀嚼運動範囲の定量分析について，補綴誌，31：576～589，1987。
- 泉田一蔵，田島直孝，山田博明，山本克之，祇園白信仁，森谷良彦：咀嚼運動に関する運動学的および筋電図学的検討—測定システムの同時性および連続性について—，補綴誌，27：1234～1241，1983。
- Krough-Poulsen, W.G.: Management of the occlusion of the teeth, In Schwartz and Chayes: Facial pain and mandibular dysfunction, 236～280, W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 1969.
- Schyuler, C.H.: Factors contributing to traumatic occlusion, J Prosthet Dent, 11: 708～715, 1961.
- 畑 好昭，岩下博美，原田博夫，橋本和男，魚地 哲，川瀬誓子，渡辺文彦：有歯顎の咬合の統計的観察，補綴誌，23：153～163，1979。
- 深水皓三：総義歯の第1大臼歯部における咀嚼力および咬合力に関する研究，補綴誌，17：491～516，1974。
- 中村隆英，新家健精，美添泰人，豊田 敬：統計入門，初版，東京大学出版会，東京，1984。
- Fifth, E.: 田栗正章訳：確立と統計，原書第5版，105～110，培風館，東京，1987。
- 土居 昂：実験的犬歯誘導咬合付与が咀嚼運動に及ぼす影響，歯医学，47：514～542，1984。
- 篠ヶ谷龍哉：犬歯の舌面傾斜が咀嚼系に及ぼす影響について，口病誌，52：94～117，1985。
- Belser, U.C. and Hannam, A.G.: The influence of altered worksideocclusal guidance on masticatory muscles and related jaw movement, J Prosthet Dent, 53: 406～413, 1985.
- 根本一男：有歯顎の下顎切歯点における3次元運動限界の研究，補綴誌，6：1～40，1962。
- 藍 稔：切歯部における咀嚼運動の解析，補綴誌，6：164～200，1962。
- 水野起良廣：咬頭嵌合位付近の咀嚼運動経路に関する研究，愛院大歯誌，17：259～283，1980。
- Ahlgren, J.: Mechanism of Mastication, Acta Odontol Scand, 24 (Suppl) 44: 1～109, 1966.

- 32) 古屋良一：顎口腔系の機能に異常を有する者の下顎運動の研究，補綴誌，18：221～245，1975.
- 33) 多和伸浩：咀嚼時の閉口筋の EMG Coordination Pattern について，補綴誌，15：48～66，1971.
- 34) 棟久信宏：有歯顎の咀嚼力と咀嚼筋活動に関する研究，特にその発現時期と持続時間について，広 大 歯 誌，10：179～210，1978.
- 35) 川畑 衛：各種食品咀嚼時の咀嚼筋の積分筋電図について，歯医学，32：453～486，1969.
- 36) 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，歯医学，41：117～146，1978.
- 37) Hannam, A.G., Wood, W.W., De Cou, R.E. and Scott, J.D. : The effects of workingsideocclusal interferences on muscle activity and associated jaw movement in man, Arch Oral Biol, 26 : 387～392, 1981.
- 38) Ramfjord, S.P. and Ash, M.M. ; 覚道幸男，三谷春保，稗田豊治訳：オクルージョン咬合治療の論理と臨床，第3版第1刷，3～30，医歯薬出版，東京，1986.
- 39) 高橋禎生：実験的咬合障害に関する EMG，歯学，62：58～90，1974.