原 著 論 文

ガム咀嚼運動が身体重心動揺に及ぼす影響

榎本 友彦

Influence of Gum Chewing on Body Sway While Standing

Tomohiko Enomoto

Abstract : In the present study, with the view of elucidating the influence of gum chewing on the body sway, 14 subjects without subjective and objective abnormal equilibrium and stomatognathic functions (12 males and 2 females aged 23~28 years, averaging 24.2) were measured for the area, distance and standard deviation-area in mandibular rest position (NR), gum chewing (NC) and occlusal interference-given gum chewing (IC) according to the measurement criteria recommended by the Japan Society for Equilibrium Research.

The following results were obtained :

1. Compared with NR, all subjects in NC showed smaller values of each of the analytical items of area, distance and standard deviation-area. For the subject population, the difference was highly significant for each of the analytical items.
2. NR and IC values showed their respective different relationships among subjects and analytical items. For the subject population, the difference between these two conditions was significant for each of the analytical items.
3. Compared with IC, all subjects in NC showed smaller values of the analytical items of area and distance, and 11, 1 and 2 subjects showed smaller, equal and larger values, respectively of the item of standard deviation-area. However, the difference for the latter 2 subjects was not statistically significant. For the subject population, the difference between these two conditions was significant for each of the analytical items and to a great extent especially for the area and distance.
4. The above results suggest that gum chewing has an inhibitory effect on the body sway.

Key words : gum chewing, body sway, rest position, occlusal interference

I. 緒 言

日常生活で身体の静的あるいは動的な動作は、無意識のうちに姿勢反射や運動反射によって自動制御をうけて行われている。この自動制御の機構には、幼児期からの学習効果が重要な役割をもつことは、広く認められている事実であり、歩行などでは20歳前後になって合目的姿勢や運動が効率よく完成するといわれている¹⁾。

ヒトの反射運動には、先天的なものと後天的なものがある。つまり、生れながらに行えるものと、生れてから学習により獲得していくものがある。呼吸および嚥下機能は、先天的に行える口腔機能であり、一方、咀嚼および発音機能は、後天的に得られるものである²⁾。つまり、咀嚼運動は、習慣性の反射運動であり、獲得性のものである。そして、機能的咬合系の概念が示すように、歯（歯根膜）、顎関節ならびに、顎筋からの求心性情報と、中枢神経の統御のもとに、咀嚼運動は営まれている³⁾。

直立体位において下顎の姿勢維持位を成立させる姿勢反射は、先天的機能と後天的機能との中間であり、新生児の下顎の姿勢は成人の姿勢とは異なっている。しかし、姿勢反射が小児で存在しなければ、呼吸し、吸啜し、嚥下することはできない²⁾。

スポーツ選手がプレー中チューインガムを咀嚼している場面を観ることが多い。精神的効用でガム咀嚼を行っている⁴⁾場合が多いと思われるが、俊敏な動きが要求される場において、動揺（ゆれ）に対する入力情報に外乱を加える可能性のある運動をあえて行うからには、精神的な効用の他に経験的に何らかの効用があるものと考えられる。

そこで本研究では、直立体位において、先天的機能および後天的機能である姿勢反射によって成立される下顎姿勢維持位である下顎安静位と、後天的機能として獲得したガム咀嚼運動ならびに、後天的機能として獲得していない咬合干渉付与直後のガム咀嚼運動を比較検討することにより、後天的機能として獲得した咀嚼運動であるガム咀嚼が、身体重心動揺に及ぼす影響について、明らかにすることを目的として以下の実験を行った。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、平衡機能および顎口腔機能に自覚的、他覚的に異常の認められない14名（男性12名、女性2名、23～28歳、平均年齢24.2歳）とした。

2. 身体重心動揺の測定方法

1) 測定装置

本研究の身体重心動揺の測定に使用した装置のブロックダイアグラムを図1に示す。すなわち、平衡機能計 IG 06（日本電気三栄）、SIGNAL PROCESSOR 7T 17（日本電気三栄）、ソフトウェア STATOKINESIGRAM No. 2（日本電気三栄）で構成した。

2) 測定方法

身体重心動揺の測定は、日本平衡神経科学会の推奨する測定基準⁵⁾に準拠した。すなわち、環境条件をできるかぎり一定とした室内で足圧検出装置上に閉足直立させ、前方の眼の高さの指標を注視するように指示し、サンプリングタイム 50 ms、1200 ポイント、計 60 秒間測定し、重心動揺の面積（以下、面積と略す）、重心動揺の距離（以下、距離と略す）、重心動揺の標準偏差面積（以下、標準偏差面積と略す）の3項目を算出した。

測定は、下顎安静位（以下、NR と略す）、ガム咀嚼（以下、NC と略す）および咬合干渉付与ガム咀嚼（以下、IC と略す）の3種類の口腔機能条件において、開眼でそれぞれ3回測定した。同一条件の3回の測定は連続して行ったが、設定した3条件の測定順序は被験者個々において無作為に行った。なお、下顎安静位は、『口を楽にするように』とのみ指示し、ガム咀嚼は、十分に咀嚼軟化したチューインガムを『測定中持続的に咀嚼するように』とのみ指示した。また、咬合干渉付与ガム咀嚼は、ガム咀嚼の場合と同様に

図1 重心動揺測定装置のブロックダイアグラム

『測定中持続的に咀嚼するように』とのみ指示した。咬合干渉は、習慣性咀嚼側第 1 大臼歯咬合面を被覆するアンレータイプの鋳造体で付与した。鋳造体は、12% 金銀パラジウム合金（ジーシー社製：キャストウェル M.C.(12%)）にて製作し、咬合接触部で厚さ 0.5 mm になるように調整した。被験者の口腔内に歯科用セメント（ジーシー社製：エリートセメント 100）で装着した際に、習慣性閉口路最上位にて干渉部以外の咬合接触がないことを確認した。偏心位における咬合接触については、特に規制はしなかった。なお、習慣性咀嚼側については被験者の判断とした。

3) データの分析

分析は、面積、距離、標準偏差面積の 3 項目について、被験者個々においては設定した 3 条件間（NR と NC, NR と IC, NC と IC）それぞれの平均値の差の検定、被験者集団においては設定した 3 条件間（NR と NC, NR と IC, NC と IC）それぞれの対応のある平均値の差の検定を行った。

III. 結 果

被験者 14 名における、3 種の口腔機能条件 NR, NC および IC 時の面積、距離、標準偏差面積の 3 回の平均値と標準偏差を、表 1, 3, 5 に示した。表 2, 4, 6 には、被験者個々における面積、距離、標準偏差面積の NR と NC, NR と IC および NC と IC との

間の平均値の差（NC-NR, IC-NR, IC-NC）とその検定結果を示した。また、図 2, 3, 4 には、被験者集団（14 名）における面積、距離、標準偏差面積の NR と NC, NR と IC および NC と IC と間の対応のある平均値の差（NC-NR, IC-NR, IC-NC）とその検定結果を示した。

1. 重心動揺の面積（表 1, 2, 図 2）

NR は、最大値 4.57 cm²、最小値 1.72 cm² であり、被験者 14 名の平均値 2.77 cm²、標準偏差 0.98

図 2 口腔機能条件間の重心動揺の面積の差の平均値と標準偏差

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼 ** : $P < 0.01$

表 1 口腔機能条件による重心動揺の面積の変動

単位 cm²

sub. sex	NR		NC		IC	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
A ♂	3.38	0.15	2.83	0.24	2.84	0.13
B ♂	4.57	0.23	3.46	0.16	4.03	0.40
C ♂	4.38	0.36	1.51	0.11	1.95	0.24
D ♀	2.06	0.28	1.16	0.24	1.69	0.14
E ♂	2.19	0.19	1.17	0.08	1.48	0.22
F ♂	3.02	0.19	1.54	0.37	3.96	1.09
G ♂	1.72	0.21	1.32	0.10	1.83	0.31
H ♂	3.95	0.18	3.29	0.66	3.53	0.12
I ♂	1.87	0.11	1.18	0.04	2.82	0.85
J ♂	2.89	0.44	1.77	0.53	2.65	0.73
K ♂	2.03	0.50	1.23	0.26	2.41	0.29
L ♀	1.88	0.13	1.38	0.44	2.68	0.34
M ♂	1.95	0.32	0.96	0.10	1.59	0.15
N ♂	2.89	0.14	1.58	0.10	2.22	0.16
MEAN	2.77	(0.98)	1.74	(0.82)	2.55	(0.84)

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼

表 2 口腔機能条件間の重心動揺の面積の平均値の差

単位 cm²

sub. sex	NC-NR	IC-NR	IC-NC
A ♂	-0.55 **	-0.54 **	0.01
B ♂	-1.11 **	-0.54	0.57 *
C ♂	-2.87 **	-2.43 **	0.44 **
D ♀	-0.90 **	-0.37	0.53 **
E ♂	-1.02 **	-0.71 **	0.31 *
F ♂	-1.48 **	0.94	2.42 **
G ♂	-0.40 **	0.11	0.51 **
H ♂	-0.66	-0.42 **	0.24
I ♂	-0.69 **	0.95	1.64 **
J ♂	-1.12 **	-0.24	0.88
K ♂	-0.80 *	0.38	1.18 **
L ♀	-0.50	0.80 **	1.30 **
M ♂	-0.99 **	-0.36	0.63 **
N ♂	-1.31 **	-0.67 **	0.64 **
MEAN	-1.03(0.61)	-0.22(0.87)	0.81(0.64)

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼
* : $P < 0.05$ ** : $P < 0.01$ () : S.D.

表 3 口腔機能条件による重心動揺の距離の変動

単位 cm ²						
sub. sex	NR		NC		IC	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
A ♂	69.00	4.87	63.67	2.21	77.73	7.54
B ♂	99.40	7.20	84.03	3.65	97.86	4.92
C ♂	47.80	3.11	40.22	3.78	45.08	5.11
D ♀	43.06	2.89	39.54	3.75	47.68	3.66
E ♂	38.48	0.96	24.06	3.89	30.39	2.74
F ♂	55.07	5.64	39.45	6.11	55.80	5.02
G ♂	39.22	0.85	27.80	0.65	31.08	1.78
H ♂	76.63	1.48	54.74	2.61	63.88	3.80
I ♂	53.66	1.73	37.76	1.92	66.81	4.31
J ♂	45.51	2.70	31.29	4.66	38.38	2.70
K ♂	51.94	3.62	30.70	0.17	47.87	3.97
L ♀	51.14	1.51	41.40	0.82	54.48	0.59
M ♂	40.90	9.72	27.75	3.31	38.15	1.44
N ♂	50.62	2.80	47.87	0.46	61.78	4.96
MEAN	54.46 (16.83)		42.16 (16.26)		54.07 (18.70)	

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼

cm² であった。NC は、最大値 3.46 cm²、最小値 0.96 cm² であり、平均値 1.74 cm²、標準偏差 0.82 cm² であった。IC は、最大値 4.03 cm²、最小値 1.48 cm² であり、平均値 2.55 cm²、標準偏差 0.84 cm² であった (表 1)。

NR と NC との間の平均値の差では、NC の方が 14 名全員が小さい値を示しその差は 12 名が統計的に有意であり、その内 11 名が高度に有意であった。NR と IC との間では、5 名が NR の方が小さい値を示しその差は 1 名が高度に有意であり、9 名が IC の方が小さい値を示しその差は 5 名が高度に有意であった。NC と IC との間では、IC の方が 14 名全員が大きい値を示しその差は 11 名が有意であり、その内 9 名が高度に有意であった (表 2)。

被験者 14 名における対応ある平均値の差の検定結果について、NR と NC との間では、NC の方が小さい値を示し、差の平均は 1.03 cm²、標準偏差 0.61 cm² であり、その差は統計的に高度に有意であった。NR と IC との間では、IC の方が小さい値を示したが、差の平均は 0.22 cm²、標準偏差 0.87 cm² であり、その差は有意でなかった。NC と IC との間では、IC の方が大きい値を示し、差の平均は 0.81 cm²、標準偏差 0.64 cm² であり、その差は高度に有意であった (図 2)。

表 4 口腔機能条件間の重心動揺の距離の平均値の差

単位 cm ²			
sub. sex	NC-NR	IC-NR	IC-NC
A ♂	- 5.33	8.73	14.06 **
B ♂	-15.37 **	- 1.54	13.83 **
C ♂	- 7.58 **	- 2.72	4.86
D ♀	- 3.52	4.62	8.14 **
E ♂	-14.42 **	- 8.09 **	6.33 *
F ♂	-15.62 **	0.73	16.35 **
G ♂	-11.42 **	- 8.14 **	3.28 **
H ♂	-21.89 **	-12.75 **	9.14 **
I ♂	-15.90 **	13.15 **	29.05 **
J ♂	-14.22 **	- 7.13 **	7.09 *
K ♂	-21.24 *	- 4.07	17.17 **
L ♀	- 9.74 **	3.34 **	13.08 **
M ♂	-13.15 *	- 2.75	10.40 **
N ♂	- 2.75	11.16 **	13.91 **
MEAN	-12.30 (5.95)	-0.39 (7.76)	11.91 (6.55)

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼

*: P<0.05 **: P<0.01 () : S.D.

図 3 口腔機能条件間の重心動揺の距離の差の平均値と標準偏差

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼 **: P<0.01

2. 重心動揺の距離 (表 3, 4, 図 3)

NR は、最大値 99.40 cm、最小値 38.48 cm であり、平均値 54.46 cm、標準偏差 16.83 cm であった。NC は、最大値 84.03 cm、最小値 24.06 cm であり、平均値 42.16 cm、標準偏差 16.26 cm であった。IC は、最大値 97.86 cm、最小値 30.39 cm であり、平均値 54.07 cm、標準偏差 18.70 cm であった (表 3)。

NR と NC との間では、14 名全員が NC の方が小さい値を示しその差は 11 名が統計的に有意であり、その内 10 名が高度に有意であった。NR と IC との間

表 5 口腔機能条件による重心動揺の標準偏差面積の変動
単位 cm^2

sub. sex	NR		NC		IC	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
A ♂	0.28	0.05	0.20	0.04	0.18	0.01
B ♂	0.30	0.04	0.25	0.04	0.26	0.06
C ♂	0.49	0.09	0.16	0.04	0.16	0.01
D ♀	0.20	0.01	0.09	0.02	0.14	0.03
E ♂	0.22	0.01	0.21	0.12	0.12	0.07
F ♂	0.22	0.02	0.12	0.04	0.22	0.03
G ♂	0.14	0.00	0.13	0.02	0.15	0.05
H ♂	0.27	0.05	0.24	0.07	0.26	0.01
I ♂	0.13	0.01	0.09	0.00	0.14	0.02
J ♂	0.25	0.06	0.18	0.11	0.38	0.24
K ♂	0.19	0.02	0.11	0.02	0.19	0.06
L ♀	0.11	0.02	0.09	0.02	0.20	0.04
M ♂	0.20	0.10	0.07	0.01	0.12	0.03
N ♂	0.24	0.04	0.10	0.01	0.13	0.01
MEAN	0.23	(0.09)	0.15	(0.06)	0.19	(0.07)

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼

では、6 名が NR の方が小さい値を示し、その差は 3 名が高度に有意であり、8 名が IC の方が小さい値を示しその差は 4 名が高度に有意であった。NC と IC との間では、14 名全員が IC の方が大きい値を示し、その差は 13 名が有意であり、その内 11 名が高度に有意であった (表 4)。

被験者 14 名における対応ある平均値の差の検定結果について、NR と NC との間では、NC の方が小さい値を示し、差の平均は 12.30 cm 、標準偏差 5.95 cm であり、その差は統計的に高度に有意であった。NR と IC との間では、IC の方が小さい値を示したが、差の平均は 0.39 cm 、標準偏差 7.76 cm であり、その差は有意でなかった。NC と IC との間では、IC の方が大きい値を示し、差の平均は 11.91 cm 、標準偏差 6.55 cm であり、その差は高度に有意であった (図 3)。

3. 重心動揺の標準偏差面積 (表 5, 6, 図 4)

NR は、最大値 0.49 cm^2 、最小値 0.11 cm^2 であり、平均値 0.23 cm^2 、標準偏差 0.09 cm^2 であった。NC は、最大値 0.25 cm^2 、最小値 0.07 cm^2 であり、平均値 0.15 cm^2 、標準偏差 0.06 cm^2 であった。IC は、最大値 0.38 cm^2 、最小値 0.12 cm^2 であり、平均値 0.19 cm^2 、標準偏差 0.07 cm^2 であった (表 5)。NR と NC との間では、14 名全員が NC の方が小さい値を示しその差は 8 名が統計的に有意であり、その

表 6 口腔機能条件間の重心動揺の標準偏差面積の平均値の差
単位 cm^2

sub. sex	NC-NR		IC-NR		IC-NC	
A ♂	-0.08	*	-0.15	**	-0.02	
B ♂	-0.05		-0.04		0.01	
C ♂	-0.33	**	-0.33	**	0.00	
D ♀	-0.11	**	-0.06	**	0.05	*
E ♂	-0.01		-0.10	*	-0.09	
F ♂	-0.10	**	0.00		0.10	**
G ♂	-0.01		0.01		0.02	
H ♂	-0.03		-0.01		0.02	
I ♂	-0.04	**	0.01		0.05	**
J ♂	-0.07		0.13		0.20	
K ♂	-0.08	**	0.00		0.08	
L ♀	-0.02		0.09	**	0.11	**
M ♂	-0.13	*	-0.08		0.05	**
N ♂	-0.14	**	-0.11	**	0.03	**
MEAN	-0.09	(0.08)	-0.04	(0.10)	0.04	(0.07)

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼

*: $P < 0.05$ **: $P < 0.01$ (): S.D.

図 4 口腔機能条件間の重心動揺の標準偏差面積の差の平均値と標準偏差

NR: 下顎安静位 NC: ガム咀嚼 IC: 咬合干渉付与ガム咀嚼 **: $P < 0.05$ *: $P < 0.01$

内 6 名が高度に有意であった。NR と IC との間では、4 名が NR の方が小さい値を示し、その差は 1 名が高度に有意であり、2 名が同じ値を示した。また、8 名が IC の方が小さい値を示しその差は 5 名が有意であり、その内 4 名が高度に有意であった。NC と IC との間では、11 名が IC の方が大きい値を示しその差は 6 名が有意であり、その内 5 名が高度に有意であった。また、1 名が同じ値を示し、2 名が IC の方が小さい値を示したがその差は有意でなかった (表 6)。

被験者 14 名における対応ある平均値の差の検定結

果について、NR と NC 間では、NC の方が小さい値を示し、差の平均は 0.09 cm^2 、標準偏差 0.08 cm^2 であり、その差は統計的に高度に有意であった。NR と IC 間では、IC の方が小さい値を示したが、差の平均は 0.04 cm^2 、標準偏差 0.10 cm^2 であり、その差は有意ではなかった。NC と IC 間では、IC の方が大きい値を示し、その差は 0.04 cm^2 、標準偏差 0.07 cm^2 でありその差は有意であった（図 4）。

IV. 考 察

1. 研究方法

1) 被験者について

被験者は平衡機能および顎口腔機能に自覚的、他覚的に異常の認められない男性 12 名、女性 2 名を選出した。身体重心動揺に関しては、性差が測定結果に特異的な影響を与えたという報告は見受けられず、また、本研究の結果からもそのような傾向は認められなかった。したがって、本研究では、男性 12 名、女性 2 名を合計した 14 名の性差を考慮する必要はないものとする⁶⁻⁸⁾。一方、年齢については、成長期には身体重心動揺は減少傾向を示して、安定期に入り、その後、加齢に伴い身体重心動揺は増加傾向を示すことが報告されている^{6,8-11)}。本研究の被験者は、23~28 歳、平均年齢 24.2 歳と年齢幅も少なく、年齢層も身体重心動揺の安定期であり、身体重心動揺に関して年齢的には同一傾向の被験者と考える。さらに、同年齢層を対象とした平衡機能に異常の認められない群の身体重心動揺の報告^{6,8-11)}と比較しても異常を認める所見はない。したがって、本研究の被験者は、研究を進めるうえで問題のない適切な被験者と考えられる。

2) 測定装置について

測定装置は、足圧検出装置である平衡機能計 IG 06（日本電気三栄）、解析用コンピュータ SIGNAL PROCESSOR 7 T 17（日本電気三栄）、解析用ソフトウェアである STATOKINESIGRAM No. 2（日本電気三栄）で構成されている。この測定装置は、日本平衡神経学会規格に基づいて製作されたものであり、得られた結果は同様の装置を用いて得られた他の報告との比較が可能であると考えられる。

3) 測定条件について

測定条件は、開眼にて下顎安静位（NR）、ガム咀嚼（NC）、咬合干渉付与ガム咀嚼（IC）の 3 種類の口腔機能条件とし、それぞれ 3 回ずつ測定した。日本

平衡神経学会の測定基準⁵⁾では、開眼と閉眼のどちらも測定することになっているが、本研究では開眼のみとした。今回の測定条件では、被験者 1 人において測定時間は、60(秒)×3(条件)×3(回)となり、延べ 9 分間となる。かりに開眼と閉眼の両方を行うと、さらに 2 倍の 18 分間になる。開眼と閉眼の比較、視性代償効果¹²⁾による補償に対し検討を加えられないが、閉足立位という日常生活であり持続する経験の少ない姿勢で、延べ 18 分間の測定を行うことになる被験者の負担、ならびに日常生活におけるガム咀嚼状況を考慮し、本研究では、開眼のみの測定とした。

日本平衡神経学会の測定基準⁵⁾においては、下顎位についての記載は全くない。下顎安静位については、未だ不明な点が多々ある¹³⁻¹⁹⁾。この条件は、他の 2 条件と比較して、被験者の口腔機能に意図的な負荷を与えていない条件として設定したものであり、被験者に対しても『口を楽にするように』とのみ指示を与えただけである。したがって、本研究においては、他の 2 条件と比較して十分な規制であり、この条件で得られた結果は、口腔機能に負荷のない条件の身体重心動揺と考える。

チューインガムは、1880 年頃、アメリカ人リグレーにより発明されたもので、南アメリカ産サボジラの樹液チクル（近頃はビニール樹脂を代用）に、香料を混ぜて菓子として製作したものである²⁰⁾。昔から、単なる菓子としてばかりではなく、精神的効用についても報告がある⁴⁾。また、咀嚼中性状が変わらず咀嚼時間のコントロールが容易であるため、下顎運動の解析等に試験食品として多用されている²¹⁻²⁵⁾。本研究においては、後天的機能として獲得したところの咀嚼運動としてのガム咀嚼という条件設定であるので、十分に軟化したガムを重心動揺測定中（60 秒）咀嚼することのみを指示し、他に特に規制はしなかった。したがって、この条件で得られた結果は、自由なガム咀嚼運動時の重心動揺と考える。

咬合干渉については、さまざまな見地から種々の報告がなされている²⁶⁻³¹⁾。本研究では、自由なガム咀嚼を阻害する咬合干渉を付与し、あえて付与直後にガム咀嚼を行わせることにした。すなわち、このことにより後天的機能として獲得していないガム咀嚼運動という条件を設定した。習慣側下顎第 1 大臼歯に付与した咬合干渉は、鋳造体で製作し、咬合接触部で厚さ約 0.5 mm になるように調整した。この垂直的干渉量は、通常の歯科臨床では、起こりがたい咬合干渉と思

われる。また、被験者の口腔内に装着した際に、習慣性閉口路最上位にて干渉部以外の咬合接触がないことのみを確認し、偏心位における咬合接触について特に規制しなかった。この条件の目的は咬合干渉の量的な影響を検索することではなく、またすでに獲得しているガム咀嚼以外の下顎運動を妨げることではない。つまり、被験者個々に調整した咬合干渉を習慣性咀嚼側に付与することにより、負荷する咬合干渉の統一を図ることにある。したがって、付与した咬合干渉により本研究において意図とした末だ獲得していない咀嚼運動という条件が設定できたものとする。

4) データの分析について

本研究の身体重心動揺の分析項目は重心動揺の面積、距離、および標準偏差面積の3項目とした。面積は、重心動揺軌跡の外周により囲まれた面積 (cm²) であり、距離は、重心動揺軌跡の距離 (cm) である。また、標準偏差面積は、重心動揺のX軸方向の振幅密度の標準偏差とY軸方向の振幅密度の標準偏差の積 (cm²) である。これら3種類の分析項目に用いたプログラム (STATOKINESIGRAM No. 2) は、他に、速度、加速度、回帰直線、ベクトル表示、パワースペクトル等の分析が可能であるが、今回は日本平衡神経科学会などで多用されている上記の3項目を分析の対象とした。このことにより、他の多くの報告との比較が可能であると考えられる。

統計分析は、分析項目別に口腔機能条件間で比較した。被験者個々については、設定した3条件間 (NRとNC, NRとIC, NCとIC) それぞれの平均値の差の検定を行った。被験者集団においては設定した3条件間 (NRとNC, NRとIC, NCとIC) それぞれの対応のある平均値の差の検定を行った。被験者個々の平均値は、3回の測定結果を平均したものであるが、統計的に考えると繰り返し数3回は少なく、誤差が大きくなることが予測される。しかし、繰り返し数を増やせば、被験者の負担の増加による影響が大きくなることが考えられるので、今回は繰り返し数3回で行うこととした。

2. 結果について

1) 下顎安静位時とガム咀嚼時の身体重心動揺

ガム咀嚼時の身体重心動揺は、面積、距離、標準偏差面積のいずれの分析項目においても、被験者全員が下顎安静位時より小さな値を示した。被験者集団では、その差はいずれの分析項目でも高度に有意であっ

た。このことは、後天的に獲得したリズムカルなガム咀嚼運動時の身体重心動揺は、口腔機能に意図的な負荷を与えられていない下顎安静位時よりも小さいことを示すものである。したがって、身体重心動揺と咀嚼運動のメカニズムおよび近年の口腔機能と全身状態に関する報告³²⁻⁴²⁾から今回の結果を考察する。

日常生活で身体の静的あるいは動的な動作は、無意識のうちに姿勢反射や運動反射によって自動制御をうけて行われている。この運動や姿勢を自動調節する機構には、情報の入力系 (input) として深部知覚、視覚、前庭迷路、四肢などの機械的受容器が存在し、この入力情報に対して調節出力系 (output) は、四肢、躯幹の筋調節、すなわち錐体路や錐体外路が関与している。また、これらのinput系とoutput系の調節役として、脳幹網様体や小脳が存在し、運動や姿勢反射の効率の良い自動制御が成り立っている。直立姿勢では、視覚、深部受容器系からの入力情報を加味した伸長反射や屈曲反射で調節が行われている。もしも、この入力情報に外乱が加われば、この外乱に対応した直立姿勢の偏倚や立ち直りという運動反射の調節や修正がくり返され、肉眼的身体動揺として観察される¹⁾。一方、咀嚼運動は、習慣性の反射運動であり、獲得性のものであるが、意志によって開始・停止したり、咀嚼力やリズムを調節することが可能な随意運動でもある。したがって、大脳皮質を含めた上位中枢の咀嚼調節への関与が大きいと考えられる。上位中枢からの出力は錐体路を通過して下行し、脳幹部のパターン・ジェネレーターに達しリズムを形成し、開口筋および閉口筋を支配する運動ニューロンに伝えられこれらの筋群を交互に活動させる。また、咀嚼中、誘発される口腔粘膜、歯の触覚や圧覚および下顎運動によって刺激される筋、顎関節からの感覚情報などによって、咀嚼の各相に適合した運動ができるように、上位中枢神経系の各レベルで運動司令がフィードバック制御されている⁴³⁾。

近年の口腔機能と全身との関連性を検討した報告³²⁻⁴²⁾では、咀嚼刺激が、自律神経に支配されている血圧に影響を及ぼしていること³²⁾また、咀嚼能力の良好な成人では、咀嚼行為により脳血流量は約20%増加すること³³⁾などが示されている。一方、ガムを咀嚼しているときには、対象を認知してからブレーキを踏むまでの時間 (運動反応時間) が明らかに短縮したとし、それは、ガム咀嚼という末梢の運動により生じた感覚器からの情報によって大脳皮質と脳幹網様体の

活性が高められたことによると推論している³⁴⁾。さらに、最大かみしめにより重心動揺の安定性が向上したとの報告では、最大かみしめにより頸筋群が緊張して頭位が安定することなどから、抗重力筋でもある閉口筋の緊張が姿勢制御に対して補助的な役割を担っている可能性を述べている³⁵⁾。他方では、顎口腔周囲の抗重力筋への負荷により、身体他部の筋群とのバランスが崩れると姿勢調節が適正に行われなくなる可能性を述べている³⁶⁻⁴⁰⁾。また、幼児期、小児期における咬合の不正が重心動揺に影響を及ぼしているという報告もある^{41,42)}。したがって本研究において、ガム咀嚼時の重心動揺が下顎安静時のそれよりも小さくなった理由としては、すでに獲得されているガム咀嚼、つまりパターン・ジェネレーターにより形成されたリズムカルな末梢の運動により生じた求心性の情報が、身体重心動揺の中枢の制御機構に対し、動揺抑制の方向に働いたためと考える。

2) 下顎安静位時と咬合干渉付与ガム咀嚼時の身体重心動揺

下顎安静位時と咬合干渉付与ガム咀嚼時の身体重心動揺は、被験者間、分析項目間で異なった関係を示した。被験者集団では、この2条件間の差はいずれの分析項目でも有意でなかった。このことは、被験者個々では差異を認めるが、今回の被験者は平衡機能に異常の認められない集団であるので、この集団において咬合干渉付与ガム咀嚼という条件は、重心動揺の面積、距離、標準偏差面積には見かけ上影響の少ない条件と考える。

3) ガム咀嚼時と咬合干渉付与ガム咀嚼時の身体重心動揺

今回の実験では、測定条件のガム咀嚼と咬合干渉付与ガム咀嚼時の筋活動量およびリズムについての分析は行っていないが、この2条件間では筋活動量の総量よりもリズムおよび左右のバランスに相違が生じていることが容易に予測できる。身体重心動揺は咬合干渉付与ガム咀嚼時よりもガム咀嚼時に測定した方が、面積、距離の分析項目で、被験者全員が小さい値を示した。標準偏差面積においては被験者11名が小さい値を示し、1名が同じ値、2名が大きい値を示した。しかし、大きい値を示した2名の差は統計的に有意でなかった。被験者集団においては、2条件間の差はいずれの分析項目でも有意であり、面積・距離においては高度に有意であった。ガム咀嚼と咬合干渉付与ガム咀嚼は、単に下顎運動として考えると類似した動きであ

る。しかし、この結果は、この2条件が重心動揺に全く異なった影響を及ぼしていることを示していると考ええる。したがって、被験者全員においていずれの分析項目でもガム咀嚼時が下顎安静位時より重心動揺が小さい値を示したことは、単に下顎運動という負荷が重心動揺に代償効果を生み、補償された現象ではないということを示唆していると考ええる。

以上の結果は、ガム咀嚼が身体の重心動揺を抑制する効果を有することを示すものである。したがって、スポーツ選手のプレー中のガム咀嚼は、精神的効用⁴⁾を有するとともに、俊敏な動きが要求される場においてリズムカルなガム咀嚼により動揺を抑制し、次の動きへの対応をより早く可能とすることを示唆するものである。

さらに、ガム咀嚼が身体重心動揺に及ぼす影響に検討を加えるには、ガム咀嚼による重心位置の移動およびガム咀嚼サイクルによる重心動揺の変動を検索する必要があると考える。

V. 結 論

本研究は、ガム咀嚼が身体重心動揺に及ぼす影響を明らかにするために、平衡機能および顎口腔機能に自覚的、他覚的に異常の認められない14名の被験者(男性12名、女性2名、23~28歳、平均年齢24.2歳)を対象として、日本平衡神経科学会の推奨する測定基準に準拠し、下顎安静位(NR)、ガム咀嚼(IC)および咬合干渉付与ガム咀嚼(IC)時における、身体重心動揺の面積、距離、標準偏差面積を測定し、以下の結論を得た。

1. NCはNRよりも、面積、距離、標準偏差面積のいずれの分析項目でも、被験者全員が小さな値を示した。被験者集団では、その差はいずれの分析項目でも統計的に高度に有意であった。

2. NRとICの値は、被験者間、分析項目間で、それぞれ異なった関係を示した。被験者集団では、この2条件間の差はいずれの分析項目でも統計的に有意でなかった。

3. NCはICよりも、面積、距離の分析項目で、被験者全員が小さい値を示した。標準偏差面積において被験者11名が小さい値を示し、1名が同じ値、2名が大きい値を示した。しかし、大きい値を示した2名の差は統計的に有意でなかった。被験者集団において、2条件間の差はいずれの分析項目でも統計的に有

意であり、特に、面積、距離においてその差は高度に有意であった。

4. 以上の結果は、ガム咀嚼が身体の重心動揺を抑制する効果を有することを示すものである。

稿を終るに臨み、ご指導、ご校閲を賜りました恩師森田修己教授に感謝の意を表します。また、適切なご助言を頂きました日本歯科大学新潟歯学部歯科理工学教室中村健吾教授ならびに同耳鼻咽喉科学教室石川和光教授に深謝致します。研究に際しご協力頂きました(株)メディカルサプライ、若槻 健氏ならびに(株)日本電気三栄、近藤 亨氏に謝意を表します。被験者としてご協力頂きました 14 名の皆様に厚くお礼申し上げます。最後に、終始ご支援頂きました日本歯科大学新潟歯学部歯科補綴学教室第 3 講座小司利昭講師以下、助手、大学院生各位ならびに丸山早苗補手に感謝致します。

なお、この研究の一部は、平成 2 年度文部省科学研究補助金(課題番号 02670877)により行い、論文の要旨は、第 85・86 回日本補綴歯科学会学術大会(1991.5. 福岡, 1991.9. 広島)において発表した。

文 献

- 1) 大久保仁：身体動揺(ゆれ)の検査法，耳鼻と臨床，29：115～121，1983.
- 2) Posselt U.: PHYSIOLOGY OF OCCLUSION AND REHABILITATION 2ed., 65～72, Blackwell S.P., Oxford and Edinburgh, 1968.
- 3) 丸山剛郎：臨床生理咬合—顎口腔機能の診断と治療—，185～192，医歯薬出版，東京，1988.
- 4) Hollingworth, H.L.: Chewing as a technique of relaxation, Science, Vol. 90, No. 2339: 385～357, 1939.
- 5) 日本平衡神経科学会編：平衡機能検査の実際，126～133，南山堂，東京，1986.
- 6) 時田 喬，松岡豊彦，早野洋司ほか：頭部並びに重心動揺記録計による立直り反射検査，耳鼻臨床，65：443～456，1972.
- 7) 武谷 力：重心計を用いた人体の身体動揺に関する研究，耳鼻と臨床，22：608～621，1976.
- 8) 松岡豊彦：起立時身体動揺の定量的解析，耳鼻臨床，70：1191～1280，1977.
- 9) 山本高司：直立時動揺の年齢による変化，体力科学，28：249～256，1979.
- 10) 初鹿信一：重心動揺計による身体動揺に関する研究，日耳鼻，90：598～612，1987.
- 11) 塚田なおみ，石川和光，登坂雅子：直立時重心動揺の年齢変化，歯学，76：196～197，1988.
- 12) 田中喜一郎：重心動揺の正常範囲について，耳喉，46：415～420，1974.
- 13) Jarabak, J.R.: An electromyographic analysis of muscular behavior in mandibular movements from rest position, J Prosth Dent, 7: 682～710, 1957.
- 14) Garnick, J. and Ramfjord, S.P.: Rest position: An electromyographic and clinical investigation, J Prosth Dent, 12: 895～911, 1962.
- 15) Yemm, R. and Berry, D.C.: Passive control on mandibular rest position, J Prosth Dent, 22: 30～36, 1969.
- 16) Feldman, S., Leupold, R.J. and Staling, L.M.: Rest vertical dimension determined by electromyography with biofeedback as compared to conventional methods, J Prosthet Dent, 84: 216～219, 1978.
- 17) Manns, A., Miralles, R. and Guerrero, F.: The changes in electrical activity of the postural muscles of the mandible upon varying the vertical dimension, J Prosthet Dent, 45: 438～445, 1981.
- 18) Rugh, J.D. and Drago, C.J.: Vertical dimension: A study of clinical rest position and jaw muscle activity, J Prosthet Dent, 45: 670～675, 1981.
- 19) Watkinson, A.C.: The mandibular rest position and electromyography, a review, J Oral Rehabil, 14: 209～214, 1987.
- 20) 新村 出編：広辞苑 第四版，1662，岩波書店，東京，1991.
- 21) Pruzansky, S., Pesek, M. and Osborn, D.F.: Quantitative analysis of the electromyogram in masticating chewing gum of varying toughness, Abstr Am J Orthodont, 44: 149, 1958.
- 22) Plesh, O., Bishop, B. and McCall, W.: Effect of gum hardness on chewing pattern, Exp Neurol, 92: 502～512, 1986.
- 23) 東 和生：咀嚼運動と咀嚼筋活動の関連性に関する臨床的研究，阪大歯学誌，34：26～63，1989.
- 24) 有住和浩，内山六男，川野襄二ほか：食品の硬さが咀嚼運動に及ぼす影響に関する研究，顎機能，7：59～64，1989.
- 25) 河野 亘：ガムのテクスチャーが咀嚼運動に及ぼす影響の多変量解析，補綴誌，35：178～192，1991.
- 26) Schaerer, P., Stallard, R.E. and Zander, H.A.: Occlusal interferences and mastication.: An electromyographic study, J Prosth Dent, 17: 438～449, 1967.
- 27) De Boever, J.: Experimental occlusal balancing-contact interference and muscle activity, Parodontologie, 23: 59～69, 1969.
- 28) Belser, U.C. and Hannam, A.G.: The influence of altered working-side occlusal guidance on masticatory muscles and related jaw movement, J Prosthet Dent, 53: 406～413, 1985.

- 29) 林 清平：実験的咬合干渉が咀嚼系に与える影響，歯学，70：687～764，1982.
- 30) 鯉淵秀明：習慣性閉口運動における実験的早期接触の位置が顎機能に及ぼす影響，口病誌，57：165～186，1990.
- 31) 馬場一美：習慣性閉口運動における実験的平衡側咬頭干渉が顎機能に及ぼす影響，口病誌，58：118～137，1991.
- 32) 村津和正，藤野武彦，柳川 堯：歯牙の自律神経に及ぼす影響，日本歯科評論，584：101～123，1991.
- 33) 鎌田正毅，野村律子，椿 浩明ほか：咀嚼と脳血流の変化，日本歯科評論，584：87～98，1991.
- 34) 松永勝也：睡魔追放にガムは効果的，安全燈，創刊号：2～6，1990.
- 35) 石井弘二：顎口腔機能の左右不均衡と顎顔面形態および身体重心との関連性に関する研究，阪大歯学誌，35：517～556，1990.
- 36) 宮田敏則，佐藤武司，島田 淳ほか：顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究Ⅰ-1. 咬合の変化が姿勢，特に重心動揺軌跡に及ぼす影響，補綴誌，32：1233～1240，1988.
- 37) 宮田敏則：顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—実験的咬合干渉が姿勢，特に重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響，補綴誌，34：631～645，1990.
- 38) 石上恵一，島田 淳，宮田敏則ほか：顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—有床義歯装着患者における義歯装着の有無が，特に重心動揺軌跡に及ぼす影響—，姿勢研究，10：135～142，1990.
- 39) 島田 淳：顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—水平的下顎位の変化が姿勢，特に重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響—，補綴誌，35：501～514，1991.
- 40) 佐藤武司：顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—垂直的顎間関係の挙上姿勢，特に重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響—，補綴誌，35：574～587，1991.
- 41) 後藤美紀，呉 英寛，伊藤憲春：幼児期の身体平衡機能に関する研究—重心図学的検索からみた顎口腔系との関連性—，歯学，75：745～765，1987.
- 42) 三枝松廣高，前田尚子，後藤美紀ほか：小児期の咬合と身体平衡機能に関する研究—重心図からみた検索—，歯学，76：1～10，1988.
- 43) 森本俊文：1-2 顎運動の生理，石岡 靖，小林義典，長谷川成男ほか編，顎口腔機能分析の基礎とその応用，26～35，デンタルダイヤモンド，東京，1991.