咀嚼運動に関する運動学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

山田 博明

Kinesiological and Electromyographical Studies on Masticatory Movement

Ⅲ-1. Frequency of Silent Period, Its Duration and Jaw Position at Time of Occurrence

Hiroaki Yamada

第1章 緒 言

咀嚼筋筋電図上に見られる electrical silent な部分, すなわち silent period (SP) は, これまで咀嚼¹⁻⁹⁾, タッピング^{2-8, 10-30)}, 咬みしめ時頤部タップ^{6, 8, 17-19, 28, 31-36)}, 咬みしめ時歯牙タップ^{4, 15, 32, 37, 38)}, ramp 性および step 性 clenching³⁹⁻⁴¹⁾ および口腔周囲の電気刺激⁴²⁻⁴⁴⁾ などの種々な刺激により誘発されていると, 報告されている。

この SP に関する研究を大別すると, 発現機序解明を目的とするもの^{1-6, 11-15, 17, 18, 20, 25, 30, 32, 37-44)} およびその現象面をとらえ, 臨床診断あるいは補綴治療効果判定への応用を目的とするもの^{7-10, 16, 19, 21-24, 26-29, 31, 33-36)} がみられる。前者では, タッピング, 咬みしめ時頤部タップおよび歯牙タップなどの比較的 SP の再現性の高い誘導法を用い, それらの条件を種々変化させ観察を行っている。後者では, 補綴治療後の咀嚼機能の判定を主にタッピングにおける SP の発現頻度および持続時間などの観察を行い, 補綴治療への臨床応用を行っている。しかし, 正常有歯顎者において, その咬合様式を加味しながら, 日常みられる種々な食物咀嚼における SP の発現様相を総合的に解析した研究は, あまりみあたらない。

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59年11月15日受付

そこで, 著者は咀嚼運動における SP の発現様相を詳細に解明することを目的として, 被検者の咬合様式を考慮し, 筋電図と下顎運動の同時記録を行い, SP の発現頻度, 持続時間および SP 発現時の下顎位を観察したので, その結果を報告する。

第2章 材料および方法

1. 被検者

被検者には, 顎関節と咀嚼筋に自覚的および他覚的異常⁴⁵⁾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, さらに修復処置が小窩裂溝部に限局した4歯以内という条件を満たし, 正常な顎口腔系機能を営む20~23歳の男子を対象とした。

さらに, これら被検者の咬合様式の相違が SP の発現に及ぼす影響を考慮に入れ検討を加えるために, 有歯顎者の咬合の統計報告^{46, 47)}を参考にし, 下記の咬合様式の異なる3グループ (各3名, 計9名) を選出した。

① 側方運動時に上下顎犬歯による誘導: Mutually Protected Occlusion⁴⁸⁾ (以下 MPO と略す)。

② 側方運動時に上下顎前歯群による誘導: Anterior Group Functioned Occlusion⁴⁹⁾ (以下 AGO と略す)。

③ 側方運動時に上下顎犬歯および臼歯群による誘導: Semi-Group Functioned Occlusion (以下 SGO と略す)。

なお, これらの咬合様式は, 口腔内で咬合紙 (ポリエチレン製)⁵⁰⁾ および occlusal indicator wax を用いて精査し, 左右側が同一であることを確認した。

2. 測定装置および測定方法

咀嚼運動様相および咀嚼筋筋放電活動の観察は、下記のごとく行った。

咀嚼運動様相の測定は、泉田ら⁵¹⁾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ーナー CII (佐藤医療電子社製、以下 STV と略す) を用いた。測定に際して、LED (light emitting diode) は LED 用レジンスーネを用いて下顎前歯部の正中線に瞬間接着剤で固定し、sensor は LED・sensor 規定桿⁵¹⁾を用いて、LED の前方 100.0 mm に設置した。

被検食物は、破砕性食物としてピーナッツ 3 個 (約 3 g)、弾力性食物としてプレスハム (以下ハムと略す) 約 1 cm³、3 個 (約 3 g)、切截性食物としてタクアン約 1 cm³、3 個 (約 3 g) を用いた。3 種食物の咀嚼は被検者が任意に行い、その全咀嚼過程の運動様相を測定した。

咀嚼筋筋放電活動の測定は、多用途監視記録装置 RM-85 (日本光電社製) を用い、深水⁵²⁾の方法に準じて行った。その測定は、各被検者の左右咬筋および側頭筋を誘導筋とし、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-611~5 U) 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を行った。

なお、測定は、筋疲労に配慮しながら練習を十分行ったのち、1 日 3 回、隔週毎に計 9 回⁵²⁾行った。

3. 分析方法

咀嚼筋筋電図 (以下 EMG と略す) および SVT 波形の再生にあたり、下顎運動との対比をより精密にするために通常のテープスピード 38 mm/s を 3.8 mm/s に変

換し、ペーパースピードは 25 mm/s で記録した。

咀嚼過程の変動を詳細に検討するため、咀嚼全過程の再生波形を 3 期に分類した。すなわち、咀嚼開始からの 5 ストロークを前期 (early)、中央の 5 ストロークを中期 (middle)、嚥下前の 5 ストロークを後期 (late) とした。

SP の観察で肉眼的に不明瞭な SP は、藤本ら²¹⁾および山本ら⁹⁾に従って SP 発現と認めなかった。

SP の分析として、以下の 3 項目を行った。

1) SP の発現頻度 (以下 SP-F と略す)

発現頻度は、咀嚼各期中に SP 発現が認められたストローク数を 5 ストロークの百分率で示した。

2) SP の持続時間 (以下 SP-D と略す)

持続時間は、閾値法^{9, 21, 31, 39~41)}を用い SP 区間を測定した。閾値の設定は、自発的筋放電レベルの閾値 (約 20 μ V)⁵³⁾を参考とした。

3) SP 発現時の下顎位

SP 発現は 4 筋 (左右の咬筋および側頭筋、以下それぞれ LM, RM, LT および RT と略す) で時間的に若干のずれを生じるため、4 筋 EMG 波形のうちで最も先行した SP 発現開始時点を『SP 発現時』とした。そして、EMG 波形の SP 発現時から SVT 波形に垂線を下し、この交点から CO (中心咬合位) までの垂直距離 (以下 VD と略す) および水平距離 (以下 HD と略す) を測定した (図 1)。

なお、SP-D、VD および HD の測定は、Digimatic caliper (最小読取値 0.01 mm、三豊製作所製、CD-15S) を用いた。

第 3 章 成 績

1. SP の発現頻度 (SP-F)

ピーナッツ、ハムおよびタクアン咀嚼の 3 種咬合様式 (MPO, AGO および SGO) における SP-F は、表 1~3 に示した。

2. SP の持続時間 (SP-D)

ピーナッツ、ハムおよびタクアン咀嚼の 3 種咬合様式における SP-D は、表 1~3 に示した。

咬合様式 (MPO, AGO および SGO)、食物 (ピーナッツ、ハムおよびタクアン) および咀嚼期 (前期、中期および後期) のそれぞれ 3 水準間および咀嚼筋 (LM, RM, LT および RT) の 4 水準間における有意差検定 (t-検定) の結果は、表 4~15 に示した。

図 1 SP 発現時の下顎位

表 1 咬合様式における SP の発現頻度と持続時間 (Peanut)

Occlusal type	Muscle	Early		Middle		Late	
		SP-F	SP-D	SP-F	SP-D	SP-F	SP-D
MPO	LM	65	12.5(3.5)	40	8.3(1.8)	37	10.1(2.8)
	RM	60	13.0(3.9)	37	8.9(2.2)	38	9.9(2.7)
	LT	63	13.2(3.6)	25	8.6(1.5)	28	8.5(2.1)
	RT	60	13.1(3.6)	32	8.2(2.5)	22	9.5(2.2)
AGO	LM	82	14.5(5.6)	55	11.3(3.2)	67	11.3(2.3)
	RM	75	14.5(5.8)	57	11.4(3.3)	68	11.7(2.0)
	LT	78	14.7(5.7)	43	10.1(3.0)	60	10.1(2.1)
	RT	73	13.6(5.5)	48	9.6(3.2)	58	10.2(2.2)
SGO	LM	77	13.3(4.8)	48	9.9(3.2)	65	10.4(3.8)
	RM	77	13.8(5.3)	52	10.2(4.0)	62	11.2(3.7)
	LT	77	13.6(4.7)	43	9.4(3.4)	58	9.9(2.7)
	RT	72	13.4(4.7)	47	9.5(3.1)	52	9.5(3.1)

注 MPO : Mutually Protected Occlusion
AGO : Anterior Group Functioned Occlusion
SGO : Semi-Group Functioned Occlusion
SP-F : SP の発現頻度
SP-D : SP の持続時間

unit : SP-F(%)
SP-D(ms)
() : SD

表 2 咬合様式における SP の発現頻度と持続時間 (Ham)

Occlusal type	Muscle	Early		Middle		Late	
		SP-F	SP-D	SP-F	SP-D	SP-F	SP-D
MPO	LM	82	10.2(2.6)	50	9.5(3.3)	37	8.5(1.7)
	RM	77	10.1(2.3)	43	9.1(2.7)	43	8.4(2.0)
	LT	68	9.7(2.5)	45	8.1(2.0)	22	7.6(1.8)
	RT	72	9.8(2.4)	32	9.0(3.1)	22	7.9(1.8)
AGO	LM	57	11.7(4.5)	38	10.8(4.4)	53	11.5(3.6)
	RM	67	11.0(3.7)	45	10.2(3.6)	53	11.6(3.4)
	LT	67	11.3(3.7)	32	9.2(2.3)	45	9.7(3.4)
	RT	65	10.2(3.4)	33	9.3(3.1)	43	9.6(3.1)
SGO	LM	85	14.3(4.6)	58	8.9(3.4)	47	9.9(4.0)
	RM	87	15.0(4.3)	62	9.6(3.4)	50	10.3(3.8)
	LT	90	13.7(3.7)	60	9.5(2.4)	52	9.2(3.1)
	RT	82	13.7(4.3)	57	8.5(2.6)	47	9.1(2.5)

注 表 1 下注参照

unit : SP-F(%)
SP-D(ms)
() : SD

3. SP 発現時の下顎位

ピーナッツ、ハムおよびタクアン咀嚼の 3 種咬合様式における SP 発現時の垂直距離 (VD) は、表 16 および水平距離 (HD) は、表 17 に示した。

咬合様式、食物および咀嚼期のそれぞれ 3 水準間における有意差検定 (t-検定) の結果は、表 18~23 に示した。

第 4 章 総括および検討

Mutually Protected Occlusion (MPO), Anterior Group Functioned Occlusion (AGO) および Semi-Group Functioned Occlusion (SGO) の咬合様式をそれぞれ有する 20~23 歳の男子各 3 名、計 9 名を被検対象

表 3 咬合様式における SP の発現頻度と持続時間 (Takuan)

Occlusal type	Muscle	Early		Middle		Late	
		SP-F	SP-D	SP-F	SP-D	SP-F	SP-D
MPO	LM	85	12.9(3.2)	75	9.7(2.4)	42	9.1(2.8)
	RM	78	12.7(3.5)	73	9.7(3.0)	43	9.0(2.9)
	LT	83	12.6(4.2)	57	8.6(2.2)	23	7.9(2.0)
	RT	80	12.6(4.2)	62	9.3(2.6)	27	8.1(2.3)
AGO	LM	80	14.0(5.4)	47	10.7(3.6)	60	9.2(2.5)
	RM	82	13.1(4.3)	58	10.9(3.0)	65	10.0(3.0)
	LT	83	13.4(4.7)	50	9.3(2.7)	47	8.5(2.1)
	RT	77	12.6(4.9)	42	9.7(3.2)	43	8.6(2.8)
SGO	LM	83	13.9(3.8)	55	10.3(3.9)	53	10.6(3.6)
	RM	85	13.7(4.9)	65	10.3(3.6)	47	10.0(3.4)
	LT	87	13.5(3.7)	65	10.1(2.4)	50	10.1(2.6)
	RT	83	13.3(4.2)	68	9.9(2.5)	47	9.8(2.7)

注 表 1 下注参照

unit : SP-F(%)
SP-D(ms)
() : SD

表 4 SP の持続時間における咀嚼各期間の t-検定結果 (MPO)

	Peanut				Ham				Takuan			
LM	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			+	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
RM	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
LT	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		+	+	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
RT	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late

注 : + : 有意差有り ($\alpha=0.05$)

- : 有意差無し

表 5 SP の持続時間における咀嚼各期間の t-検定結果 (AGO)

	Peanut				Ham				Takuan			
LM	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	-	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
RM	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	-	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
LT	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		+	-	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
RT	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	-	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late

注：表 4 下注参照

表 6 SP の持続時間における咀嚼各期間の t-検定結果 (SGO)

	Peanut				Ham				Takuan			
LM	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		+	+	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
RM	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		+	+	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
LT	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		+	+	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
RT	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		+	+	Early		+	+	Early
			-	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late

注：表 4 下注参照

表 7 SP の持続時間における各食物間の t-検定結果 (MPO)

	Early				Middle				Late			
LM	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	+	Peanut		-	-	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
RM	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	-	Peanut		+	-	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
LT	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	-	Peanut		-	-	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
RT	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	-	Peanut		+	-	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan

注：表 4 下注参照

表 8 SP の持続時間における各食物間の t-検定結果 (AGO)

	Early				Middle				Late			
LM	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	-	Peanut		-	+	Peanut
			+	Ham			-	Ham			+	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
RM	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	-	Peanut		-	+	Peanut
			+	Ham			-	Ham			+	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
LT	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	-	Peanut		-	+	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
RT	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	-	Peanut		-	-	Peanut		-	+	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan

注：表 4 下注参照

表 9 SP の持続時間における各食物間の t-検定結果 (SGO)

	Early				Middle				Late			
LM	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		—	—	Peanut		—	—	Peanut		—	—	Peanut
			—	Ham			—	Ham			—	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
RM	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		—	—	Peanut		—	—	Peanut		—	—	Peanut
			—	Ham			—	Ham			—	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
LT	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		—	—	Peanut		—	—	Peanut		—	—	Peanut
			—	Ham			—	Ham			—	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
RT	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		—	—	Peanut		—	—	Peanut		—	—	Peanut
			—	Ham			+	Ham			—	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan

注：表 4 下注参照

図 2 3 種食物咀嚼における SP 発現時の下顎位

とし、ピーナッツ、ハムおよびタクアン咀嚼各期における SP の発現様相を咀嚼運動様相と咀嚼筋筋電図から観察した成績および t-検定結果を総括し、検討を加えると以下の通りであった。

1. 被検者の咬合様式

これまで、有歯顎者の咀嚼運動に関する研究の多くは、その被検者の咬合状態を単に正常咬合としか記載しておらず、被検者がどのような咬合様式であるのか不明であった。これでは咀嚼運動の詳細な観察を行う条件として、不十分であり、有歯顎者の咀嚼運動は、側方滑走運動と密接な関係^{54, 55)}があるため、偏心運動時の咬合状

表 10 SP の持続時間における各咀嚼筋間の t-検定結果 (MPO)

	Early				Middle				Late			
Peanut	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	-	
				LM				LM				LM
												RM
												LT
												RT
Ham	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	-	
				LM				LM				LM
												RM
												LT
												RT
Takuan	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	+			-	-	
				LM				LM				LM
												RM
												LT
												RT

注：表 4 下注参照

表 11 SP の持続時間における各咀嚼筋間の t-検定結果 (AGO)

	Early				Middle				Late			
Peanut	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	+	
				LM				LM				LM
												RM
												LT
												RT
Ham	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	-	
				LM				LM				LM
												RM
												LT
												RT
Takuan	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	-	
				LM				LM				LM
												RM
												LT
												RT

注：表 4 下注参照

態を示す咬合様式を明らかにし観察を行うことは、その咀嚼機能を検索する上で重要と思われる。

そこで、著者は本研究では咀嚼機能の解明に有歯顎者の咬合様式を考慮し検討を加えることにした。有歯顎者の咬合の統計について、藍ら⁴⁶⁾は、上顎歯の作業側における接触形態が、3~7 で最も多く 144 例中 23.3%、つぎに 345 で 22.2%、3 のみで 14.6% などの高い頻度を示すと述べている。また、畑ら⁴⁷⁾は、欠如歯および歯冠修復歯のある者を除いたグループで、咬合様式（作業側）は $\frac{3}{3}$ と臼歯の咬合接触が最も多く 66 例中 27.3%、つぎに $\frac{3}{3}$ のみによるものが 16.7%、 $\frac{3}{3}$ と他の前歯によるも

のが 15.9% などの高い頻度を示すと報告している。

これらを参考にして、著者は有歯顎者における自然歯の理想咬合^{48,49,56,57)}といわれている①上下顎犬歯により誘導される Mutually Protected Occlusion⁴⁸⁾、②上下顎前歯群により誘導される Anterior Group Functioned Occlusion⁴⁹⁾ および③上下顎犬歯と臼歯群により誘導される Semi-Group Functioned Occlusion の 3 種咬合様式を被検対象とした。

2. SP の認識法

EMG における SP を観察する際、SP 区間の認識法が

表 12 SP の持続時間における各咀嚼筋間の t-検定結果 (SGO)

	Early				Middle				Late			
Peanut	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	-	
			-	LM			-	LM			-	LM
				RM				RM				RM
				LT				LT				LT
				RT				RT				RT
Ham	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	-	
			-	LM			-	LM			-	LM
				RM			-	RM			-	RM
				LT			-	LT			-	LT
				RT			-	RT			-	RT
Takuan	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT	LM	RM	LT	RT
		-	-			-	-			-	-	
			-	LM			-	LM			-	LM
				RM			-	RM			-	RM
				LT			-	LT			-	LT
				RT			-	RT			-	RT

注：表 4 下注参照

表 13 SP の持続時間における各咬合様式間の t-検定結果 (Peanut)

	Early				Middle				Late			
LM	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		+	+	MPO		-	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
RM	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		+	-	MPO		+	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
LT	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		+	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
RT	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		-	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO

注：表 4 下注参照

問題となる。SP 区間の認識法には、平坦部法^{11,13,17,18,20)}、閾値法^{9,21,31,39-41)}、peak to peak 法^{22,23,33,37)}などの原波形を使用する方法、さらに加算平均波形^{3,4,8,12,20,34)}、微分波形^{29,30)}、積分波形^{24,27)}などの変換処理波形を使用する方法などが用いられてきた。

本研究では、SP 区間の認識法は EMG 再生波形上の SP を肉眼的に認識する閾値法を用いた。この方法は、一定閾値で SP を認識するため、比較的簡単かつ客観的に SP の認識が可能であり、臨床的な応用が容易であった。

表 14 SP の持続時間における各咬合様式間の t-検定結果 (Ham)

	Early				Middle				Late			
LM	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	+	MPO		-	-	MPO		+	-	MPO
			+	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
RM	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	+	MPO		-	-	MPO		+	+	MPO
			+	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
LT	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		+	+	MPO		-	+	MPO		+	-	MPO
			+	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
RT	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	+	MPO		-	-	MPO		-	-	MPO
			+	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO

注：表 4 下注参照

表 15 SP の持続時間における各咬合様式間の t-検定結果 (Takuan)

	Early				Middle				Late			
LM	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		-	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
RM	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		-	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
LT	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	+	MPO		-	+	MPO
			-	AGO			-	AGO			+	AGO
				SGO				SGO				SGO
RT	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		-	+	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO

注：表 4 下注参照

表 16 SP 発現時の垂直距離 (VD)

Food	Occlusal type	Early	Middle	Late
Peanut	MPO	6.8 (3.7)	2.3 (1.9)	0.3 (0.5)
	AGO	8.1 (3.1)	2.5 (1.7)	0.9 (0.7)
	SGO	6.6 (3.8)	2.5 (1.9)	0.8 (0.9)
Ham	MPO	1.1 (2.0)	0.8 (1.2)	0.1 (0.1)
	AGO	1.5 (2.0)	0.7 (1.6)	0.4 (0.4)
	SGO	1.2 (2.7)	0.3 (0.7)	0.1 (0.3)
Takuan	MPO	4.4 (2.9)	1.0 (1.1)	0.2 (0.3)
	AGO	3.2 (3.0)	1.0 (0.8)	0.5 (0.5)
	SGO	2.3 (2.6)	0.8 (0.9)	0.3 (1.0)

注 表 1 下注参照

unit : mm
() : SD

SP の認識法の相違により SP-D が異なるため, SP の観察を行う場合には, 必ずその認識法を明記する必要がある。

3. SP の発現頻度 (SP-F, 表 1~3)

MPO の SP-F は各食物咀嚼前期から後期へと減少傾向で, AGO は各食物咀嚼前期から中期に減少, 後期で増加傾向を示した。SGO はピーナッツ咀嚼で AGO と, また, ハムおよびタクアン咀嚼で MPO と同じ傾向を示した。各咬合様式における各食物咀嚼各期で, 咬筋および側頭筋の SP-F はほぼ同程度を示した。各咀嚼筋におけるピーナッツ咀嚼各期の SP-F は, MPO で最も低く, AGO および SGO でほぼ同程度を示した。ハムおよびタクアン咀嚼各期で SGO が最も高く, ついで前期および中期で MPO, AGO の順に低くなり, 後期で MPO が最も低い傾向を示した。

SP-F について, 小川⁷⁾および小鹿⁸⁾は, 正常咬合の有歯顎者でチューインガム咀嚼の SP-F が約 31~56% と報告した。しかし, 被検食物のチューインガムは, 咀嚼でその性状があまり変化せず, 咀嚼から嚥下にいたる正常な運動機能を判定するには, 不適当と思われた。Öwall ら⁵⁾は, 22~27 歳の正常有歯顎者におけるピーナッツ咀嚼の EMG 連続波形を 4 分割し, SP-F は第 1 期から第 4 期に約 70%, 約 40%, 約 35% および約 25% と咀嚼進行にともない減少すると述べた。Öwall らの成績は, 著者の MPO の成績とほぼ同じであった。これは, 垂直方向への咀嚼運動⁵⁸⁾を営み, chopping 咀嚼形式²⁾を示す MPO では, ピーナッツの咀嚼効果が高くなり, その SP-F では, 咀嚼進行にともない減少傾向を示したと考えられた。また, Öwall らの被検者は, 22~27 歳の正

表 17 SP 発現時の水平距離 (HD)

Food	Occlusal type	Early	Middle	Late
Peanut	MPO	3.9 (1.5)	1.9 (1.3)	0.3 (0.5)
	AGO	3.3 (2.0)	1.8 (1.2)	0.7 (0.7)
	SGO	4.5 (2.4)	1.8 (1.0)	0.7 (0.6)
Ham	MPO	1.0 (1.2)	0.8 (1.0)	0.1 (0.2)
	AGO	0.9 (1.2)	0.7 (1.3)	0.3 (0.5)
	SGO	0.6 (0.9)	0.3 (0.5)	0.4 (0.4)
Takuan	MPO	3.2 (1.8)	1.2 (0.9)	0.4 (0.4)
	AGO	1.6 (1.4)	0.6 (0.7)	0.4 (0.6)
	SGO	1.8 (1.7)	0.6 (0.8)	0.6 (0.4)

注 表 1 下注参照

unit : mm
() : SD

常歯顎者で, ピーナッツ量は 5 halves と著者にほぼ同様であることから, その被検者の大部分が MPO の咬合様式と推察された。

Watt ら⁶⁾は, 成人男子を用いて 4 種食物咀嚼の EMG を咀嚼開始から 10 ストロークについて観察し, SP-F が軟らかい食物 (リング, チューインガム) より硬い食物 (ピーナッツ, ハードビスケット) で高いと報告した。著者の被検食物で, ハムを軟らかい食物およびピーナッツを硬い食物として比較すると, 各食物咀嚼各期の AGO では, Watt らと同様の傾向を示した。

新谷ら⁴⁰⁾は, タッピング時に歯牙の受ける衝撃加速度およびタッピング条件 (リズム, 強さ) と SP-F の関係について, SP-F は衝撃加速度の増大にともない増加する傾向を示し, タッピングリズムとは関係なく, また, タッピング強さにより SP-F が普通で, 約 70%, 強で約 100% と報告した。著者の SP-F は, 各咬合様式の各食物咀嚼前期で 90~60%, 中期で 75~25%, 後期で 68~22% を示し, 前期で強タッピングの SP-F よりやや低く, 中期および後期で普通のタッピングと同じか, やや低い傾向を示した。有歯顎者^{59, 60)}および総義歯装着者^{52, 61, 62)}における咀嚼力は, 食物咀嚼過程の前期が後期より大きいという報告を参考にすると, 著者の咀嚼運動の観察でも, 咀嚼前期では食物を粉砕するために大きな咀嚼力を必要として, そのためにその SP-F が高く, 中期と後期では食物がすでに粉砕されて大きな咀嚼力を必要とせずに, その結果として SP-F が低いと考えられた。また, 顎関節症患者および実験的咬合干渉を付与した者では, SP-F が正常者に比較して減少し, 十分な咀嚼機能が営めていないと報告^{7, 8, 10, 26)}された。

以上から, SP-F は食物を適切に咀嚼しているかどうか

表 18 SP 発現時の垂直距離における咀嚼各期間の t-検定結果

	Peanut				Ham				Takuan			
MPO	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			+	Middle			+	Middle			+	Middle
				Late				Late				Late
AGO	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			+	Middle			-	Middle			+	Middle
				Late				Late				Late
SGO	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			+	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late

注：表 4 下注参照

表 19 SP 発現時の水平距離における咀嚼各期間の t-検定結果

	Peanut				Ham				Takuan			
MPO	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			+	Middle			+	Middle			+	Middle
				Late				Late				Late
AGO	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	+	Early		+	+	Early
			+	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late
SGO	Early	Middle	Late		Early	Middle	Late		Early	Middle	Late	
		+	+	Early		-	-	Early		+	+	Early
			+	Middle			-	Middle			-	Middle
				Late				Late				Late

注：表 4 下注参照

かの指標となると考えられた。

4. SP の持続時間 (SP-D, 表 1~15)

MPO, AGO および SGO の SP-D はピーナッツおよびタクアン咀嚼前期で有意に長く、中期および後期ではほぼ同程度を示した。ハム咀嚼で MPO は前期が後期より有意に長く、AGO は各期がほぼ同じで、SGO は前期が長く有意であった (表 1~6)。食物間で比較すると、各咀嚼筋において MPO および AGO の咀嚼前期でハムの

SP-D は有意に短く、AGO の咀嚼後期でピーナッツはタクアンより有意に長い、これら以外はほぼ同程度を示した (表 1~3, 7~9)。咀嚼筋間で比較すると、各咬合様式における各食物咀嚼各期で、咬筋と側頭筋の SP-D はほぼ同じで側差も認めなかった (表 1~3, 10~12)。咬合様式間で比較すると、ピーナッツおよびタクアン咀嚼各期で MPO, AGO および SGO の SP-D は、ほぼ同程度を示したが、ハム咀嚼前期で SGO は有意に長く、中期および後期ではほぼ同程度を示した (表 1~3, 13~15)。

表 20 SP 発現時の垂直距離における各食物間の t-検定結果

	Early				Middle				Late			
M P O	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	+	Peanut		+	+	Peanut		+	-	Peanut
			+	Ham			-	Ham			+	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
A G O	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	+	Peanut		+	+	Peanut		+	+	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
S G O	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	+	Peanut		+	+	Peanut		+	+	Peanut
			+	Ham			+	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan

注：表 4 下注参照

表 21 SP 発現時の水平距離における各食物間の t-検定結果

	Early				Middle				Late			
M P O	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	+	Peanut		+	+	Peanut		-	-	Peanut
			+	Ham			-	Ham			+	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
A G O	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	+	Peanut		+	+	Peanut		+	+	Peanut
			+	Ham			-	Ham			-	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan
S G O	Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan		Peanut	Ham	Takuan	
		+	+	Peanut		+	+	Peanut		+	-	Peanut
			+	Ham			+	Ham			+	Ham
				Takuan				Takuan				Takuan

注：表 4 下注参照

タッピング強さと SP-D の関係について、Watt ら⁶⁾、小鹿⁸⁾および中村ら²²⁾は強タッピングの SP-D が弱タッピングより短い傾向と述べた。逆に、大伏²⁰⁾は強タッピングの方が SP-D の延長傾向と述べた。一方、新谷ら³⁰⁾は SP-D がタッピングのリズムと強さによって異なった傾向を示し、タッピングリズム 180/min でタッピングの強さが増すと SP-D は短縮する傾向と報告した。

顎関節症患者で SP-D は、正常者に比較して延長傾向を示す報告^{8,10,14,17,19,22,23,26,31,33)}が多く、この SP-D の

延長が次の動作への遅延で、機能低下を示し、SP-D が最少の時に最も円滑に機能が営まれている²⁵⁾と考えられた。このことから、SP-D は咀嚼機能が円滑に営まれているかどうかの指標であると考えられた。

5. SP 発現時の下顎位 (VD および HD、表 16～23、図 2)

咀嚼各期間で比較すると、ピーナッツ咀嚼では前期の VD と HD が各咬合様式ともに最も大きく、中期、後期

表 22 SP 発現時の垂直距離における各咬合様式間の t-検定結果

	Early				Middle				Late			
Peanut	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		+	+	MPO
			+	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
Ham	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		+	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			+	AGO
				SGO				SGO				SGO
Takuan	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		+	+	MPO		-	-	MPO		+	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO

注：表 4 下参照

表 23 SP 発現時の水平距離における各咬合様式間の t-検定結果

	Early				Middle				Late			
Peanut	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	-	MPO		-	-	MPO		+	+	MPO
			+	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
Ham	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		-	+	MPO		-	+	MPO		+	+	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO
Takuan	MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO		MPO	AGO	SGO	
		+	+	MPO		+	+	MPO		-	-	MPO
			-	AGO			-	AGO			-	AGO
				SGO				SGO				SGO

注：表 4 下参照

の順に有意な減少を示した。ハム咀嚼では前期の VD が各咬合様式ともに最も大きく、中期および後期でほぼ同程度を示し、その HD は MPO および AGO で後期が最も小さく、SGO で各期がほぼ同程度を示した。タクアン咀嚼では前期の VD は各咬合様式ともに最も大きく、中期、後期の順に有意な減少を示し、その HD では前期が有意に大きかった（表 16~19）。食物間で比較すると、各咬合様式ともに咀嚼前期でピーナッツの VD および HD が最も大きく、タクアン、ハムの順に有意な減少を

示し、中期でピーナッツが有意に大きく、ハムおよびタクアンはほぼ同程度であった。後期ではピーナッツの VD が有意に大きく、ハムの HD が最も小さかった（表 16, 17, 20, 21）。咬合様式間で比較すると、ピーナッツ咀嚼前期で MPO の VD および HD が AGO, SGO とほぼ同程度を示し、ハムでは MPO, AGO および SGO がほぼ同程度を示し、タクアンでは MPO が有意に大きかった。各食物咀嚼中期で MPO, AGO および SGO の VD がほぼ同程度を示し、ピーナッツの HD は VD と同

じ傾向で、ハムおよびタクアンの HD は MPO が有意に大きかった。各食物咀嚼後期で AGO の VD が最も大きく、ピーナッツおよびハムでは MPO の HD が有意に小さく、タクアンでは MPO, AGO および SGO の HD がほぼ同程度であった (表 16, 17, 22, 23)。

咀嚼運動における咀嚼筋放電活動の SP が、咀嚼運動様相のどの位置で発現するかに関して、Ahlgren²⁾ は、咀嚼運動相リズムの咬合相の開始時に SP が発現すると述べた。著者の成績によると、各食物咀嚼前期で VD および HD が大きく、咀嚼の進行にともない徐々に小さくなり、それゆえに咀嚼前期では SP が閉口相の末期に発現し、咀嚼の進行にともない徐々に咬合相の開始時に近づくことを示し、Ahlgren と異なる成績を得た。

著者の成績において、咀嚼前期および中期で著明な食物差を示したが、後期で食物差を示さなかった。これは破砕性食物のピーナッツは前期でその形状が大きく、中期で脆性破壊を受けてその形状が急激に減少し、弾力性食物のハムが部分的な切断を受け徐々に減少し、また、切截性食物のタクアンが両者の中間的傾向を示した。このことから、SP 発現時の下顎位から、各食物咀嚼の進行状況を推察することが可能であると考えた。

以上、SP-F, SP-D および SP 発現時の下顎位において、咬合様式の相違が特定の食物咀嚼期に認められ、咀嚼運動の観察には被検者の咬合様式に留意し、検討する必要がある。そのために、補綴臨床で大歯を含む上下顎歯の咬合調整および咬合の再構成は、患者の有する咬合様式に留意し、治療を行う必要性が示唆された。

また、これら SP-F, SP-D および SP 発現時の下顎位の観察は、咀嚼機能の円滑性判定にあたって、その有効性が示唆された。

第 5 章 結 論

本研究では、正常有歯顎者の咀嚼運動における SP 発現の臨床的意義を解明する目的で、咬合様式に留意し、①Mutually Protected Occlusion (MPO), ②Anterior Group Functioned Occlusion (AGO), ③Semi-Group Functioned Occlusion (SGO) の各咬合様式を有する 20~23 歳の男子各 3 名、計 9 名を被検対象とし、多用途監視記録装置および下顎運動解析装置サホンビジトレーナー C II を用い筋電図と下顎運動の同時記録を行った。ピーナッツ、ハムおよびタクアン咀嚼における SP の発現頻度 (SP-F)、持続時間 (SP-D) および SP 発現時の下顎位 (VD および HD) を観察し、以下の結論に達した。

1. MPO の SP-F は各食物咀嚼前期から後期へと減少傾向で、AGO は各食物咀嚼前期から中期に減少、後期で増加傾向を示した。SGO はピーナッツ咀嚼で AGO と、また、ハムおよびタクアン咀嚼で MPO と同じ傾向を示した。

2. MPO, AGO および SGO の SP-D はピーナッツおよびタクアン咀嚼前期で有意に長く、中期および後期ではほぼ同程度を示した。ハム咀嚼で MPO は前期が後期より有意に長く、AGO は各期がほぼ同じで、SGO は前期が長く有意であった。

3. ピーナッツ咀嚼では前期の VD および HD が各咬合様式ともに最も大きく、中期、後期の順に有意な減少を示した。ハム咀嚼では前期の VD が各咬合様式ともに最も大きく、中期および後期ではほぼ同程度を示し、その HD で MPO および AGO で後期が最も小さく、SGO で各期がほぼ同程度を示した。

4. 咀嚼運動の観察は、被検者の咬合様式を留意し、また、補綴臨床において大歯を含む上下顎歯の咬合調整および咬合の再構成は、患者の有する咬合様式を留意し治療を行う必要がある。

SP-F, SP-D および SP 発現時の下顎位の観察は、咀嚼機能が円滑に営まれているかどうかの指標となることが示唆された。

本研究の要旨は、昭和 58 年度日本補綴歯科学会関東支部学術大会 (昭和 58 年 6 月)、第 70 回日本補綴歯科学会学術大会 (昭和 58 年 10 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北川 正教授、大木一三教授、五十嵐孝義教授、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。

Summary

In the present study, with the purpose of clarifying in detail the actual conditions of the SP that appear in the masticatory movements, the author selected normal dentate subjects who possessed the following different occlusal types: (1) Mutually Protected Occlusion (MPO), (2) Anterior Group Functioned Occlusion (AGO) and (3) Semi-Group Functioned Occlusion (SGO). Then, using the polygraph and the Saphon Visi-Trainer CII, the author

conducted simultaneous recording of the electromyograph and mandibular movements to observe the frequency of SP (SP-F), the duration of SP (SP-D) and the mandibular positions at each time of occurrence of SP (VD and HD) in the mastication of three different kinds of food, viz., peanuts, ham and pickled raddish. As a result, the following conclusions were reached:

1. As for the SP-F, that of MPO tended to decrease from the early to the late periods, while that of AGO tended to decrease from the early to the middle periods and to increase in the late period. The SP-F of SGO showed the same tendency as that of AGO in peanuts and as that of MPO in ham and pickled raddish.

2. As for the SP-D, it was significantly long in the early period of peanuts and pickled raddish and about the same in the middle and late periods. In ham, the SP-D was significantly longer in the early period than in the late period of MPO and about the same for all periods of AGO, and significantly long in the early period of SGO.

3. As for the jaw positions, all occlusal types showed the largest VD and HD in the early period of peanuts and a significant decrease was seen from the middle to the late periods. In the early period of ham, VD was the largest and about the same in the middle and late periods. The HD was the smallest in the late period of MPO and AGO, and about the same for all periods of SGO.

文 献

- 1) Schaerer, P., Stallard, R.E. and Zander, H.A.: Occlusal interferences and mastication: An electromyographic study, *J. Prosthet. Dent.*, 17: 438~449, 1967.
- 2) Ahlgren, J.: The silent period in the EMG of the jaw muscles during mastication and its relationship to tooth contact, *Acta. Odontol. Scand.*, 27: 219~227, 1969.
- 3) Hannam, A.G., Matthews, B. and Yemm, R.: Changes in the activity of the masseter muscle following tooth contact in man, *Arch. Oral Biol.*, 14: 1401~1406, 1969.
- 4) Hannam, A.G., Matthews, B. and Yemm, R.: Receptors involved in the response of the masseter muscle to tooth contact in man, *Arch. Oral Biol.*, 15: 17~24, 1970.
- 5) Öwall, B. and Elmquist, D.: Motor pauses in EMG activity during chewing and biting, *Odont. Revy.*, 26: 17~38, 1975.
- 6) Watt, D.M., Turnbull, J.R., Saberi, M., Beyli, M.S. and Aguilar, E.: The influence of percussion, occlusion and mastication on the occurrence of silent periods in masseter muscle activity, *J. Oral Rehabil.*, 3: 371~385, 1976.
- 7) 小川晴彦: 実験的咬合干渉が咀嚼筋筋電図の時間的要素におよぼす影響, *歯科医*, 39: 421~440, 1976.
- 8) 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, *歯科学報*, 78: 535~586, 1978.
- 9) 山本克之, 泉田一蔵, 田島直孝, 山田博明, 五藤典男, 野間道博, 伊ヶ崎裕, 本多 賢, 森谷良彦: 総義歯装着者の咀嚼筋筋電図に関する経時的研究 第3報 咀嚼運動中における silent period の持続時間と発現頻度について, *補綴誌*, 27: 20~31, 1983.
- 10) Brenman, H.S., Black, M.A. and Coslet, J.G.: Interrelationship between the electromyographic silent period and dental occlusion, *J. Dent. Res.*, 47: 502, 1968.
- 11) Griffin, C.J. and Munro, R.R.: Electromyography of the jaw-closing muscles in the open-close-clench cycle in man, *Arch. Oral Biol.*, 14: 141~149, 1969.
- 12) Matthews, B. and Yemm, R.: A silent period in the masseter electromyogram following tooth contact in subjects wearing full dentures, *Arch. Oral Biol.*, 15: 531~535, 1970.
- 13) Munro, R.R. and Griffin, C.J.: Analysis of the electromyography of the masseter muscle and the anterior part of the temporalis muscle in the open-close-clench cycle in man, *Arch. Oral Biol.*, 15: 827~844, 1970.
- 14) 長沢 亨, 棟久信宏, 豊岡博夫, 浜田泰三, 津留宏道: Tapping movement 時に咀嚼筋に発現する silent period に関する筋電図学的研究, *広歯誌*, 6: 13~18, 1971.
- 15) Sessle, B.J. and Schmitt, A.: Effects of controlled tooth stimulation on jaw muscle activity in man, *Arch. Oral Biol.*, 17: 1597~1607, 1972.
- 16) 小林義典, 遊佐秀顕, 温 俊広, 上田衣子, 柳田尚三: 咬合異常に関する臨床的 EMG について I. 咬合異常診断, *歯学*, 62: 1000~1008, 1975.
- 17) Widmalm, S.E. and Hedegard, B.: Reflex activity in the masseter muscle of young individuals I. Experimental procedure-results, *J. Oral Rehabil.*, 3: 41~55, 1976.
- 18) Widmalm, S.E. and Hedegard, B.: Reflex activity in the masseter muscle of young individuals. II., *J.*

- Oral Rehabil., 3 : 167~180, 1976.
- 19) Bailey, J.O. McCall, W.D. and Ash, M.M. : Electromyographic silent periods and jaw motion parameters: Quantitative measures of temporomandibular joint dysfunction, J. Dent. Res., 56 : 249~253, 1977.
 - 20) 大伏義臣 : 歯根周囲の感覚が咬筋 EMG の silent period におよぼす影響について, 歯科医, 40 : 743~762, 1977.
 - 21) 藤本俊男, 井上恵司, 鍵谷隆一, 深水皓三, 川口隆彦, 森谷良彦 : 総義歯装着者の咀嚼筋筋電図に関する経時的研究 第 1 報 Tapping 20 回における Silent Period の持続時間と発現頻度, 咬みしめ時の筋放電活動について, 補綴誌, 22 : 343~356, 1978.
 - 22) 中村公雄, 榎阪 朗, 渡辺公人, 赤西正光, 高島史男, 下総高次 : 疼痛性顎関節症患者の咬筋ならびに側頭筋前腹における筋活性抑制相に関する研究, 大阪大歯誌, 24 : 266~284, 1979.
 - 23) 中村公雄, 渡辺公人, 赤西正光, 高島史男, 中村隆志, 下総高次 : 顎関節症患者の咬合治療前後における咬筋と側頭筋前腹の筋活性抑制相に関する研究, 大阪大歯誌, 25 : 257~263, 1980.
 - 24) 山鹿卓郎, 松村博史, 羽田房子, 石岡 靖, 木竜 徹, 斉藤義明 : 筋電図の自動解析 第 2 報 臨床筋電図波形の持続時間と積分値による 4 筋 4 区間 Coordination pattern 分析, 補綴誌, 24 : 621~627, 1980.
 - 25) 福成和幸 : Overdenture 装着者における歯根膜の生理的機能に関する EMG 学的研究—少数残存歯症例の overdenture について—, 歯学, 69 : 48~67, 1981.
 - 26) 山内六男 : 顎関節症の顎頭位修正治療に関する筋電図学的研究, 岐阜歯会誌, 10 : 48~103, 1982.
 - 27) 山鹿卓郎, 石岡 靖, 木竜 徹, 鈴木道斎, 斉藤義明 : 筋電図の自動解析 第 3 報 silent period の認識について, 補綴誌, 26 : 526~531, 1982.
 - 28) 木竜 徹, 山鹿卓郎, 斉藤義明, 石岡 靖 : 筋電図の自動解析 第 4 報 統計的波形分析による silent period 前後の咀嚼筋筋電図解析, 補綴誌, 26 : 814~821, 1982.
 - 29) 新谷明幸, 須川洋一, 割田研司, 高田和子, 堀内茂貴, 川和忠治, 山口明弥, 松井洋一郎 : 咀嚼筋筋電図の silent period に関する研究 第 1 報 全波整流微分波形における計測点の検討, 補綴誌, 26 : 734~740, 1982.
 - 30) 新谷明幸, 須川洋一, 割田研司, 高田和子, 堀内茂貴, 川和忠治, 山口明弥, 松井洋一郎 : 咀嚼筋筋電図の silent period に関する研究 第 2 報 歯牙の受ける衝撃加速度について, 補綴誌, 26 : 1186~1196, 1982.
 - 31) Bessette, R.W., Bishop, B. and Mohl, N.D. : Duration of masseteric silent period in patients with TMJ syndrome, J. Appl. Physiol., 30 : 864~869, 1971.
 - 32) Gillings, B.D. : Inhibition of masticatory muscle activity after stimulation, J. Dent. Res., 53 : 141, 1974.
 - 33) McCall, W.D., Uthman, A.A. and Mohl, N.D. : TMJ symptom severity and EMG silent period, J. Dent. Res., 57 : 709~714, 1978.
 - 34) 山科 透, 岡根秀明, 藤岡卓雄, 棟久信宏, 長沢 亨, 津留宏道 : 顎機能障害者の筋電図に関する研究 第 1 報 Stretch reflex と silent period について, 補綴誌, 23 : 351~355, 1979.
 - 35) Yamada, Y., Ishioka, K. and Ash, M.M. : An automated measuring system for EMG silent period, IEEE Trans. Biomed. Eng., BME-27 : 410~413, 1980.
 - 36) 木竜 徹, 海野智昭, 斉藤義明, 山鹿卓郎, 石岡 靖 : 筋電図の自動解析 第 5 報 時間領域に拡張した統計的波形分析法による SP 自動認識, 補綴誌, 28 : 709~716, 1984.
 - 37) Beaudreau, D.E., Daugherty, W.F. and Masland, W.S. : Two types of motor pause in masticatory muscles, Am. J. Physiol., 216 : 16~21, 1969.
 - 38) Goldberg, L.J. : Masseter muscle excitation induced by stimulation of periodontal and gingival receptors in man, Brain Res., 32 : 369~381, 1971.
 - 39) 半場道子, 永田 晟, 室 増男 : 咀嚼筋放電の quiet period 出現と筋電図周波数分析 (FFT) について, 日生理誌, 44 : 253~264, 1982.
 - 40) 半場道子 : 周波数分析 (FFT) による咀嚼筋放電の quiet period 出現に関する考察—第 1 報 Ramp 性の収縮について—, 歯基礎誌, 24 : 638~645, 1982.
 - 41) 半場道子 : 周波数分析 (FFT) による咀嚼筋放電の quiet period 出現に関する考察—第 2 報 Step 性の収縮について—, 歯基礎誌, 24 : 646~651, 1982.
 - 42) Yu, S. K. J., Schmitt, A. and Sessle, B.J. : Inhibitory effects on jaw muscle activity of innocuous and noxious stimulation of facial and intraoral sites in man, Arch. Oral Biol., 18 : 861~870, 1973.
 - 43) Gillings, B.R.D. and Klineberg, I.J. : Latency and inhibition of human masticatory muscles following stimuli, J. Dent. Res., 54 : 269~279, 1975.
 - 44) Bratzlavsky, M., DeBoever, J. and van der Eecken, H. : Tooth pulpal reflexes in jaw musculature in man, Arch. Oral Biol., 21 : 491~493, 1976.
 - 45) Krogh-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, 1968.
 - 46) 藍 稔, 中野雅徳 : 顎口腔系の形態, 機能に関する臨床的調査 第 2 報 咬合について, 補綴誌, 19 : 385~390, 1975.
 - 47) 畑 好昭, 岩下博美, 原田博夫, 橋本和雄, 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.
- 48) Stallard, H. and Stuart, C.E. : Eliminating tooth guidance in natural dentition, *J. Prosthet. Dent.*, 11 : 474~479, 1961.
- 49) Dawson, P.E. : Evaluation, diagnosis, and treatment of occlusal problems, 146~165, 206~218, C.V. Mosby Co., Saint Louis, 1974.
- 50) 山田雅昭 : 咬合診査材に関する研究—ポーセレン面への印記性について—, 補綴誌, 27 : 653~666, 1983.
- 51) 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 : 咀嚼運動に関する筋電図学および運動学的検討—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.
- 52) 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.
- 53) deVries, H.A., Burke, R.K., Hopper, R.T. and Sloan, J.H. : Relationship of resting EMG level to total body metabolism with reference to the origin of "tissue noise", *Am. J. Phys. Med.*, 55 : 139~147, 1976.
- 54) 藍 稔 : 切歯点部における咀嚼運動の解析, 補綴誌, 6 : 164~200, 1962.
- 55) 中尾勝彦 : 正常天然歯列における咬合小面と歯牙接触に関する研究 (後方歯牙接触位, 前方滑走運動, 側方滑走運動), 補綴誌, 16 : 289~319, 1972.
- 56) Schuyler, C.H. : Factors contributing to traumatic occlusion, *J. Prosthet. Dent.*, 11 : 708~715, 1961.
- 57) Ramfjord, S.P. and Ash, M.M. : Occlusion, 128~174, W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, Mexico City, Rio de Janeiro, Sydney, Tokyo, 1983.
- 58) Butler, J.H. and Zander, H.A. : Evaluation of two occlusal concepts, *Parodont. Acad. Rev.*, 2 : 5~19, 1968.
- 59) 坂東永一 : 口顎機能のテレメータリング, 医用電子と生体工学, 7 : 281~288, 1969.
- 60) 棟久信宏 : 有歯顎者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 : 179~201, 1978.
- 61) 山本克之 : Full overdenture の咀嚼力および咀嚼筋電図に関する研究—下顎両側犬歯を維持歯とした例について—, 補綴誌, 27 : 308~330, 1983.
- 62) 草間一兵 : Full overdenture の咀嚼力および咀嚼筋電図に関する研究—下顎両側犬歯および第1小白歯を維持歯とした例について—, 補綴誌, 28 : 375~388, 1984.