

顎口腔機能の左右差と習慣性咀嚼側に関連する因子についての研究

尾 崎 宏 嘉

Laterality of Stomatognathic Function and Reliability of Determination of Preferred Chewing Side

Hiroyoshi Ozaki

(平成14年1月24日受付)

緒 言

ヒトの体は構造上は左右対称であっても機能上では差があり、手、足、目、耳では機能的に優位である側や主観的に優先する側（偏好性）の存在が知られている¹⁾。

顎口腔系においても、左右側のうちより多くの回数を咀嚼する側が存在し、習慣性咀嚼側²⁾、かみ癖側³⁾、主咀嚼側⁴⁾、咀嚼得手側⁵⁾などと呼ばれている。このような咀嚼側の偏好性は、それが極端であったり、長期にわたり持続すると、補綴物の予後不良³⁾や顔面形態の非対称⁶⁻⁸⁾、異常咬耗⁹⁾や顎関節にかかる負荷増加によるリモデリング¹⁰⁾が起るといった、顎口腔系に対する為害作用の原因となることが指摘されている。

かかる観点から、習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間での左右差に関しては以前から興味を持たれ、これまで顔面形態⁶⁻⁸⁾、咬合要素^{2, 11-14)}といった形態学的左右差、咀嚼運動経路^{4, 15, 16)}、筋活動¹⁷⁻¹⁹⁾、咀嚼能率²⁰⁾などといった機能的左右差についての検討が行われてきた。これらの多くでは習慣性咀嚼側を、問診、すなわち被験者の主観により判定しているが、問診により認識する習慣性咀嚼側と実際に多く咀嚼する側が一致しない場合も多い²¹⁾ことを考えると、問診のみにより習慣性咀嚼側を判定し、習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間における機能的左右差について比較検討を行うことには疑問がある。

一方、習慣性咀嚼側と関連の深い因子として、Del-poat ら²²⁾はガムを自由咀嚼させた時の咀嚼開始後第1ストロークにおける咀嚼側、Christensen ら²³⁾、Kazazoglu ら²⁴⁾はガム自由咀嚼時における一定時間経過後のガムの位置、また倉知ら²⁵⁾はある一定回数を咀嚼させた時の咀嚼回数の多い側などを報告している。

そこで本研究では、偏咀嚼の持続がもたらすと考えられる為害性について機能的観点から明らかにすることを目的として、問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と、これまで習慣性咀嚼側と関連が深いとされてきた因子のうち、ガム自由咀嚼時の第1ストロークにおける咀嚼側、およびガム自由咀嚼20回における主たる咀嚼側のすべてが一致した健常有歯顎者における顎口腔機能の左右差について検討した（実験1）。さらに、これまで基準のないままに行われてきた習慣性咀嚼側の判定法に明確な基準を与えることを目的として、習慣性咀嚼側に関連する因子、すなわち問診とガム自由咀嚼時の第1ストロークにおける咀嚼側の観察、およびガム自由咀嚼20回における主たる咀嚼側の観察の信頼性についての検討を行った（実験2）。

材料ならびに方法

実験1 顎口腔機能の左右差の検討

I. 被験者

問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と、ガム自由咀嚼時の第1ストロークにおける咀嚼側（咀嚼第1ストローク）、およびガム自由咀嚼20回における主たる咀嚼側（20回咀嚼）の全てが一致した、第三大臼歯以外に歯の欠損がなく顎口腔系に異常の認められない個性正常咬合を有する健常有歯顎者67名（男性39名、女性28名、平均年齢23.9歳）を被験者とした。そのう

広島大学大学院医歯薬学総合研究科展開医科学専攻顎口腔頸部医科学講座歯科補綴学研究室（主任：濱田泰三教授）本論文の内容の一部は、平成11年5月の第101回日本補綴歯科学会、平成11年10月の第102回日本補綴歯科学会、平成12年6月の第103回日本補綴歯科学会において発表した。

ち習慣性咀嚼側が右側と判定された者が48名、左側と判定された者が19名であった。

なお、被験者には研究内容について十分説明し、同意が得られた上で計測を行った。

II. 顎機能検査

1. 下顎運動

被験者の咀嚼時および限界側方滑走運動時の下顎運動を、光学系非接触式3次元6自由度顎運動測定装置ナソヘキサグラフ(小野測器社製)を用いて測定した。ナソヘキサグラフから得られたデータはデジタルデータとしてパーソナルコンピュータに入力後、自作のソフトウェアにて解析した。

咀嚼運動は、十分に軟化したチューイン・ガム(フリーゾーン, ロッテ社製)1枚を被験者に咀嚼側を指定して咀嚼させ記録を行った。左右側それぞれ咀嚼開始後第5ストローク目から第14ストローク目までの連続した10ストローク²⁶⁾を分析区間とし、咀嚼運動経路

表1 咀嚼運動の分析項目

咀嚼運動経路(平均値, 標準偏差)
1. 最大開口点
2. 閉口路における最大側方偏位点
咀嚼リズム(平均値, 標準偏差)
1. 開口相時間
2. 閉口相時間
3. 咬合相時間
4. 咀嚼周期

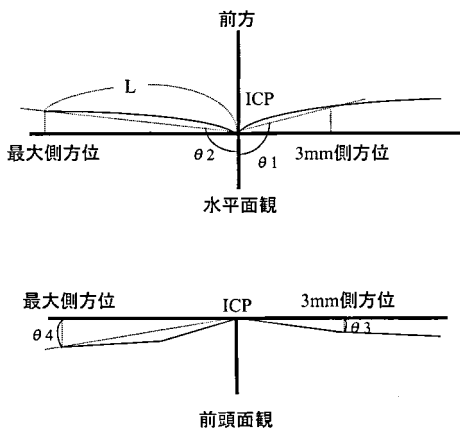


図1 限界側方滑走運動の分析項目。

ICP: 咬頭嵌合位

θ1: 3mm側方位の展開角(水平面観)

θ2: 最大側方位の展開角(水平面観)

θ3: 3mm側方位の展開角(前頭面観)

θ4: 最大側方位の展開角(前頭面観)

L: 最大側方位までの移動距離

と咀嚼リズムについて分析した(表1)。

限界側方滑走運動は、咬頭嵌合位からの3mm側方位、最大側方位における水平面、前頭面観からの展開角、また咬頭嵌合位から最大側方位までの移動距離についてそれぞれ算出した(図1)。

2. 咬合接触

最大かみしめ時および最大かみしめ時の筋活動量を100%としたときの50%かみしめ時における咬合接触状態を、デンタルプレスケール(富士写真フィルム社製, 50H, タイプR)を用いて記録した。かみしめ時の筋活動量は、マッスルバランスモニタ(GC社製)を用い、咬筋筋活動を視覚的にフィードバックさせることで制御した。記録された咬合接触状態は、オクルーザーFPD703(富士写真フィルム社製)を用い、咬合力および咬合接触面積を算出した。

3. 咀嚼能率

咀嚼能率については、被験食品として胚芽を取り除いたピーナッツを用い、Manlyらの方法²⁷⁾に準じて行った。ピーナッツ15gを3gずつ5回に分け、それぞれ20回ずつ咀嚼させ、10mesh篩に回収後水洗し、篩上に残ったピーナッツを一定の条件下(100°C, 3時間)で乾燥させた後に残留試料の量を測定し、次式により咀嚼値を求めた。

$$\text{咀嚼値}(\%) = \frac{\text{乾燥全重量}(\text{g}) - \text{篩上乾燥残量}(\text{g})}{\text{乾燥全重量}(\text{g})} \times 100$$

なお、乾燥全重量は乾燥前の重量の97%²⁸⁾とした。以上を1回の測定とし、片側で4回ずつ行い、その平均値を被験者の咀嚼値として分析に用いた。

III. 統計分析

統計処理は有意水準を5%とし、paired-t test 両側検定にて習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間での平均値の差の検討を行った。

実験2 習慣性咀嚼側に関連する因子の検討

実験2-1 判別式の作成

I. 被験者

被験者は、実験1と同じ67名を用いた。

II. 方法

実験1で得た、下顎運動、咬合接触、咀嚼能率データの16パラメータ(表2)のAsymmetry Index^{29, 30)}より、クラスター分析、ステップワイズ判別分析を用いて判別式の作成を行った。分析にあたっては、SPSS統計パッケージ第10版(SPSS社製)のプログラムを使用し、各パラメータのF値の打ち切り基準を $F = 2.0^{31, 32)}$ とした。

表2 クラスタ分析に用いた項目

下顎運動
咀嚼運動
最大開口点側方座標
閉口路における最大側方偏位点側方座標
開口相時間
閉口相時間
咬合相時間
咀嚼周期
限界側方滑走運動
3 mm 側方位の展開角 (水平面, 前頭面観)
最大側方位の展開角 (水平面, 前頭面観)
最大側方位までの移動距離
咬合接触 (ICP)
咬合接触面積 (最大かみしめ, 50%かみしめ)
咬合力 (最大かみしめ, 50%かみしめ)
咀嚼機能
咀嚼能率

実験2-2 問診, 咀嚼第1ストローク, 20回咀嚼の信頼性の検討

I. 被験者

習慣性咀嚼側の判定が困難であった者, すなわち問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と, 咀嚼第1ストローク, および20回咀嚼のうち, 問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側のみが一致しなかった者13名, 咀嚼第1ストロークのみ一致しなかった者9名, 20回咀嚼のみ一致しなかった者9名からなる個性正常咬合を有する健常有歯顎者31名 (男性18名, 女性13名, 平均年齢23.5歳) を被験者とした。

II. 方法

実験2-1で得られた判別式を用いて咀嚼側の判定を試み, その結果を問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と, 咀嚼第1ストローク, および20回咀嚼との一致率を調べることにより, これらの習慣性咀嚼側に関連する因子の信頼性の検討を行った。

結 果

実験1 顎口腔機能の左右差の検討

I. 下顎運動にみられた特徴

1. 咀嚼運動

咀嚼運動経路の結果を表3に示す。平均経路においては, いずれも習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側よりも大きい傾向を示し, そのうち最大開口点の側方座標, 閉口路における最大側方偏位点の側方座標では有意な差 ($p < 0.05$) が認められた。

経路の安定性を示す標準偏差は, 前後座標以外の項

表3 ガム咀嚼運動時の咀嚼運動経路

習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べより側方偏位量が大きく, 安定した咀嚼運動経路を示した。

	平均値		標準偏差	
	習慣	非習慣	習慣	非習慣
最大開口点				
側方座標	2.6	2.0	1.8	1.9
上下座標	13.5	13.2	3.9	4.1
前後座標	6.2	6.2	2.6	2.4
閉口路における最大側方偏位点				
側方座標	4.1	3.5	1.6	1.7
上下座標	9.6	8.9	3.19	3.23
前後座標	4.1	3.9	2.2	2.1

(mm, * : $p < 0.05$)

習慣 : 習慣性咀嚼側

非習慣 : 非習慣性咀嚼側

目で, 習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ小さい傾向を示し, そのうち閉口路における最大側方偏位点の上下座標では有意な差 ($p < 0.05$) が認められた。

咀嚼リズムにおいては, 平均値, 標準偏差ともに, 習慣性咀嚼側, 非習慣性咀嚼側の間に有意な差は認められなかった (表4)。

表4 ガム咀嚼運動時の咀嚼リズム

習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間に差は認められなかった。

	平均値		標準偏差	
	習慣	非習慣	習慣	非習慣
開口相時間	254.3	253.8	54.8	59.1
閉口相時間	234.1	232.2	52.6	49.4
咬合相時間	219.9	225.0	45.9	52.5
咀嚼周期	708.3	713.0	107.3	112.5

(msec)

習慣 : 習慣性咀嚼側

非習慣 : 非習慣性咀嚼側

2. 限界側方滑走運動

限界側方滑走運動においては, 水平面観で 3 mm 側方位, 最大側方位のいずれも習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ前方へ移動し, 特に最大側方位では両者の間に有意な差が認められた (図2)。また前頭面観で

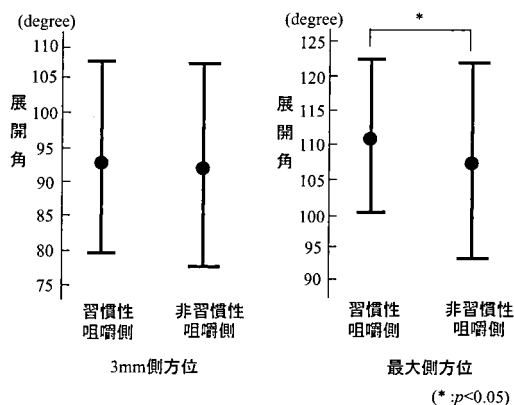


図2 限界側方滑走運動時における水平面観展開角。習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ前方へ移動する傾向を示した。

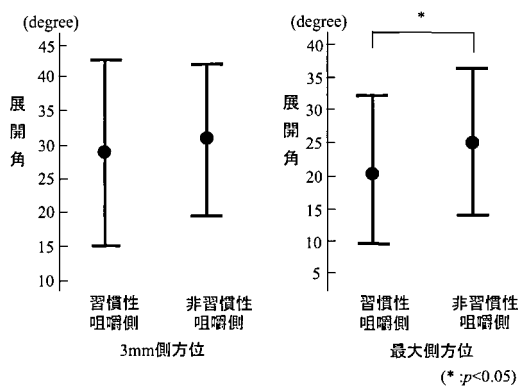


図3 限界側方滑走運動時における前頭面観展開角。習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ展開角が小さい傾向を示した。

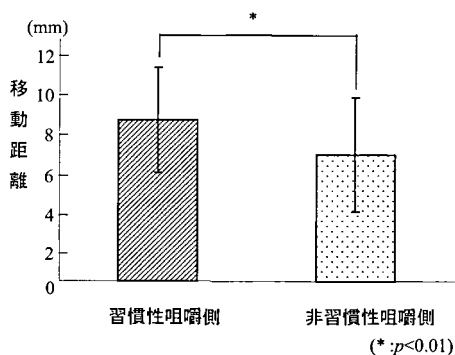


図4 最大側方位までの移動距離。咬頭嵌合位から最大側方位までの移動距離は、習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ有意に大きかった。

は、3 mm 側方位、最大側方位のいずれも習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ展開角が小さく、特に最大側方位では両者の間に有意な差 ($p < 0.05$) が認められた (図3)。

咬頭嵌合位から最大側方位までの移動距離は、習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ大きく、両者の間には有意な差 ($p < 0.01$) が認められた (図4)。

II. 咬合接触

咬合接触面積においては、最大かみしめ、50%かみしめともに、その平均値では習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ大きい傾向を示すものの、両者の間には有意な差は認められなかった (図5)。

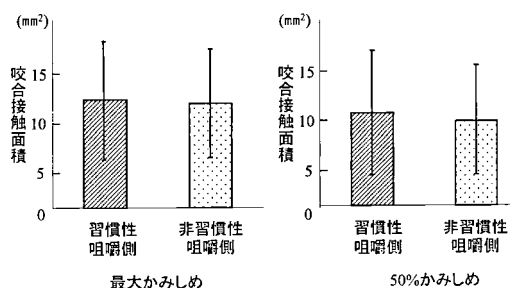


図5 咬合接触面積。最大かみしめ、50%かみしめともに差は認められなかった。

また咬合力においても、最大かみしめ、50%かみしめともに、平均値では習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ大きい傾向を示すものの、両者の間には有意な差は認められなかった (図6)。

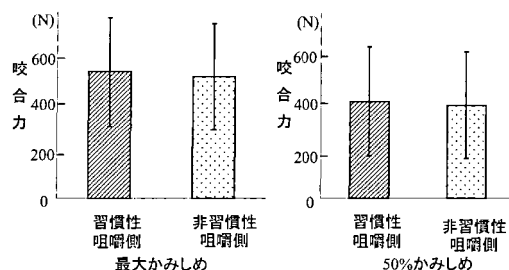


図6 咬合力。最大かみしめ、50%かみしめともに差は認められなかった。

III. 咀嚼能率

咀嚼能率においては、その平均値で習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ大きい傾向を示すものの、両者の間には有意な差は認められなかった (図7)。

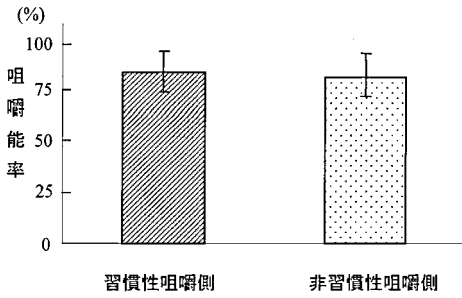


図7 咀嚼能率。
習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間に差は認められなかった。

実験2-1 判別式の作成

クラスター分析を行った結果を図8に示す。約65%類似度でラインを設定することにより、咬合相時間、閉口路における最大側方偏位点側方座標、咀嚼周期、最大側方位の水平面観展開角、最大側方位の前頭面観展開角、最大側方位までの移動距離、50%かみしめ時の咬合接触面積、咀嚼能率の計8パラメータが選択された。

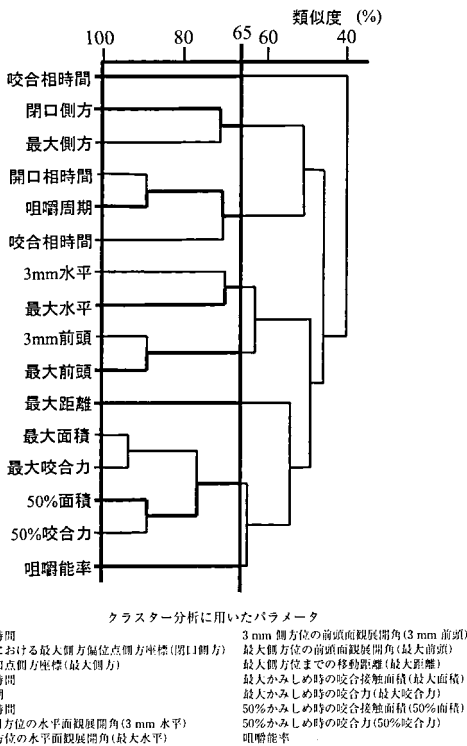


図8 クラスター分析。
約65%類似度でラインを設定することにより8パラメータが選択された。

表5 ステップワイズ法によるパラメータの選択
○：各ステップで選択されたパラメータ

ステップ0

項目	F
1 咬合相時間	0.57
2 閉口側方	4.68
3 咀嚼周期	0.33
4 最大水平	2.90
⑤ 最大距離	46.21
6 最大前頭	1.74
7 50%面積	3.67
8 咀嚼能率	2.50

ステップ1

項目	F
1 咬合相時間	0.35
2 閉口側方	2.76
3 咀嚼周期	0.24
4 最大水平	0.31
6 最大前頭	0.90
⑦ 50%面積	5.53
8 咀嚼能率	1.26

ステップ3

項目	F
1 咬合相時間	0.14
② 閉口側方	6.32
3 咀嚼周期	0.08
4 最大水平	0.49
6 最大前頭	1.33
8 咀嚼能率	0.03

ステップ4

項目	F
1 咬合相時間	0.55
3 咀嚼周期	0.38
4 最大水平	0.11
6 最大前頭	0.61
8 咀嚼能率	0.01

ステップワイズ法による判別分析に用いたパラメータ
咬合相時間
閉口路における最大側方偏位点側方座標 (閉口側方)
咀嚼周期
最大側方位の水平面観展開角 (最大水平)
最大側方位までの移動距離 (最大距離)
最大側方位の前頭面観展開角 (最大前頭)
50%かみしめ時の咬合接触面積 (50%面積)
咀嚼能率

続いてクラスター分析で選択された8パラメータについて、変数選択の打ち切り値を $F = 2.0$ とし、ステップワイズ判別分析を行った結果を表5に示す。ステップ0で最大側方位までの移動距離、ステップ1で50%かみしめ時の咬合接触面積、ステップ2で閉口路における最大側方偏位点側方座標が取り入れられ、ステップ3では残り5パラメータのF値は全て2.0以下となり選択を終了した。

表6に、選択された3パラメータ (X_n) による習慣性咀嚼側判定のための係数 (L_n) と常数 (L_0) を示す。この値から判別式 $f(x)$ が正の値をとれば習慣性咀嚼側が右側 (R)、負の値をとれば習慣性咀嚼側が左側 (L) となるように算出した。

$$f(x) = 2.26(X_1) + 1.33(X_2) + 0.82(X_3) + 0.34$$

(X_1 : 最大側方位までの移動距離の AI 値, X_2 : 50%かみしめ時の咬合接触面積の AI 値, X_3 : 閉口路における最大側方偏位点側方座標の AI 値)

表6 選択された3パラメータを判別要因とした場合の係数と常数

パラメータ (X_n)	係数 (L_n)
X_1 最大距離	L_1 2.26
X_2 50%面積	L_2 1.33
X_3 閉口側方	L_3 0.82
L_0 常数	L_0 0.34

$$f(x) = L_1 \cdot X_1 + L_2 \cdot X_2 + L_3 \cdot X_3 + L_0$$

X_1 : 最大側方位までの移動距離 (最大距離)
 X_2 : 50%かみしめ時の咬合接触面積 (50%面積)
 X_3 : 閉口路における最大側方偏位点側方座標 (閉口側方)

続いて、この判別式を用いて本実験の被験者に対し判別を行った結果を図9に示す。この判別式は被験者67名のうち61名、すなわち約93%の判別率で習慣性咀嚼側を判別することができたが、判別得点 -0.25 から 0.25 の間に習慣性咀嚼側と一致しない者が6名みられた。そこで、判別得点 -0.25 から 0.25 は習慣性咀嚼側がないグループ (LR) として判別したところ、右または左のいずれかに判別された者に関しては全て正しく判別することができた。

実験2-2 問診、咀嚼第1ストローク、20回咀嚼の信頼性の検討

問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と、咀嚼第1ストローク、および20回咀嚼の一致しなかった習慣性咀嚼側の判定の困難であった者に対して、実験2-1で得られた判別式より習慣性咀嚼側の判別を行った結果を表7に示す。習慣性咀嚼側の判別は、判別得点 0.25 以上を習慣性咀嚼側が右側 (R)、 -0.25 から 0.25 までを習慣性咀嚼側がないグループ (LR)、 -0.25 以下を習慣性咀嚼側が左側 (L) とした。

判別結果が問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と一致した者は8名 (約38%)、咀嚼第1ストロークと一致した者は9名 (約43%)、20回咀嚼と一致した者は13名 (約62%) であった。

考 察

I. 習慣性咀嚼側について

咀嚼運動は通常両側で行われることは少なく片側で行われ、その程度に差はあるものの、習慣性咀嚼側の存在が知られている¹⁾。習慣性咀嚼側は、歯や歯周組織の疾患により容易に変化するとされ³³⁾、Goldaracena

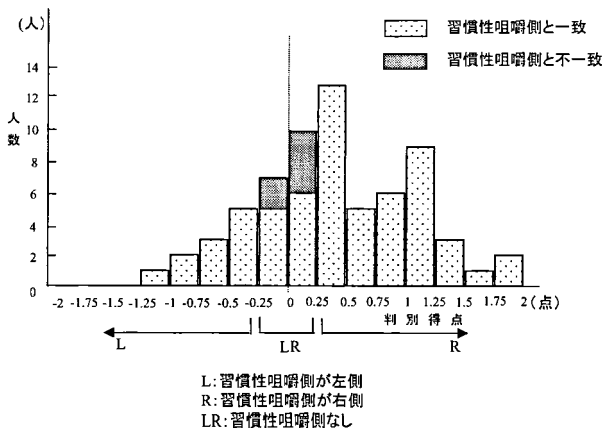


図9 判別得点の分布。

判別得点 -0.25 から 0.25 の間に習慣性咀嚼側と一致しない者が6名みられた。

表7 習慣性咀嚼側の判別結果との一致

判別結果が問診により認識する習慣性咀嚼側と一致した者が8名(約38%), 咀嚼第1ストロークと一致した者が9名(約43%), 20回咀嚼と一致した者が13名(約62%)であった。

被験者	判別	問診	第1	20回
1	R	L	R	R
2	R	L	R	R
3	R	L	R	R
4	R	R	L	L
5	R	R	L	L
6	R	L	R	R
7	R	L	R	R
8	R	L	R	L
9	R	L	R	L
10	R	R	L	R
11	R	R	L	R
12	R	R	R	L
13	R	L	L	R
14	R	L	L	R
15	R	L	L	R
16	R	L	L	R
17	L	L	R	R
18	L	L	R	R
19	L	R	L	R
20	L	L	R	L
21	L	R	R	L
22	LR	R	L	L
23	LR	L	R	R
24	LR	L	R	R
25	LR	L	R	R
26	LR	L	R	L
27	LR	L	R	L
28	LR	L	R	L
29	LR	L	L	R
30	LR	L	L	R
31	LR	R	R	L
計		8 38%	9 43%	13 62%

太字斜体: 判別結果と一致

ら³⁴⁾は広範囲な齧齶の存在が習慣性咀嚼側を決定すると報告している。また、習慣性咀嚼側と利き手や利き足との関連は低い³⁵⁾とされており、習慣性咀嚼側の獲得についてはいまだ不明な点は多いものの、その咀嚼習慣は不変のものではなく、末梢性であり³⁶⁾後天的であるとされている⁵⁾。

本研究における被験者の習慣性咀嚼側での咀嚼の様相は個人差があり、20回の自由咀嚼のうち習慣性咀嚼側での咀嚼回数は平均で14.4回であった。このことは

現時点で、顎口腔系に自覚的、他覚的症狀が認められないまま獲得した習慣性咀嚼側での咀嚼が継続して行われているものと考えられる。また、習慣性咀嚼側を獲得した時期について調査することは不可能であるためその成因については言及することはできないが、Goldaracenaら³⁴⁾の報告のように、一時的な歯の疼痛や歯科治療も成因の一つであると考えられる。

II. 被験者について

従来の習慣性咀嚼側に関連する多くの研究において、習慣性咀嚼側の判定は被験者の主観、すなわち問診^{2,5,14,15)}により決定されてきた。しかしながら、問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と実際によく咀嚼する側が一致しない場合も多く、問診の信頼性には疑問がある²¹⁾。そこで本研究では、問診に加え、咀嚼第1ストローク²²⁾、20回咀嚼も考慮し、これら3項目がすべて一致した者を習慣性咀嚼側を有する者とした。

咀嚼側性について、石原ら³⁷⁾は男女ともに嗜好側(習慣性咀嚼側)は右側が多く左側の約3倍であると、Delportら²²⁾は被験者の60%が習慣性咀嚼側が右側であったと報告している。1,287名と多数の被験者に対して調査を行った上田ら⁵⁾は約3:2で右側が多かったと報告している。一方でPondら¹³⁾、Christensenら²³⁾、桑原ら³⁸⁾、野村ら³⁹⁾は咀嚼側性について左右差が認められなかったと報告している。

本研究においては石原ら³⁷⁾の報告と同様、被験者67名中、習慣性咀嚼側が右側の者は48名(男性29名、女性19名)、左側の者は19名(男性10名、女性9名)と男女ともに習慣性咀嚼側を右側とする者が多くみられた。

III. 下顎運動

本研究における下顎運動の測定にはナソヘキサグラフを用いた。本システムは、測定精度が $\pm 150 \mu\text{m}$ と十分な精度を有するとともに、非接触式であり、下顎前歯部にレジシーネを介して装着されるフェイスボウが約12gと軽量であることから下顎にかかる負担が比較的少なく、また頭部動揺補正機能ももち、生理的環境下に近い状態で顎運動の測定を行うことが可能であるとされている⁴⁰⁻⁴²⁾。

1. ガム咀嚼運動

咀嚼運動に関する研究では被験食品として様々な食品が用いられてきたが、ニンジン、カマボコ等の食品は咀嚼の進行に伴い硬さや量が変化するため、それに伴う咀嚼運動の変化が生じやすい⁴³⁻⁴⁵⁾。一方、十分に軟化したチューイン・ガムは、咀嚼の進行に伴う硬さ

や量の変化が少なく、咀嚼リズムが安定するとの報告⁴⁶⁾がされている。

そこで本研究では、被験食品としてチューイン・ガムをあらかじめ十分に軟化し、舌背にのせた状態から被験者に咀嚼側を指定して咀嚼させ、左右それぞれ咀嚼開始後第5ストローク目から第14ストローク目までの連続した10ストローク²⁶⁾を分析区間とした。

石井¹⁵⁾は習慣性咀嚼側における咀嚼運動は非習慣性咀嚼側と比べより側方偏位量が大きいとし、Wilding^ら¹⁶⁾は習慣性咀嚼側において前頭面観でより幅が広く、効率的で安定した咀嚼パターンを示すと報告している。また仁村^ら⁴⁾は経路の概形はほぼ同様のパターンを示すものの、経路とリズムの安定性においては習慣性咀嚼側の方が安定した傾向を示すことを報告している。本研究では石井¹⁵⁾およびWilding^ら¹⁶⁾と同様、習慣性咀嚼側の方がより側方偏位の大きい咀嚼運動経路を示しただけでなく、開口量においても習慣性咀嚼側の方がより大きい傾向を示し、左右差が明確に表れた。このことは、石井¹⁵⁾およびWilding^ら¹⁶⁾が被験者の主観のみで習慣性咀嚼側を判定しているのに対して、本研究では、問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と、咀嚼第1ストロークおよび20回咀嚼が一致した被験者を対象とした結果、明確な習慣性咀嚼側の判定がされたことが原因であると考ええる。また咀嚼リズムでは、習慣性咀嚼側の方が安定した咀嚼リズムを呈するとの仁村^ら⁴⁾の報告に対し、本研究では習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間に差はみられなかった。

2. 限界側方滑走運動

側方滑走運動は左右の顎頭と歯により誘導される運動であり、顎運動を円滑に行うために必要な要素が関連していることから、現在までに多くの検討⁴⁷⁻⁵⁰⁾が行われてきた。側方滑走運動と習慣性咀嚼側との関連については、これまで側方グライディング中に多くの歯の接触する側が咀嚼側とであると推測した報告¹¹⁾、習慣性咀嚼側と歯のガイドとの関連についての報告²⁾が存在するものの、側方滑走運動経路の左右差について検討されたものは見当たらない。そこで本研究では、限界側方滑走運動時の運動方向および移動量について咀嚼側間での比較を行った。

限界側方滑走運動については、その再現性については良好である⁵⁰⁾ことから、本研究ではあらかじめ被験者に対し十分な練習をさせた後に、咬頭嵌合位から最大側方位までの側方滑走運動を一連の被験運動として収録した。計測点としては、犬歯または小白歯のガイドを超えるまでの初期ガイドである3 mm 側方位⁴⁹⁾、限界点である最大側方位の2点を設定した。

その結果、習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ、

より前方に運動する傾向が認められた。これは習慣性咀嚼側方向への運動時には、犬歯または小白歯の近心ガイドが多いとする家入²⁾の報告を支持するものである。また前頭面観においては、習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ展開角が小さい傾向が認められたが、これは習慣性咀嚼側方向への側方滑走運動時にガイドする歯が、非習慣性咀嚼側に比べより咬耗、摩耗していることを示すものである。以上より、習慣性咀嚼側と歯のガイドとは深い関連を有すると考えられる。

習慣性咀嚼側と顎関節の可動性について検討した檜山^ら⁵¹⁾は、習慣性咀嚼側と下顎の動かし易い側との間には関連が認められたものの、アキシオグラフを用いて測定した限界側方滑走運動時の顎関節顎頭の移動距離には左右差が認められなかったと報告している。本研究では、ガム咀嚼運動および側方滑走運動時の下顎の移動量は、習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ有意に大きかった。このことより習慣性咀嚼側と反対側の顎関節の可動性が非習慣性咀嚼側に比べて大きいことが推察される。また本研究で認められた側方滑走運動時における切歯点側方移動量の左右差は約2 mm であり、中村⁵²⁾が左右の可動域の差が3 mm 以上の場合に運動障害が考えられると報告した結果の範囲内であった。

IV. 咬合接触状態

これまで日常臨床において、咬合接触部位や咬合接触面積、および咬合接触圧などを時間的、定量的に判定するために、咬合紙⁵³⁾やワックス⁵⁴⁾、およびシリコーン印象材⁵⁵⁾などが用いられてきた。しかし、これらの方法では、咬合接触部位や咬合接触面積を直接的に観察できるものの咬合圧の判定は難しく、術者の勘に頼らざるを得ない部分が多かった。近年、咬合接触状態の定量的診査法として、T-Scan システム⁵⁶⁾やデンタルプレスケールシステム⁵⁷⁻⁵⁹⁾が開発された。T-Scan システムは咬合接触を時系列で観察できるという長所を有する反面、シートの厚みや精度の点で問題があった。今回、咬合接触状態の測定に用いたデンタルプレスケールシステムは、シートの厚みが98 μm と薄くしなやかであることに加え、臨床に十分な精度を有すること、中等度以上の咬合力を負荷した場合に咬頭嵌合位に近い状態で咬合接触関係を測定することが可能であることが確認されている⁵⁹⁾。

Pond^ら¹³⁾は習慣性咀嚼側と咬合接触状態との関連について、中心位における咬合接触や咬合干渉と習慣性咀嚼側の間には関連が認められなかったとしている。また檜山^ら¹⁴⁾は咬頭嵌合位における咬合力、咬合接触面積の大きい側と習慣性咀嚼側との一致率が高いこと

を報告しているものの、数値的な検討を行っていない。そこで今回、習慣性咀嚼側と咬合力および咬合接触面積との関連について検討したところ、最大かみしめ、50%かみしめともに、その平均値では習慣性咀嚼側が非習慣性咀嚼側に比べ大きな値を示したものの、両者の間に有意な差は認められなかった。これは本研究における被験者が若年有菌顎者であったため、極度な咬耗や摩耗がみられなかったこと、また習慣性咀嚼側を有するものの、病的な偏側咀嚼を有するわけではないことが原因と考えられる。しかし、習慣性咀嚼側での咀嚼が長期化し、偏側咀嚼習慣を獲得した場合には、異常咬耗⁹⁾が引き起こされ、咬合接触面積の左右不均等、さらには片側咀嚼筋群の発達により咬合力にも左右不均等が生じることは推測しうる。

V. 咀嚼能率

歯科治療の主たる目的の一つに咀嚼機能の回復があり、その評価を客観的に行うことは重要である。咀嚼食品粉碎粒子の分布状態により判定を行う咀嚼能率測定法はその代表的な方法であり、被験食品として生米³⁷⁾、ピーナッツ²⁷⁾、ATP 顆粒⁶⁰⁾ およびグミゼリー^{28, 61)} など様々な食品が用いられてきた。その中でもピーナッツを用いた篩分法は現在まで広く用いられており、本研究においても Manly ら²⁷⁾の方法に準じ、10 mesh 篩を用いて咀嚼能率の測定を行った。本研究で対象とした被験者における咀嚼値の左右側平均値は約77.8%であり、第2大臼歯まで全て有する者の咀嚼値が約78%であったとする Manly ら²⁷⁾の報告とほぼ一致する値を示した。

本研究では、咀嚼能率において左右差は認められなかった。対器官を持つ有機体において、たとえば手足では利き手や利き足の存在が知られ、利き手や利き足側では、同側を主観的に優先する(偏好性)のみでなく、機能的にも優位である⁶²⁾。本研究において、咀嚼運動経路に左右差がみられるにもかかわらず、主たる機能の一つである咀嚼能率に左右差がみられないことは、個性正常咬合を有する健康有菌顎者においては、咀嚼運動における習慣性咀嚼とは主として偏好性を意味し、咀嚼能率の優位性を意味するのではないことを示唆している。

VI. クラスタ分析について

クラスタ分析では、類似度が高いほど同じ情報を有しており、高い相関を有するパラメータについてはその中から代表する1つを解析に用いればよいとされている⁶³⁾。本研究では各パラメータの中から相関の高いものを除外する目的で、約65%類似度のラインを設

定することにより、8つのクラスターが形成されたが、そのうち2つ以上のパラメータが含まれる5つのクラスターでは、t 値の最も高いパラメータを選択した³²⁾。

VII. 判別分析について

歯科領域において判別分析は、乳歯の大きさからの永久歯列の排列予測⁶⁴⁾、性別判定^{31, 65, 66)}、および機能異常に対する客観的評価法⁶⁷⁾などに応用されてきた。本研究ではクラスタ分析で得られた8つのパラメータをもとに、習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側を判別する目的でステップワイズ判別分析を用い判別式を作成した。次いで得られた判別式を習慣性咀嚼側に関連する因子である、問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と、咀嚼第1ストローク、および20回咀嚼の一致しなかった者に対して適用することで、各因子の信頼性の検討を行った。

判別式を作成する上では、多くの説明変数から有用な少数の説明変数を選択することが重要である。本研究においてはステップワイズ法を用いた^{31, 32)}。この方法は各段階で変数を取り込んだ後で除外すべき説明変数がないか偏 F 値の検定を行い、不合格となった場合にはその変数を除外する方法である。その結果、約93%の判別率で習慣性咀嚼側を判別可能な判別式が得られた。しかしながら実際には咀嚼の偏好性のない者も存在し、判別式の正負から習慣性咀嚼側を右側または左側のいずれかに判別する必要はない。そこで問診により認識する咀嚼側と、咀嚼第1ストローク、および20回咀嚼の全てが一致した習慣性咀嚼側が明らかな被験者群の中に、判別式の正負のみからの判別では習慣性咀嚼側と一致しない者が6名存在したことを考慮し、判別得点-0.25から0.25を習慣性咀嚼側がないグループとして判別したところ、右または左のいずれかに判別された者に関しては全て正しく判別することができた。また、判別得点の分布について示した図9では、判別得点の分布がやや右よりになっているが、右側を習慣性咀嚼側とするものが左側に比べて多いためであると考えられる。

VIII. 習慣性咀嚼側に関連する因子について

習慣性咀嚼側とは、日常の咀嚼を行う際の咀嚼回数が多い咀嚼側である²⁵⁾。近年習慣性咀嚼側に関連する研究において、ガムなどを咀嚼させた後に問診を行う咀嚼後問診が多く用いられる場合が多く、咀嚼前問診に比較して習慣性咀嚼側を類推する上で有効であると報告されている²¹⁾。しかしながら問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側は被験者の主観的な回答であるため、被験者の自覚の信頼性には疑問が残る。また咀

嚼第1ストロークによる習慣性咀嚼側の判定は、咀嚼側を右または左のいずれかに判定されるため、習慣性咀嚼側がないことを判定できないという問題がある²¹⁾。奥田ら⁶⁸⁾は、20秒間の自由咀嚼の観察から習慣性咀嚼側を判定しているが、ガム咀嚼1ストロークの咀嚼周期⁶⁹⁾を考慮すると、ガム咀嚼回数は20秒間で約30回となる。本研究に先立ち行った予備実験で20秒間の自由咀嚼を行った場合には、極端な偏咀嚼を有する者でも疲労などの影響から、観察の後半では非習慣性咀嚼側へ食品を移動させることが多かった。このことから、習慣性咀嚼側の判定のために自由咀嚼の観察を行う場合、20秒間の観察時間は長すぎると考えた。一方、咀嚼時間を設定するのではなく咀嚼回数を設定した場合には、片側での咀嚼回数を観察することでその程度を把握することが可能であり、臨床上チェアーサイドで行う際にも比較的簡便であることなどから、咀嚼回数を設定するのが望ましいと考えた。以上より本研究では、20回咀嚼をさせたときの咀嚼側を観察することにした。その結果、判別式により判別された咀嚼側と20回咀嚼との一致率をもっとも高かったもののその値は62%であり、20回咀嚼のみで習慣性咀嚼側を判定することはできないことが分かった。また、これらの被験者は、問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側、咀嚼第1ストローク、および20回咀嚼が一致しなかったグループであることから、偏咀嚼の程度は低いと考えられる。

以上より、習慣性咀嚼側を類推する上では20回咀嚼の信頼性が最も高いことが明らかとなった。しかしながら、習慣性咀嚼側を類推する際には20回咀嚼のみならず、問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側や咀嚼第1ストロークについても合わせて考慮する必要があると考える。

総 括

問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と、ガム自由咀嚼時の第1ストロークにおける咀嚼側、およびガム自由咀嚼20回における主たる咀嚼側の全てが一致した被験者を用い、顎口腔機能の左右差を明らかにした上で、多変量解析を応用し習慣性咀嚼側に関連する因子について検討を加え、以下のような結論を得た。

1. 問診により被験者が認識する習慣性咀嚼側と、咀嚼第1ストローク、および20回咀嚼の全てが一致した者に対して、習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間における下顎運動経路、咬合接触状態、咀嚼能率の左右差について検討を行ったところ、咀嚼運動経路、限界側方滑走運動時の展開角、最大側方位までの移動量などに機能的左右差が認められた。

2. 習慣性咀嚼側に関連する因子を考慮して選択した被験者の顎機能データより判別式 $f(x)$ を得ることができ、この式により、習慣性咀嚼側を右または左、および習慣性咀嚼側がないグループとして判別したところ正しく判別することができた。

3. 習慣性咀嚼側の判定においては問診の信頼度は低く、20回咀嚼における主たる咀嚼側の信頼度が高いことが明らかとなった。

以上の結果より、習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側の間には機能的左右差が存在することが明らかとなった。また咀嚼習慣の把握には問診のみならず、20回咀嚼や咀嚼第1ストロークの結果を合わせて判定する必要がある。若年者においてこれらの機能的左右差が認められたことは、将来的に習慣性咀嚼側における咀嚼回数が極端となったり、長期にわたり継続することで左右差が顕著となる可能性があるため、偏側咀嚼習慣を考慮した歯科治療技術の確立が必要である。

謝 辞

本研究に際し、終始御懇篤なるご指導ならびに御校覧を賜りました広島大学顎口腔頸部医科学講座 濱田泰三教授に衷心より感謝の意を表します。また本論文作成上、ご教示、御校覧を賜りました本学顎口腔頸部医科学講座 赤川安正教授ならびに本学顎口腔頸部医科学講座 香西克之教授に深厚なる謝意を表します。

本研究を進めるに際し、終始ご指導いただきました本学顎口腔頸部医科学講座 熊谷 宏博士に深く感謝いたします。なお多大なご支援を戴いた同講座の諸先生方に感謝いたします。

文 献

- 1) 長谷川成男：ヒトの咀嚼運動；咀嚼くの話（東京医科歯科大学歯学部顎口腔総合研究施設編）。初版，日本歯科評論社，東京，163-207, 1987.
- 2) 家入美香，松尾浩一，沖本公繪，寺田善博：習慣性咀嚼側と歯牙ガイドとの関連性についての検討。補綴誌 37, 961-973, 1991.
- 3) 石幡伸雄，野村義明，鯉淵秀明，錦 仁志：かみ癖について：第1報 臨床的立場からみたかみ癖の影響について。顎頭蓋誌 7, 57-65, 1994.
- 4) 仁村秀由紀，小林義典：咀嚼運動における主咀嚼側咀嚼時と非主咀嚼側咀嚼時との差異。補綴誌 34, 1127-1139, 1990.
- 5) 上田直克，弓場直司，田中昌博，徳永 徹，河野 亘，金田龍珠，今西俊雅，川添堯彬：咀嚼得手側の自覚に関する調査。補綴誌 35, 708-714, 1991.
- 6) 上村健太郎，大迫恒伸，小椋幹記，福原博一，金俊熙：片側咀嚼の解消で改善した顔面非対称の一例。西日矯誌 32, 23-28, 1987.

- 7) Tay, D.K.: Physiognomy in the classification of individuals with a lateral preference in mastication. *J. Orofac. Pain*. 8, 61-72, 1994.
- 8) 倉知正和, 岡 俊男, 石神 元, 横山佳郎, 太田義人, 山田早苗: 偏側咀嚼習慣の程度と顔面形態の非対称性との関係について. 補綴誌 38, 177-183, 1994.
- 9) Beyron, H.L.: Occlusal changes in the adult dentition. *J. Am. Dent. Assoc.* 48, 674-686, 1954.
- 10) Rugh, J.D. and Othrbach, R.: The Textbook of Occlusion. (Mohl, N.D., Zarb, G.H., Carlsson, G.E. and Rugh, J.D.), Quintessence, Chicago, 249-261, 1988.
- 11) Hildebrand, Y.: Studies in mandibular kinematics. *Dent. Cosmos*. 78, 449-458, 1936.
- 12) 藤井哲則: 個性正常咬合を有する健常有歯顎者における咬頭嵌合位とその付近の側方咬合位での咬合様式. 九州歯会誌 37, 250-264, 1983.
- 13) Pond, L.H., Barghi, N. and Barnwell, G.M.: Occlusion and chewing side preference. *J. Prosthet. Dent.* 55, 498-500, 1986.
- 14) 楢山成寿, 今村尚子, 小野卓史, 石渡靖夫, 黒田敬之: 習慣性咀嚼側の発現と咬合因子. 顎機能誌 6, 1-10, 1999.
- 15) 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の重心との関連性に関する研究. 阪大歯誌 35, 517-556, 1990.
- 16) Willding, R.J.C. and Lewin, A.: A model for optimum functional human jaw movements based on values associated with preferred chewing patterns. *Archs. Oral Biol.* 36, 519-523, 1991.
- 17) Christensen, L.V. and Radue, J.T.: Lateral preference in mastication: relation to pain. *J. Oral Rehabil.* 12, 461-467, 1985.
- 18) Devlin, H. Wastell, D.G., Duxbury, A.J. and Grant A.A.: Chewing side preference and muscle quality in complete denture-wearing subjects. *J. Dent.* 15, 23-25, 1987.
- 19) 柏木宏介: 習慣性ならびに非習慣性咀嚼側におけるガムチューイング時の正規化筋電図包絡線による解析. 補綴誌 40, 167-179, 1996.
- 20) Willding, R.J.C.: The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. *Archs. Oral Biol.* 38, 589-596, 1993.
- 21) 萩本多津生, 小川隆広, 梅本文二, 住吉圭太, 相沢 茂, 古谷野潔: 問診による習慣性咀嚼側の判定法の検討ならびに臨床診査結果との関連. 日顎誌 10, 398-409, 1998.
- 22) Delpoat, H.P., Delaat, A., Nijis, J. and Hoogmartens, M.J.: Preference pattern of mastication during the first chewing cycle. *Electromyogr. Chin. Neurophysiol.* 23, 589-596, 1983.
- 23) Christensen, L.V. and Radue, J.T.: Lateral preference in mastication: a feasibility study. *J. Oral Rehabil.* 12, 429-434, 1985.
- 24) Kazazoglu, E., Heath, M.R. and Muller, F.: A simple test for determination of the preferred chewing side. *J. Oral Rehabil.* 21, 723-724, 1994.
- 25) 倉知正和, 石神 元, 横山佳郎, 山田早苗: 偏側咀嚼の指数表示について. 補綴誌 36, 1026-1031, 1992.
- 26) 志賀 博, 小林義典: 咀嚼運動の分析による咀嚼機能の客観的評価に関する研究. 補綴誌 34, 1112-1126, 1990.
- 27) Manly, R.S. and Braley, L.C.: Masticatory performance and efficiency. *J. Dent. Res.* 29, 448-462, 1950.
- 28) 沖山誠司, 吉田 実, 山本 誠, 森井まどか, 野首孝嗣: 試験用グミゼリーの物性と咬合接触状態が咀嚼能率に及ぼす影響. 補綴誌 40, 710-717, 1996.
- 29) Naeije, M., McCaroll, R.S. and Weijs, W.A.: Electromyographic activity of the human masticatory muscles during submaximal clenching in the inter-cuspal position. *J. Oral Rehabil.* 16, 63-70, 1989.
- 30) 安部倉 仁, 浜田泰三, 小谷博夫, 徳山宏司, 中居伸行: 顎機能障害に対するバイトプレートの効果に関する筋電図学的研究 第一報 咬頭嵌合位でのクレンジング時の筋活動. 阪大歯誌 26, 296-303, 1994.
- 31) 根本正男: 石膏模型上における歯の大きさからみた性別の判定 (第2報). 日大歯学 57, 658-668, 1983.
- 32) 村田 悟: 多変量解析による上顎前突者および下顎前突者の形態学的変異度に関する研究. 愛院大歯誌 33, 301-313, 1995.
- 33) 河村洋二郎: 歯学生のための口腔生理学. 158-232, 末永書店, 京都, 1983.
- 34) Goldaracena, P., Rey, R. and Martinez, C.: Dental caries and chewing side preference in Maya Indians. *J. Dent. Res.* 63, 182, 1984.
- 35) Hoogmartens, M.J. and Carbergh, M.A.A.: Chewing side preference in man correlated with handedness, footedness, eyedness and earedness. *Electromyogr. Chin. Neurophysiol.* 27, 293-300, 1987.
- 36) Hoogmartens, M.J. and Carbergh, M.A.A.: Chewing side preference during the first chewing cycle as a new type of lateral preference in man. *Electromyogr. Chin. Neurophysiol.* 27, 3-6, 1987.
- 37) 石原寿郎, 平沼謙二, 橋本 譲, 根本一男: 生米を被験食品とする咀嚼粉砕効率の算出基準について. 口病誌 26, 620-622, 1959.
- 38) 桑原隆男, 瑞森崇弘, 西尾公一, 宮内修平, 丸山剛郎: 咀嚼運動における運動域ならびに閉口経路に関する研究. 補綴誌 26, 106-115, 1985.

- 39) 野村義明, 石幡伸雄, 鯉淵秀明, 錦 仁志: かみ癖について: 第2報 かみ癖と顎口腔系諸器官との関連性について. 顎頭蓋誌 7, 67-75, 1994.
- 40) 常磐 肇, 桑原洋介: 顎機能の臨床的診査一ナソヘキサグラフを用いて一. 補綴誌 42, 902-912, 1998.
- 41) 玉利秀樹, 北條陽太郎, 松本吉生, 東 和生, 高島史男, 丸山剛郎: 顎運動測定装置ナソヘキサグラフを用いた個性正常咬合者における下顎限界運動の6自由度解析. 日顎誌 10, 81-92, 1998.
- 42) 常磐 肇: 光学式顎運動測定装置 (JM-1000T) の臨床的測定精度に関する研究. 顎機能誌 7, 13-25, 2001.
- 43) Gibbs, C.H. and Lundeen, H.C.: Jaw movements and forces during chewing and swallowing and their clinical significance. Edited by Lundeen, H.C. and Gibbs, C.H. *Advanced occlusion. Bristol*, 2-32, 1982.
- 44) 瑞森崇弘, 桑原隆男, 西尾公一, 宮内修平, 丸山剛郎: 咀嚼運動に関する臨床的研究—食品の大きさ・硬さの影響について—. 補綴誌 29, 1062-1069, 1985.
- 45) 有吉和浩: 食品の硬さが咀嚼運動に及ぼす影響に関する実験的研究. 補綴誌 33, 1301-1312, 1989.
- 46) 三田貢司, 小林義典: 咀嚼機能の筋電図学的評価に関する臨床的研究. 歯学 76, 711-760, 1988.
- 47) Posselt, U.: Movement areas of the mandible. *J. Prosthet. Dent* 7, 375-385, 1957.
- 48) 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.
- 49) 川口豊造: 電氣的測定装置による習慣的閉口運動および嚥下運動時の歯牙接触位に関する研究. 補綴誌 12, 398-423, 1968.
- 50) 中野雅徳: 側方滑走運動における顆路と歯牙路に関する研究. 補綴誌 19, 647-665, 1976.
- 51) 檜山成寿, 小野卓史, 石渡靖夫, 加藤嘉之, 黒田敬之: 顎関節可動性と習慣性咀嚼側および顎関節症有症側との関連. 日顎誌 12, 6-13, 2000.
- 52) 中村充也: 顎関節症の臨床的研究. 口病誌 26, 986-1012, 1959.
- 53) Berry, D.C. and Singh, B.P.: Effect of electromyographic biofeedback therapy on occlusal contacts. *J. Prosthet. Dent* 51, 397-403, 1984.
- 54) Anderson, J.R. and Myers, G.E.: Nature of contact in centric occlusion in 32 adults. *J. Dent. Res.* 50, 7-13, 1971.
- 55) Ziebelt, G.J. and Donegan S.J.: Tooth contacts and stability before and after occlusal adjustment. *J. Prosthet. Dent.* 42, 276-281, 1979.
- 56) 鍋島史一, 田中昌博, 河野 亘, 更谷啓二, 柳田昌宏, 川添堯彬: T-Scan システムからみた咬頭嵌合位での咬合接触バランスについて. 補綴誌 34, 340-349, 1990.
- 57) 鈴木哲也, 渡邊竜登美, 吉富信幸, 石鍋 聡, 熊谷 宏, 内田達郎, 水口俊介, 関田俊明, 小林賢一, 長尾正憲: 感圧シートを用いた新しい咬合圧測定システムの有用性. 補綴誌 38, 966-973, 1994.
- 58) 鈴木哲也, 熊谷 宏, 吉富信幸, 水口俊介, 渡邊竜登美, 内田達郎, 石鍋 聡, 関田俊明, 小林弘清, 小林賢一, 長尾正憲: 咬合圧測定システムの臨床応用に関する研究. 口病誌 61, 437-445, 1994.
- 59) 山口泰彦, 久恒泰宏, 木村朋義, 小松孝雪, 内田洋一: デンタルプレスケールを用いた咬合接触部位の診査法に関する検討—咬頭嵌合位における咬合接触部位の検出率について—. 補綴誌 39, 1113-1120, 1995.
- 60) 増田元三郎, 藤山恵正, 古賀一郎, 深谷忠芳, 増田正樹, 大谷隆俊, 鈴木重夫: ATP 顆粒剤を用いた吸光度法による新しい咀嚼能力測定法 第1報 測定方法と試料としての ATP の性質について. 口科誌 30, 103-110, 1981.
- 61) 山本 誠: 全部床義歯装着者の咀嚼能率, 咀嚼筋活動および下顎運動による咀嚼機能評価. 阪大歯誌 38, 303-331, 1993.
- 62) Touwen, B.C.L.: Laterality and Dominance. *Develop. Med. Child. Neurol.* 14, 747-755, 1972.
- 63) 奥野忠一, 羽賀敏郎, 矢島敬二, 奥野千恵子, 橋本茂司, 古河陽子: 統多変量解析法. 日科技連, 東京, 1976, 76-114.
- 64) 長谷川浩三: 多変量解析法による永久歯列期の排列状態の予測に関する研究. 歯科学報 86, 27-49, 1986.
- 65) 岡村正美: 石膏模型上における乳歯の大きさからみた性別判定—判別関数による—. 日大歯学 67, 37-44, 1993.
- 66) 竹井哲司, 高橋登世子, 小室歳信, 向山レイ, 宮澤富雄, 堤 博文, 伊勢卓史, 佐野悦夫, 岡村浩一: 乳歯列口蓋形態からの性別判定—モアレトポグラフィによる—. 日大歯学 67, 269-278, 1993.
- 67) 佐藤裕二, 櫻井裕也, 阿部泰彦, 津賀一弘, 大川周治, 赤川安正, 長澤 亨, 津留宏道: 顎口腔機能異常診断への多変量解析の応用—下顎切歯点限界運動軌跡の解析—. 補綴誌 34, 739-742, 1990.
- 68) 奥田眞夫, 吉岡麻美, 上田恭史, 仲谷江美子, 大前泰三, 高島史男, 丸山剛郎: 咀嚼側差と姿勢の関係について. 下顎運動機能と EMG 論文集 11, 199-204, 1993.
- 69) 西尾公一: 咀嚼運動における咬合様式の機能的意義に関する臨床的研究. 阪大歯誌 33, 267-300, 1988.