タッピング運動を利用した咬合採得法に関する研究

九州歯科大学大学院歯学研究科歯科補綴学第1専攻(指導:豊田静夫教授)

和久田 一成

昭和59年8月21日受付

本論文の要旨は、昭和58年2月19日、日本補綴歯科学会九州支部会、昭和58年5月28日、第43回九州歯科学会総会において発表した。

Study on Maxillomandibular Registration with Use of Tapping Movement

Kazushige Wakuda

First Department of Prosthetic Dentistry (Director: Prof. Shizuo Toyoda)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

In making a complete denture, maxillomandibular registration is very important step and various methods for registration have been reported. Of these methods, tapping movement has often been used clinically. Therefore, effectiveness of use of tapping movement was examined.

For this study, tapping movement with the vertical dimension changed was recorded for 20 dentulous subjects and 13 denture-wearing subjects. Sweep recording of 50 tapping movements without overlapping was made possible by connecting a 2 pen recorder to a Mandibular Kinesiograph. On the basis of the recordings, anteroposterior displacement and lateral displacement of tapping point, tapping area, variance in tapping point, at various mandibular positions, were obtained.

The results were as follows:

1. The maximum anteroposterior displacement of tapping at the centric occlusion in 20 dentulous subjects was 0.05 ± 0.12 mm anterior and 0.29 ± 0.13 mm posterior with an average of 0.09 ± 0.10 mm posterior. The maximum displacement was 0.13 ± 0.06 mm on the right and 0.21 ± 0.10 mm on the left with an average of 0.01 ± 0.07 mm on the right. The maximum tapping area was 0.06mm^2 and the minimum was 0.00mm^2 with an average of $0.02 \pm 0.02\text{mm}^2$.
2. The anteroposterior displacement of the tapping point at various mandibular positions in the dentulous subjects increased as the vertical dimension was raised. However, the lateral displacement did not show any significant difference.
3. The tapping area in the dentulous subjects increased as the vertical dimension was raised.
4. In variance of tapping point at different mandibular positions in dentulous subjects, anteroposterior variance was significantly greater in 64.2% on the average and lateral variance in 12.9%.

5. The anteroposterior displacement and lateral displacement at various mandibular positions with the vertical dimension lowered in the denture-wearing subjects did not show any significant difference when compared with the displacement ($0.46 \pm 0.29\text{mm}$ anterior and $0.16 \pm 0.30\text{mm}$ on the right to the centric relation) at the appropriate vertical dimension. The lateral displacement did not show significant difference even when the vertical dimension was raised. However, the anteroposterior displacement increased as the vertical dimension was increased and the displacement was $1.09 \pm 0.74\text{mm}$ anterior to the centric relation at the mandibular position raised by 6mm.

6. The tapping area at various mandibular positions with the vertical dimension lowered in the denture-wearing subjects did not show any significant difference in comparison with the tapping area ($0.06 \pm 0.08\text{mm}^2$) with the appropriate vertical dimension. However, as the vertical dimension was raised, the tapping area increased and the area was $0.39 \pm 0.46\text{mm}^2$ at the mandibular position raised by 6mm.

7. When the anteroposterior variance was compared with the lateral variance of the tapping point at various mandibular positions in the denture-wearing subjects, the anteroposterior variance was significantly greater in 46.1% on the average and the lateral variance was significantly greater in 13.5% on the average.

Key words : *Maxillomandibular registration/Tapping movement/Tapping point/Tapping area*

結 言

総義歯を作製する際、適切な上下顎の水平的対位関係を決定することは、非常に重要なステップである。ところが、その方法として、ゴシックアーチ描記法¹⁾、タッピング運動を行わせる方法²⁻⁴⁾、ワルクホッフ小球法、嚥下運動を利用する方法^{5,6)}、筋触診法、筋電図を利用する方法⁷⁾、マイオモニターを利用する方法^{8,9)}など、従来から多くの方法が報告されているが、いまだに確定的なものは無く、臨床では、それらのうちの1つを利用するか、あるいは、いくつかを組み合わせで判定しているのが現状である。

これらの方法のうちで、タッピング運動を利用する方法は、特別な器具を必要とせず、患者自身の生理的機能を利用することにより、有歯顎当時の中心咬合位に近接した位置での咬合記録が得られるとされており¹⁰⁾、よく臨床に用いられる方法であるが、この方法を用いる場合には、咬合高径が正しく決定されていることを前提としている¹¹⁾。しかし、臨床においては、咬合高径を変化させた場合にも、水平的対位関係の決定確認方法として用いることがあり、その際、この方法が有効であるか否かの報告は少ない。

また、丸山 (1973)¹²⁾、名波 (1978)¹³⁾ は、タッピング運動の咬合高径確認法としての可能性を示唆しているが、河江 (1980)¹⁴⁾ は、タッピング運動を咬合高径決定の手段として利用することに否定的な見解を述べている。

そこで著者は、咬合採得時にタッピング運動を利用することについて検討を行うため、有歯顎者20名と義歯装着者13名を被験者として、咬合高径を種々に変化させた時の、タッピングポイントのばらつきを記録分析した。その結果、興味ある知見を得たので報告する。

実 験 方 法

1. 予備実験

本研究は、咬合高径を変化させるとタッピングポイントの偏位量、タッピングエリア、タッピングポイントのばらつきがどの程度変化するかを調べることを目的としている。したがって、咬合高径を変化させ、その位置でタッピング運動をさせる装置として、口内ゴシックアーチトレーサを利用した咬合高径保持装置を用いた (図1)。

また、タッピング運動の測定装置として、Myo-

図1 有歯顎者用咬合高径保持装置

Tronics 社製 Mandibular Kinesiograph K 5 型（以下 M.K.G. と略す）を用いた。M.K.G. は、下顎運動の三次元測定装置であり、下顎中切歯歯頸部に取り付けた永久磁石の移動により生ずる磁場の変化を、一定の空間的位置関係に設定したセンサがとらえ、ブラウン管上に、下顎運動として描記するものである。しかし、M.K.G. を単独で用いた記録では、タッピング運動の軌跡が重なり合ってしまう、各々の運動を明確にとらえることはできない。そこで、各タッピング運動を重なることなくとらえるために、本研究では、M.K.G. に理化電気社製 2 pen recorder R 202（以下 2 pen recorder と略す）を接続して、タッピング運動を掃引記録した（図2）。この記録をもとに、各タッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量を Kontron 社製画像解析装置 M.O.P. 20（以下 M.O.P. 20 と略す、図3）で計測した。

図2 タッピング運動の測定に用いた装置

ところが、本実験では、M.K.G. 自体の精度、M.O.P. 20 使用時の測定誤差、タッピングストローク規定の有無による影響、咬合高径保持装置装着の影響、咬合高径挙上時のスタイラス傾斜の影響などの問題が考

図3 画像解析装置 MOP-20

えられるため、それらの項目について、あらかじめ検討を行った。

A. M.K.G. の精度

1. 分解能

X-Y recorder 上で、明確に 2 測定点として認めることができる最小の磁石移動距離を、M.K.G. の分解能とした。微動装置は、副尺によって、1/100mm まで読み取ることができる成茂科学器械社製電気生理用マイクロマニピレータを使用し、磁石は、長さ 40cm のアクリル棒を介して微動装置の可動部に固定した（図4）。ま

図4 M.K.G. の精度試験に用いたマイクロマニピレータ

た、センサアレイの固定には、アクリル板を応用した固定装置を用い、センサアレイの中央縦軸が床面と垂直であること、磁石が原点に位置していること、微動装置による磁石の移動が、各センサに対して、垂直および平行になっていることを確認した。これらの実験装置は、磁性体から可及的に離れた状態とし、磁石の動きを M.K.G. と接続した渡辺測器社製 X-Y recorder WX 4403 型上で記録した。その結果、分解能は 0.04mm であることがわかった。

2. 描記特性

M.K.G. の水平面における描記特性を知るために、磁石を 1 mm ずつの間隔で、原点を中心として、前後方向に 4 mm、左右方向に 5 mm まで移動させ、**X-Y recorder** 上に 99 点を記録した。その値をもとに、

$$\text{誤差} = \frac{|\text{座標値} - \text{実動値}|}{\text{実動値}} \times 100 (\%)$$

という式で誤差を算出した。その結果、最大誤差は、磁石の 2 mm 移動時で前後方向では 5.0%，左右方向では 2.8% であり、4 mm 移動時で前後方向では 6.0%，左右方向では 3.4% であった。

以上のことから、タッピング運動を水平面でとらえる場合、その範囲が原点より 4.25 mm までであるため¹⁵⁾、**M.K.G.** は本研究の目的に対して十分な精度を有していることがわかった。

B. M.O.P. 20 の測定誤差

本研究では、2 pen recorder により記録したタッピングポイントの偏位量を、**M.O.P. 20** を用いて計測した。本装置を使用することにより、中心位に相当する基準点とタッピングポイントの偏位点との 2 点をカーソルでさす操作を行うだけで、その 2 点間の距離を求めることができる。そこで、この装置を用いてタッピングポイントの偏位量を測定する場合の誤差について検討した。

雨宮ら (1970)¹⁵⁾ は中心位を基準として、タッピングポイントが 0.5～4.25 mm の範囲内に存在したと述べている。そこで **M.O.P. 20** に **M.K.G.** と 2 pen recorder の倍率をインプットした後、0.5 mm と 4.0 mm に相当する 2 点間を測定したところ、表 1 に示すような結果を

表 1 画像解析装置の測定誤差

測定回数	距	離 (mm)
	0.50	4.00
1	0.49	4.01
2	0.50	4.00
3	0.49	4.00
4	0.50	3.99
5	0.49	4.00
6	0.49	3.99
7	0.49	3.99
8	0.50	4.00
9	0.50	4.00
10	0.50	3.99
平均	0.494	3.998
標準偏差	0.003	0.005

得た。すなわち、**M.O.P. 20** は、本研究に十分な精度を有していることがわかった。

C. タッピングストローク規定の影響

タッピング運動を行わせる場合、生理的運動を重要視して、被験者固有のタッピングストロークで行わせる場合と、メトロノームなどを利用して行わせる場合とがある。そこで、タッピングストロークを規定しない場合と、規定した場合とで、タッピングポイントの偏位量、タッピングエリアに有意差があるかどうかを検討した。

通法に従って **M.K.G.** を装着した 10 名の有歯顎被験者で、咬合高径を挙上せず、被験者固有のタッピングストロークで運動させたもの、メトロノームで 1 秒間に 1 回、2 回、3 回とタッピングストロークを規定して運動させたものの 4 種について、タッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアの 3 項目を比較検討した。その際、前後の偏位量、左右的偏位量は、50 回のタッピング運動の平均値とし、タッピングエリアについては、前後の偏位量と左右的偏位量の標準偏差をもとに算出した。図 5 は、その概略を示したものである。図中の各点は、2 pen recorder で記録したタッピング運動の前後成分、左右成分を合成して得られたタッピングポイントであり、**M** は、これらの平均的位置で

図 5 タッピングエリアの模式図

■ : タッピングエリア ($2a \times 2b \text{ mm}^2$)

a : タッピングポイントの前後の偏位量の 1 S.D.

b : タッピングポイントの左右的偏位量の 1 S.D.

M : タッピングポイントの平均的位置

C.R. : 中心位

A : 前方

R : 右側

L : 左側

ある。前後成分のばらつきの指標である標準偏差 **a** と左右成分のばらつきの指標である標準偏差 **b** とをもとに、本研究では、 $2a \times 2b$ をタッピングエリアとして算出した。その結果が、表2である。

各データ間で、対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ、前後的偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアの3項目全てについて、有意差は認められなかった。そこで、本研究では、タッピングストロークを規定せず被験者固有のタッピングストロークで運動させることにした。

表2 タッピングストローク規定の影響

被験者	タッピングストローク			
	固有	1/S	2/S	3/S
1	1.22	1.11	0.79	0.53
	0.00	-0.40	-0.37	-0.42
	0.05	0.06	0.04	0.05
2	0.10	0.34	0.41	0.26
	+0.11	+0.02	-0.17	-0.13
	0.03	0.03	0.04	0.03
3	0.41	0.68	0.47	0.33
	-0.29	-0.64	-0.53	-0.49
	0.02	0.04	0.03	0.03
4	0.39	0.59	0.38	0.30
	+0.24	+0.04	+0.02	-0.05
	0.01	0.02	0.02	0.01
5	0.73	0.65	0.58	0.68
	-0.45	-0.34	-0.29	-0.19
	0.01	0.03	0.01	0.04
6	0.20	0.18	0.24	0.25
	-0.08	-0.18	-0.15	-0.14
	0.01	0.02	0.01	0.02
7	0.52	0.43	0.40	0.38
	+0.04	+0.07	+0.06	+0.06
	0.01	0.02	0.01	0.01
8	1.04	0.85	0.87	0.87
	+0.07	+0.05	+0.04	+0.03
	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.29	0.71	0.63	0.57
	+0.03	+0.08	+0.05	+0.05
	0.00	0.01	0.01	0.00
10	0.27	0.36	0.41	0.42
	-0.31	-0.38	-0.07	+0.01
	0.02	0.02	0.02	0.02
平 均	0.52	0.59	0.52	0.46
	-0.06	-0.17	-0.14	-0.13
	0.02	0.03	0.02	0.02

上段：前後的偏位量 単位：mm

中段：左右的偏位量 単位：mm

+：右側

-：左側

下段：タッピングエリア 単位：mm²

D. 咬合高径保持装置装着の影響

咬合高径を変化させ、その位置でタッピング運動をさせる装置として、口内ゴシックアーチトレーサを用いた咬合高径保持装置を作製した（図1参照）。この装置を口腔内に装着した場合、多少舌房を侵害する恐れもあり、そのため、タッピング運動に何らかの影響を及ぼすことも予想される。そこで、咬合高径保持装置がタッピング運動に及ぼす影響を調べるために、10名の有歯顎被験者で咬合高径を挙上せず、咬合高径保持装置を装着していない場合と装着した場合について、タッピングポ

表3 咬合高径保持装置装着の影響

被験者	咬合高径保持装置	
	非装着	装 着
1	0.58	0.54
	-0.36	-0.37
	0.04	0.04
2	0.28	0.43
	-0.20	-0.13
	0.06	0.04
3	0.58	0.54
	-0.36	-0.37
	0.04	0.04
4	0.39	0.58
	+0.24	+0.16
	0.01	0.01
5	0.20	0.15
	-0.08	-0.07
	0.01	0.01
6	0.08	0.11
	+0.10	0.00
	0.01	0.01
7	0.43	0.51
	+0.05	+0.07
	0.02	0.02
8	1.04	1.12
	+0.07	+0.08
	0.00	0.00
9	1.08	1.14
	-0.52	-0.56
	0.04	0.03
10	0.36	0.46
	+0.31	+0.36
	0.00	0.02
平 均	0.50	0.56
	-0.08	-0.08
	0.02	0.02

上段：前後的偏位量 単位：mm

中段：左右的偏位量 単位：mm

+：右側

-：左側

下段：タッピングエリア 単位：mm²

イントの前後の偏位量, 左右的偏位量, タッピングエリアを求めた. その結果が表 3 である.

各データ間で, 対応のある 2 組の平均値の差の検定を行ったところ, 前後の偏位量, 左右的偏位量, タッピングエリアの 3 項目全てについて, 有意差は認められなかった. つまり, 咬合高径保持装置装着がタッピング運動に及ぼす影響は無視できるものと思われる.

E. 咬合高径挙上時のスタイラスの傾斜による影響

咬合高径保持装置は, スタイラスのネジを調整することにより, 咬合高径を自由に増減できるようになっている. しかし, 咬合高径を挙上していない状態で, スタイラスがプレートに対して可及的に垂直となるように設定してあるため, ネジを調整して咬合高径を挙上するに従って, スタイラスはプレートに対して, 前方傾斜した状態となる. そこで, スタイラスの前方傾斜がタッピング運動に及ぼす影響を調べた. 10名の有歯顎被験者について, 切歯部で咬合高径を垂直的に 10mm 挙上し, スタイラスの前方傾斜をそのままにしてタッピング運動を行わせた場合と, スタイラスがプレートに対して垂直となるように再調整してタッピング運動を行わせた場合とについて, タッピングポイントの前後の偏位量, 左右的偏位量, タッピングエリアを求めた. その結果が表 4 である.

各データ間で, 対応のある 2 組の平均値の差の検定を行ったところ, 前後の偏位量, 左右的偏位量, タッピングエリアの 3 項目全てについて, 有意差は認められなかった. そこで, スタイラスがプレートに対して垂直となるように, 各顎位で再調整は行わず, 最初に設定した状態のまま, スタイラスのネジを回転し, 咬合高径を増減させることにした.

II. 本実験

A. 実験 I

1. 被験者

被験者は, いわゆる個性正常咬合を有する 23 歳から 31 歳までの九州歯科大学男子学生 20 名とした. なお, 被験者の選択は, 以下の基準に従って行った.

- 第 3 大臼歯以外の欠損歯あるいは過剰歯のないもの.
- 上下顎ともに健全な天然歯列を有するか, 歯冠修復物があっても少数で, 歯列および歯牙の形態と機能を損っていないもの.
- 歯牙の著しい捻転, 転位, 傾斜のないもの.
- 開咬, 過蓋咬合, 反対咬合でないもの.
- 永久歯列が完成しており, 中心咬合位の安定して

表 4 スタイラスの傾斜による影響

被験者	スタイラスの傾斜	
	前 傾	垂 直
1	0.57	0.62
	-0.65	-0.71
	0.08	0.10
2	1.98	2.18
	-0.89	-0.65
	1.15	1.15
3	1.89	1.42
	-0.10	-0.07
	0.44	0.28
4	2.52	2.89
	-0.16	-0.06
	1.56	1.34
5	0.64	0.79
	-0.25	-0.32
	0.26	0.27
6	3.30	2.66
	+1.08	+0.88
	0.75	0.69
7	1.14	1.49
	+0.15	+0.05
	0.13	0.13
8	0.40	0.91
	+0.07	+0.04
	0.21	0.27
9	5.98	3.95
	-1.01	-0.49
	2.31	2.55
10	1.13	0.74
	-0.21	-0.03
	0.07	0.07
平 均	1.96	1.77
	-0.20	-0.14
	0.70	0.69

上段: 前後の偏位量 単位: mm

中段: 左右的偏位量 単位: mm

+: 右側

-: 左側

下段: タッピングエリア 単位: mm²

いるもの.

f. 顎関節, 咀嚼筋群などの顎口腔系に異常が認められないもの.

g. 矯正治療の既往歴のないもの.

2. 実験準備

被験者の上下顎歯列を, ビニルシリコン印象材 (而至社製エクザフレックス) で印象採得を行い, 超硬石膏 (而至社製フジロック) を用いて模型を作製した. その後, 鼻耳道線を基準として顔弓計測を行い, 上下顎模型を咬合器に付着した.

本研究は、咬合高径を変化させると、タッピングポイントの偏位量、タッピングエリア、タッピングポイントのばらつきがどの程度変化するかを知ることを目的としている。そのため、咬合高径を変化させ、その位置でタッピング運動をさせる装置として、口内ゴシックアーチトレーサを応用した咬合高径保持装置をあらかじめ模型上で作製した。作製にあたり、装置が舌房をできるだけ侵害しないようにするため、下顎にはプレートを、上顎にはスタイラスを用い、下顎のプレートは、咬合平面と可及的に一致させた。また、スタイラスの位置は、下顎左右第1大臼歯近心舌側咬頭頂を結ぶ線と正中線との交点とし、咬合高径を挙上していない状態で、スタイラスがプレートに対して垂直となるようにした。プレート、スタイラスの天然歯への固定には、即時重合レジン（而至社製オストロン）で作製したレジンシーネを用いた（図1参照）。

模型上で作製した咬合高径保持装置を、あらかじめ被験者に試適し、適合状態を確認した。

つぎに、咬合高径挙上量にあわせて、咬合高径保持装置のスタイラスの長さを咬合器上で調整した。すなわち、中心咬合位を **Vertical Dimension ± 0** （以下 **V.D. ± 0** と略す）とし、**2 mm** ずつ **10 mm** まで咬合高径を垂直的に挙上し、その顎位をそれぞれ **V.D. +2**, **V.D. +4**, **V.D. +6**, **V.D. +8**, **V.D. +10** とした。

被験者を歯科用治療椅子にカンペル平面が床面と平行になるように座らせ、安頭台により頭部を安定させた。**M.K.G.**, **2 pen recorder** を約15分間ウォーミングアップした後、**M.K.G.** を通法に従って調整した。なお、電気的な装置の安定に対して、最も大きな影響を与える因子として、電源電圧の変動による増幅度の変化が考えられるため、電源電圧安定装置を使用し、電圧の変動による影響を受けないように考慮した。また、咬合高径を挙上した場合、磁石とセンサアレイとの関係が変化するため、タッピング運動を記録する前に、各顎位でセンサアレイの位置を再調整した。

3. 測定項目

本実験では、いわゆる個性正常咬合者を対象として、咬合高径の変化とそれによるタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリア、タッピングポイントのばらつきについて調べた。

a. 中心咬合位でのタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリア

被験者に上下顎歯列が自然に咬合する顎位をとらせ、その位置を中心咬合位として、**2 pen recorder** 上に記

録した。つぎに、50回タッピング運動を行わせ、中心咬合位を基準として、タッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアを求めた。

b. 咬合高径を変化させた場合のタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量

V.D. ± 0 から順に **V.D. +10** まで咬合高径を挙上させた場合と、**V.D. +10** から順に **V.D. ± 0** まで咬合高径を減少させた場合とで、各顎位で50回タッピング運動を行わせ、中心位を基準として、タッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量を求めた。

c. 咬合高径を変化させた場合のタッピングエリアの変化

V.D. ± 0 から順に **V.D. +10** まで咬合高径を挙上させた場合と、**V.D. +10** から順に **V.D. ± 0** まで咬合高径を減少させた場合とで、各顎位で50回タッピング運動を行わせ、得られたデータをもとにタッピングエリアを算出した。

d. 各顎位におけるタッピングポイントの前後のばらつきと左右的ばらつき

タッピングポイントのばらつきの程度が、前後的に大きいのか、あるいは、左右的に大きいのかを知るために、各顎位における前後の偏位と左右的偏位の分散の比の検定を行った。

B. 実験Ⅱ

1. 被験者

被験者は、本学付属病院補綴科に義歯作製を希望して来院した、53歳から76歳までの男性8名、女性5名、計13名とした。なお、被験者の選択は、以下の基準に従って行った。

a. 顎関節、顎運動および咀嚼機能に障害を及ぼすような、全身的、局所的疾患の既往症および現症が無いもの。

b. 上下顎の顎堤形態、対位関係および顎粘膜状態が良好なもの。

c. すれ違い咬合者で、残存歯どうしの咬合接触が無く、咬合高径をさげることが可能なもの。

d. 残存歯の動揺が生理的範囲内であり、咬合高径保持装置の維持安定が確実であるもの。

e. 現在使用している義歯の咬合高径、咬合関係に異常が認められないもの。

2. 実験準備

概形模型上で作製した個人トレーを用い、辺縁形成した後、チオコールラバー印象材（而至社製シュールフレックス）で、上下顎の印象採得を行い、超硬石膏（而至

社製フジロック)を用いて模型を作製した。その模型上で、通法に従って、咬合床を作製した。被験者は、現在使用している義歯の咬合高径に慣れており、臨床的にも異常症状が認められない。そこで、現在使用している義歯の咬合高径を適正咬合高径として咬合採得を行った。その後、鼻耳道線を基準として、顔弓計測を行い、上下顎模型を咬合器に付着した。

タッピング運動時の咬合高径保持装置の動揺を最小限にするため、装置の作製にあたり、クラスプの数は可能な限り多数とし、クラスプと床とを Ni-Cr 合金 (三金社製サニリウム) でワンピース鋳造した。ゴシックアーチトレーサは、金属床部に即時重合レジンで固定した。この時、舌房をできるだけ侵害しないように注意し、有歯者同様、下顎にプレート、上顎にスタイラスを用いた。下顎のプレートは咬合平面と可及的に平行とし、上顎のスタイラスの位置は、下顎左右歯槽頂の近遠心的中央を結ぶ線と正中線との交点とし、咬合高径を増減していない状態で、プレートに対して垂直となるようにした (図6)。

図6 義歯装着者用咬合高径保持装置

模型上で作製した咬合高径保持装置を、あらかじめ被験者に試適し、クラスプや床部の適合状態を確認した。

つぎに、咬合高径の増減量にあわせて、咬合高径保持装置のスタイラスの長さを咬合器上で調整した。すなわち、被験者の現在使用している義歯の咬合高径を基準として、その咬合高径を Vertical Dimension ± 0 (以下 V.D. ± 0 と略す) とし、咬合高径を垂直的に 1 mm, 2 mm, 4 mm, 6 mm 挙上し、その顎位をそれぞれ、V.D. +1, V.D. +2, V.D. +4, V.D. +6 とした。また、咬合高径を垂直的に 1 mm, 2 mm, 4 mm 減少させた顎位をそれぞれ、V.D. -1, V.D. -2, V.D. -4 とした。

被験者を歯科用治療椅子にカンペル平面が床面と平行

となるように座らせ、安頭台により頭部を安定させた。その後、M.K.G. を通法に従って装着した。

3. 測定項目

本実験の被験者は、すれ違い咬合者であり、咬合高径を減少させることが可能である。そこで、咬合高径を挙上させた場合と同様、減少させた場合についても、各顎位におけるタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリア、タッピングポイントのばらつきについて調べた。

a. 咬合高径を変化させた場合のタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量

V.D. -4, V.D. -2, V.D. -1, V.D. ± 0 , V.D. +1, V.D. +2, V.D. +4, V.D. +6 の各顎位で50回タッピング運動を行わせ、中心位を基準として、前後の偏位量、左右的偏位量を求めた。

b. 咬合高径を変化させた場合のタッピングエリアの変化

V.D. -4, V.D. -2, V.D. -1, V.D. ± 0 , V.D. +1, V.D. +2, V.D. +4, V.D. +6 の各顎位で50回タッピング運動を行わせ、得られたデータをもとに、タッピングエリアを算出した。

c. 各顎位におけるタッピングポイントの前後のばらつきと左右的ばらつき

タッピングポイントのばらつきの程度が、前後的に大きいのか、あるいは、左右的に大きいのかを知るために、各顎位における前後の偏位と左右的偏位の分散の比の検定を行った。

実験結果

I. 実験 I

A. 中心咬合位でのタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリア

表5は、中心咬合位でのタッピングポイントの測定結果である。前後の偏位量は、最大前方 $0.05 \pm 0.12 \text{ mm}$ 、後方 $0.29 \pm 0.13 \text{ mm}$ 、平均では後方に $0.09 \pm 0.10 \text{ mm}$ であり、左右的偏位量は、最大右側 $0.13 \pm 0.06 \text{ mm}$ 、左側 $0.21 \pm 0.10 \text{ mm}$ 、平均では右側に $0.01 \pm 0.07 \text{ mm}$ であった。また、タッピングエリアは、最大 0.06 mm^2 、最小 0.00 mm^2 、平均 $0.02 \pm 0.02 \text{ mm}^2$ であった。

問診に基づき記録した習慣性咀嚼側については、左右側どちらか明確であった者が、20名中14名 (70.0%) であり、両側咀嚼者は20名中6名 (30.0%) であった。つぎに、習慣性咀嚼側とタッピングポイントの偏位側との関係についてみると、14名の片側咀嚼者のうち、習慣性

表5 中心咬合位でのタッピングポイントの偏位量とタッピングエリア

被験者	前後的偏位量	左右的偏位量	タッピングエリア	習慣性咀嚼側
1	+0.05	0.00	0.05	Both
2	-0.29	-0.06	0.02	Both
3	-0.28	-0.05	0.03	Both
4	+0.04	-0.05	0.05	Both
5	-0.04	-0.03	0.02	Right
6	-0.16	+0.07	0.03	Right
7	-0.19	+0.13	0.01	Right
8	-0.07	-0.02	0.01	Both
9	-0.07	+0.07	0.01	Left
10	+0.03	+0.04	0.02	Right
11	0.00	+0.02	0.01	Right
12	-0.02	+0.03	0.00	Right
13	-0.05	+0.02	0.00	Both
14	-0.08	+0.06	0.01	Left
15	-0.14	+0.01	0.04	Right
16	-0.01	-0.21	0.02	Left
17	-0.14	-0.01	0.01	Right
18	-0.16	-0.02	0.00	Right
19	-0.19	+0.05	0.06	Right
20	-0.08	+0.10	0.01	Right
平均	-0.09	+0.01	0.02	
標準偏差	0.10	0.07	0.02	

前後的偏位量 単位：mm

+：前方

-：後方

左右的偏位量 単位：mm

+：右側

-：左側

タッピングエリア 単位：mm²

咀嚼側とタッピングポイントの偏位側とが一致した者は9名（64.3%）であり、不一致の者は5名（35.7%）であった。

B. 咬合高径を変化させた場合のタッピングポイントの前後的偏位量，左右的偏位量

表6，7は，咬合高径を変化させた場合のタッピングポイントの前後的偏位量，左右的偏位量を示している。

表6は，V.D.±0 から順に V.D.+10 まで咬合高径を挙上させた場合の結果であり，表7は逆に，V.D.+10 から順に V.D.±0 まで咬合高径を減少させた場合の結果である。

表6 咬合高径の変化とタッピングポイントの偏位量（有歯顎者挙上時）

顎位	前後的偏位量	左右的偏位量	タッピングエリア
V.D.±0	0.59±0.38	-0.06±0.26	0.02±0.02
V.D.+2	0.83±0.65	-0.04±0.30	0.18±0.24
V.D.+4	1.04±0.83	-0.12±0.42	0.31±0.41
V.D.+6	1.30±1.14	-0.13±0.42	0.41±0.48
V.D.+8	1.59±1.35	-0.15±0.43	0.59±1.02
V.D.+10	2.03±1.65	-0.01±0.50	0.65±0.97

n=20

前後的偏位量 単位：mm

左右的偏位量 単位：mm

+：右側

-：左側

タッピングエリア 単位：mm²

表7 咬合高径の変化とタッピングポイントの偏位量（有歯顎者減少時）

顎位	前後的偏位量	左右的偏位量	タッピングエリア
V.D.+10	1.96±1.60	-0.01±0.60	0.81±1.08
V.D.+8	1.54±1.26	-0.11±0.51	0.60±0.80
V.D.+6	1.15±0.96	-0.08±0.46	0.34±0.43
V.D.+4	0.93±0.80	-0.05±0.45	0.27±0.43
V.D.+2	0.68±0.46	-0.08±0.34	0.12±0.15
V.D.±0	0.55±0.33	-0.02±0.19	0.02±0.02

n=20

前後的偏位量 単位：mm

左右的偏位量 単位：mm

+：右側

-：左側

タッピングエリア 単位：mm²

前後的偏位量については，挙上時の最大値は V.D.+10での2.03±1.65mm，最小値は V.D.±0 での0.59±0.38mm，減少時の最大値は V.D.+10での1.96±1.60mm，最小値は V.D.±0 での0.55±0.33mmであり，挙上時，減少時ともに，咬合高径が高くなるに従って，中心位からのタッピングポイントの前方偏位量が大きくなる傾向がみられた。そこで，各顎位間で対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ，挙上時には，V.D.±0 と V.D.+2 との間で，減少時には，V.D.±0 と V.D.+2，V.D.+4 との間で有意差が認められな

表8 各顎位での前後的偏位量の対応のある2組の平均値の差の検定 (有歯顎者挙上時)

V.D. +2	—				
V.D. +4	*	*			
V.D. +6	**	*	*		
V.D. +8	**	**	**	*	
V.D. +10	**	**	**	**	**
	V.D. ±0	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6	V.D. +8
				* 危険率5%で有意	
				** 危険率1%で有意	

表9 各顎位での前後的偏位量の対応のある2組の平均値の差の検定 (有歯顎者減少時)

V.D. +2	—				
V.D. +4	—	*			
V.D. +6	*	**	*		
V.D. +8	**	**	**	**	
V.D. +10	**	**	**	**	*
	V.D. ±0	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6	V.D. +8
				* 危険率5%で有意	
				** 危険率1%で有意	

かったが、他の顎位間では全て有意差が認められた (表8, 9)。すなわち、咬合高径が高くなるに従って、前後的偏位量が大きくなることがわかった。

つぎに、左右的偏位量についてみると、挙上時の最大値は V.D. +8 での左側へ $0.15 \pm 0.43\text{mm}$ 、最小値は V.D. +10 での左側へ $0.01 \pm 0.50\text{mm}$ 、減少時の最大値は V.D. +8 での左側へ $0.11 \pm 0.51\text{mm}$ 、最小値は V.D. +10 での左側へ $0.01 \pm 0.60\text{mm}$ であった。各顎位間で対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ、挙上時の V.D. +8 と V.D. +10 との間で有意差が認められたが、他の顎位間では全て有意差が認められなかった (表10, 11)。つまり、咬合高径が高くなっても、左右的には有意な偏位を示さないことがわかった。

挙上時と減少時の前後的偏位量、左右的偏位量について比較を行うと、同一顎位では、近似した値を示している。そこで、同一顎位での挙上時、減少時の値について、対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ、全ての顎位で有意差は認められなかった。

C. 咬合高径を変化させた場合のタッピングエリアの変化

表6, 7および図7は、各顎位でのタッピングエリアを示している。挙上時のタッピングエリアの最大値は V.D. +10 での $0.65 \pm 0.97\text{mm}^2$ 、最小値は V.D. ±0 での $0.02 \pm 0.02\text{mm}^2$ であり、咬合高径を挙上するに従って、タッピングエリアは明らかに広がった。一方、減少時のタッピングエリアの最大値は V.D. +10 での 0.81

表10 各顎位での左右的偏位量の対応のある2組の平均値の差の検定 (有歯顎者挙上時)

V.D. +2	—				
V.D. +4	—	—			
V.D. +6	—	—	—		
V.D. +8	—	—	—	—	
V.D. +10	—	—	—	—	*
	V.D. ±0	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6	V.D. +8
					* 危険率5%で有意

表11 各顎位での左右的偏位量の対応のある2組の平均値の差の検定（有歯顎者減少時）

V.D. +2	—				
V.D. +4	—	—			
V.D. +6	—	—	—		
V.D. +8	—	—	—	—	
V.D. +10	—	—	—	—	—
	V.D. ±0	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6	V.D. +8

図7 有歯顎者での各顎位におけるタッピングエリア (n=20)

±1.08mm², 最小値は V.D. ±0 での 0.02±0.02mm² であり, 挙上時と同様, 咬合高径が高いほど, タッピン

グエリアも広くなる傾向がみられた。そこで, 各顎位間で対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ, 表12, 13に示すような結果を得た。すなわち, 挙上時, 減少時ともに V.D. ±0 と V.D. +2 については, 他の全ての顎位との間に有意差が認められた。しかし, 挙上時では, V.D. +4 と V.D. +6, V.D. +4 と V.D. +8, V.D. +6 と V.D. +8, V.D. +8 と V.D. +10 との間に, 減少時では, V.D. +4 と V.D. +6, V.D. +8 と V.D. +10 との間に有意差が認められなかった。

つぎに, 挙上時のタッピングエリアと減少時のタッピングエリアとを各顎位で比較した。V.D. ±0 では, 挙上時, 減少時ともに同値であったが, V.D. +2, V.D. +4, V.D. +6 では挙上時の方が大きな値を示し, 逆に, V.D. +8, V.D. +10 では減少時の方が大きな値を示した。そこで, 挙上時と減少時の同一顎位での値について, 対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ, 全ての顎位で有意差は認められなかった。すなわち, 挙上時, 減少時ともに, 同一咬合高径では, ほぼ近似したタッピングエリアを示していることになる。

D. 各顎位におけるタッピングポイントの前後的ばらつきと左右的ばらつき

各顎位で, 前後の偏位と左右的偏位の分散の比の検定を行った結果が, 表14, 15である。表14は挙上時の結果で, 前後的ばらつきが有意に大きかった者は, 最大75.0

表12 各顎位でのタッピングエリアの対応のある2組の平均値の差の検定（有歯顎者挙上時）

V.D. +2	**				
V.D. +4	**	*			
V.D. +6	**	**	—		
V.D. +8	*	*	—	—	
V.D. +10	**	**	**	*	—
	V.D. ±0	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6	V.D. +8

* 危険率5%で有意

** 危険率1%で有意

表13 各顎位でのタッピングエリアの対応のある2組の平均値の差の検定 (有歯顎者減少時)

V.D. +2	**				
V.D. +4	*	*			
V.D. +6	**	**	—		
V.D. +8	**	**	*	*	
V.D. +10	**	**	**	*	—
	V.D. ±0	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6	V.D. +8
* 危険率5%で有意					
** 危険率1%で有意					

表14 各顎位での前後的ばらつきと左右的ばらつきの比較 (有歯顎者挙上時)

被験者	顎			位		
	V.D. ±0	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6	V.D. +8	V.D. +10
1	±	—	±	—	—	+
2	+	+	+	±	±	+
3	+	+	±	+	±	+
4	+	+	+	+	+	+
5	±	+	+	+	±	—
6	+	+	+	—	+	+
7	±	±	+	±	±	±
8	±	+	+	+	+	+
9	+	—	±	+	±	—
10	—	±	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+
14	+	+	+	+	+	+
15	+	—	—	+	±	±
16	—	+	±	±	+	+
17	+	+	+	+	+	+
18	±	±	±	±	±	±
19	+	+	+	+	+	+
20	—	±	+	±	+	+
+ *	60.0	65.0	70.0	65.0	60.0	75.0
— *	15.0	15.0	5.0	10.0	5.0	10.0
± *	25.0	20.0	25.0	25.0	35.0	15.0

* 単位：%

95%信頼度での比較

+：前後的ばらつき>左右的ばらつき

—：前後的ばらつき<左右的ばらつき

±：有意差なし

表15 各顎位での前後的ばらつきと左右的ばらつきの比較（有歯顎者減少時）

被験者	顎			位		
	V.D. +10	V.D. +8	V.D. +6	V.D. +4	V.D. +2	V.D. ±0
1	—	±	—	—	—	+
2	+	+	+	+	+	—
3	+	—	+	+	±	+
4	+	+	+	+	+	±
5	±	+	+	+	+	—
6	±	+	—	±	±	+
7	±	±	±	—	+	±
8	+	±	±	—	—	±
9	+	—	±	±	—	+
10	+	+	+	+	±	—
11	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+
14	+	+	+	+	+	+
15	±	—	±	+	±	±
16	+	+	+	+	+	±
17	+	+	+	+	+	+
18	+	—	—	±	±	+
19	+	+	+	+	±	+
20	+	+	—	—	±	+
+	75.0	65.0	60.0	65.0	50.0	60.0
—	5.0	20.0	20.0	20.0	15.0	15.0
±	20.0	15.0	20.0	15.0	35.0	25.0

* 単位：%

95%信頼度での比較

+：前後的ばらつき＞左右的ばらつき

—：前後的ばらつき＜左右的ばらつき

±：有意差なし

% (V.D. +10), 最小 60.0% (V.D. ±0, V.D. +8), 平均 65.8% であり, 一方, 左右的ばらつきが有意に大きかった者は, 最大 15.0% (V.D. ±0, V.D. +2), 最小 5.0% (V.D. +4, V.D. +8), 平均 10.0% であった. また, 前後的ばらつきと左右的ばらつきとの間に有意差が認められなかった者は, 最大 35.0% (V.D. +8), 最小 15.0% (V.D. +10), 平均 24.2% であった.

表15は減少時の結果であり, 挙上時とほぼ同様の傾向を示している. すなわち, 前後的ばらつきが有意に大きかった者は, 最大 75.0% (V.D. +10), 最小 50.0% (V.D. +2), 平均 62.5% であり, 左右的ばらつきが有意に大きかった者は, 最大 20.0% (V.D. +8, V.D. +

6, V.D. +4), 最小 5.0% (V.D. +10), 平均 15.8% であった. また, 前後的ばらつきと左右的ばらつきとの間に有意差が認められなかった者は, 最大 35.0% (V.D. +2), 最小 15.0% (V.D. +4, V.D. +8), 平均 21.7% であった.

このように, 挙上時, 減少時ともに, 全ての顎位ではほぼ同様の傾向が認められ, 前後的ばらつきが有意に大きかった者は, 挙上時, 減少時を平均すると 64.2% であり, 左右的ばらつきが有意に大きかった者は, 平均 12.9% であった.

II. 実験 II

A. 咬合高径を変化させた場合のタッピングポイントの

表16 咬合高径の変化とタッピングポイントの偏位量
(義歯装着者)

顎 位	前後的 偏位量	左右的 偏位量	タッピン グエリア
V.D. -4	0.33±0.17	+0.06±0.22	0.05±0.04
V.D. -2	0.43±0.25	+0.11±0.21	0.06±0.09
V.D. -1	0.48±0.26	+0.09±0.16	0.05±0.06
V.D. ±0	0.46±0.29	+0.16±0.30	0.06±0.08
V.D. +1	0.51±0.31	+0.09±0.34	0.10±0.10
V.D. +2	0.53±0.26	+0.21±0.34	0.10±0.09
V.D. +3	0.80±0.55	+0.11±0.41	0.19±0.23
V.D. +4	1.09±0.74	+0.32±0.53	0.39±0.46

n = 13

前後的偏位量 単位: mm

左右的偏位量 単位: mm

+ : 右側

- : 左側

タッピングエリア 単位: mm²

前後的偏位量, 左右的偏位量

表16は, すれ違い咬合者で咬合高径を増減させた場合のタッピングポイントの前後的偏位量, 左右的偏位量を示している.

前後的偏位量についてみると, 最大値は V.D. +6 での $1.09 \pm 0.74 \text{ mm}$, 最小値は V.D. -4 での $0.33 \pm 0.17 \text{ mm}$ であり, 咬合高径が高くなるに従って, 大きな値となった. そこで, 各顎位間で対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ, 表17に示すような結果となった. すなわち, V.D. ±0 と V.D. +6 との間では有意差が認められたが, V.D. ±0 と他の顎位との間では, 有意差が認められなかった.

左右的偏位量についてみると, 最大値は V.D. +6 での右側 $0.32 \pm 0.53 \text{ mm}$, 最小値は V.D. -4 での右側 $0.06 \pm 0.22 \text{ mm}$ であった. そこで, 各顎位間で対応のある2組の平均値の差の検定を行ったところ, 表18に示すような結果となった. すなわち, V.D. +4 と V.D. +6 との間で有意差が認められたが, 他の全ての顎位間では, 有意差が認められなかった.

表17 各顎位での前後的偏位量の対応のある2組の平均値の差の検定 (義歯装着者)

V.D. -2	—						
V.D. -1	*	—					
V.D. ±0	—	—	—				
V.D. +1	*	—	—	—			
V.D. +2	*	—	—	—	—		
V.D. +4	**	*	*	—	—	—	
V.D. +6	**	*	**	*	*	*	—
	V.D. -4	V.D. -2	V.D. -1	V.D. ±0	V.D. +1	V.D. +2	V.D. +4

* 危険率 5 % で有意

** 危険率 1 % で有意

表18 各顎位での左右的偏位量の対応のある2組の平均値の差の検定 (義歯装着者)

V.D. -2	—						
V.D. -1	—	—					
V.D. ±0	—	—	—				
V.D. +1	—	—	—	—			
V.D. +2	—	—	—	—	—		
V.D. +4	—	—	—	—	—	—	
V.D. +6	—	—	—	—	—	—	*
	V.D. -4	V.D. -2	V.D. -1	V.D. ±0	V.D. +1	V.D. +2	V.D. +4

* 危険率 5 % で有意

B. 咬合高径を変化させた場合のタッピングエリアの変化

表16および図8は、すれ違い咬合者13名より得られた、各顎位でのタッピングエリアを示している。V.D. ± 0 の値を基準として見た場合、咬合高径をさげた各顎位での値については、著明な変化は認められなかった。一方、咬合高径をあげた各顎位での値については、咬合高径を挙上するに従って大きな値を示し、最大値は、V.D. +6 での $0.39 \pm 0.46 \text{ mm}^2$ であった。表19は、各顎位間で対応のある2組の平均値の差の検定を行った結果を示している。V.D. ± 0 と V.D. +1, V.D. -1, V.D. -2, V.D. -4 との間では、有意差は認められなかったが、V.D. ± 0 と V.D. +2, V.D. +4, V.D. +6 との間では有意差が認められた。すなわち、適正咬合高径よりも2mm以上咬合高径が高くなると、タッピングエリアは有意に広がった。

C. 各顎位におけるタッピングポイントの前後的ばらつきと左右的ばらつき

表20は、各顎位での前後的偏位と左右的偏位の分散の比の検定を行った結果である。前後的ばらつきが有意に

図8 義歯装着者での各顎位におけるタッピングエリア (n=13)

表19 各顎位でのタッピングエリアの対応のある2組の平均値の差の検定 (義歯装着者)

V.D. -2	—						
V.D. -1	—	—					
V.D. ± 0	—	—	—				
V.D. +1	—	—	*	—			
V.D. +2	**	—	*	**	—		
V.D. +4	*	*	*	*	—	—	
V.D. +6	*	*	*	*	*	*	*
	V.D. -4	V.D. -2	V.D. -1	V.D. ± 0	V.D. +1	V.D. +2	V.D. +4

* 危険率5%で有意

** 危険率1%で有意

大きかった者は、最大53.8% (V.D. -1, V.D. +2, V.D. +6), 最小38.5% (V.D. -4, V.D. ± 0 , V.D. +1), 平均46.1%認められた。一方、左右的ばらつきが有意に大きかった者は、最大30.8% (V.D. ± 0), 最小7.7% (V.D. -4, V.D. -2, V.D. +2, V.D. +4, V.D. +6), 平均13.5%であった。また前後的ばらつきと左右的ばらつきの間に有意差が認められなかった者は、最大53.8% (V.D. -4), 最小30.8% (V.D. -1, V.D. ± 0), 平均40.4%であった。

すなわち、義歯装着者においても有歯顎者同様、タッピングポイントが前後的にばらつく傾向が認められ

た。

考 察

適切な上下顎の水平的対位関係を決定することは、歯科補綴臨床において、非常に重要なステップである。有歯顎者で咬合する歯牙が存在する場合には、比較的簡単に、しかも、正確に決定することができるが、無歯顎者では、簡単に決定あるいは確認することはできない。そこで、臨床的に種々の方法が提唱されているが、よく用いられる方法として、タッピング運動を利用し得られた習慣性閉口位に中心咬合位を設定する方法がある。

表20 各顎位での前後的ばらつきと左右的ばらつきの比較 (義歯装着者)

被験者	顎				位			
	V.D. -4	V.D. -2	V.D. -1	V.D. ±0	V.D. +1	V.D. +2	V.D. +4	V.D. +6
1	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+
3	±	+	+	±	±	—	±	±
4	±	±	—	—	±	+	+	+
5	—	—	±	—	—	+	—	±
6	±	±	±	±	±	±	±	—
7	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	±	+	+	+	+	+	±
9	±	±	—	±	±	±	±	+
10	+	+	±	—	—	±	±	±
11	±	+	+	±	—	±	±	+
12	±	±	+	+	±	+	+	+
13	±	±	±	—	+	±	±	±
+	*	38.5	46.2	53.8	38.5	38.5	53.8	46.2
—	*	7.7	7.7	15.4	30.8	23.1	7.7	7.7
±	*	53.8	46.2	30.8	30.8	38.5	38.5	46.2

* 単位：%

95%信頼度での比較

+：前後的ばらつき>左右的ばらつき

—：前後的ばらつき<左右的ばらつき

±：有意差なし

そこで、咬合採得時にタッピング運動を利用することについて検討を試みた。

I. 研究方法

タッピングポイントを記録計測する方法としては、金属プレート上にタッピングポイントを記録し、それを写真撮影する方法^{12,16)}、あるいは、万能投影器を用いて拡大トレースする方法¹⁷⁾が一般的である。しかし、これらの方法でタッピングポイントを記録すると、タッピングポイントが重なってしまい、1つ1つの位置を判読することが困難である。そこで、本研究では、M.K.G. に 2 pen recorder を接続し、タッピング運動を掃引記録することにより、各タッピングポイントの前後的偏位量、左右的偏位量を計測した。

M.K.G. は、磁場の強さの変化を電気的に変換する方法を利用した下顎運動記録装置である。しかし、下顎切歯点の移動距離と磁束の変化量とは、非直線的な関係にあるため、装置自体の特性に起因する像の歪が生じる¹⁸⁻²⁰⁾。そこで、実験に先立ち、M.K.G. の精度について検討したところ、本装置の分解能は0.04mmであ

り、水平面内での最大誤差は、原点を中心に磁石の2mm移動時で、前後方向5.0%、左右方向2.8%であり、4mm移動時では、前後方向6.0%、左右方向3.4%であった。

分解能については、三谷ら (1977)¹⁸⁾ の値0.05mm、川口ら (1978)¹⁹⁾ の値0.07mmと比較して、やや小さな値であった。これは三谷ら、川口らが、ブラウン管オシロスコープ上の記録を写真撮影して判定したのにたいし、著者は、M.K.G. に X-Y recorder を接続し、ファイバーペンで記録を行い、判定したためと考えられる。

像の歪について、川口ら (1978)¹⁹⁾ は、歪が5%を越えない範囲は、原点より各方向に2.0mmまでの範囲であり、左右方向は歪を伴うことが少ないと報告しており、これは、著者の結果と一致している。

以上のことから、タッピングポイントの水平面内でのばらつきを計測するのに、M.K.G. は、十分な精度を有しているものと思われる。

一方、タッピングポイントの範囲についてみた場合、

その目安の1つとして、従来からタッピングエリアが求められている。雨宮ら(1970)¹⁵⁾は、標本範囲に注目し、前後、左右方向の最大、最小を囲んだ長方形を求め、タッピングポイントの範囲を比較検討しており、櫻井(1981)²¹⁾は、X-Y recorder 上に記録されたタッピングポイントの最外側点を直線でつなぎ、それによって囲まれた区域を算出し、タッピングエリアとしている。しかし、標本範囲でデータのばらつきを比較する方法は、データ数が増すと範囲も広がるため、データ数が10個以上の時には、不適當であると言われている。また、本研究では、データの記録に 2 pen recorder を用いており、櫻井の方法でタッピングエリアを算出するためには、データをもとに作図を行わなければならない。そこで、著者は、タッピングポイントの範囲を客観的に表現するため、50回のタッピングポイントの前後成分の標準偏差 a と左右成分の標準偏差 b とに注目し、 $2a \times 2b$ をタッピングエリアとして算出した。

タッピング運動を行わせる際、ストロークを規定して一定のリズムで行わせる場合と、患者の生理的運動を重視して患者固有のストロークで行わせる場合とがある。Widmalm ら(1977)²²⁾は、タッピング運動時の咬筋活動を筋電図で記録検討し、その結果、毎秒2回のリズムに比べ、毎秒4～6回のリズムでは、咬筋の活動時間は短かく、ばらつきも大きいと報告している。また、林(1980)²³⁾は、正常有歯顎者を対象として、タッピング速度を遅速(毎秒0.1～0.9ストローク)、中速(毎秒0.9～1.6ストローク)、急速(毎秒1.6～4.0ストローク)に規定して実験を行った結果、中速でタッピング運動を行わせた場合が、最もばらつきが少なく安定したと述べている。そこで、タッピングストロークを規定することによる影響について検討したところ、被験者固有のストロークでタッピング運動させた場合とストロークを毎秒1回、2回、3回と規定した場合とで、有意差は認められなかった。これは、規定した速さが、被験者固有のタッピングストローク(平均毎秒1.4～2.7回)に比較的近い速さであったためと思われる。従って、タッピングストロークを規定するというよりも、規定した速さがどの程度であるかが問題であり、非常に速く、あるいは、非常に遅くタッピング運動させた場合には、タッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアが大きくなるものと思われる。

タッピング運動時、口腔感覚を支配する神経からの情報が、中枢プログラムに働きかけ、たえずその動作様式を修正し、円滑なタッピング運動が遂行されていると考

えられており²⁴⁾、咬合高径保持装置を口腔内へ装着することにより、口腔感覚が変化し、タッピング運動に何らかの影響を及ぼすことも考えられる。しかし、咬合高径を挙上していない状態で、咬合高径保持装置を装着せずタッピング運動をさせた場合と、装着してタッピング運動をさせた場合とで、タッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアに有意差は認められなかった。すなわち、下顎プレート後縁を第2大臼歯中央付近に設定し、かつ、装置を可能な限り小さくして、舌房の侵害を最小限にとどめたため、咬合高径保持装置装着による違和感が、比較的少なかったことが予想される。

また、スタイラスの傾斜については、強い力でタッピング運動をさせた場合に、タッピングエリアの位置に影響を及ぼすことが報告されている²⁵⁾。しかし、本実験では、タッピング運動について、被験者に何ら指示を与えておらず、そのため、スタイラスの傾斜によりタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアに何らかの影響があることが予想された。そのため、スタイラスの傾斜の影響について実験を行ったが、傾斜による影響は認められなかった。すなわち、切歯部で10mm挙上時に、スタイラスはプレートに対して約6度傾斜しているといわれており²⁶⁾、その値が比較的小さいために、スタイラスの傾斜による影響が認められなかったものと思われる。

II. 実験結果

A. 実験 I

タッピング運動時に、下顎が直接中心咬合位へ閉口することは比較的少ないと言われており、その水平的なずれについて、川口(1968)²⁷⁾は、前後的には後方へ平均0.12mm、左右的には左側へ平均0.06mmであると報告している。著者の結果でも、中心咬合位とタッピングポイントの間に水平的なずれが認められた。すなわち、前後の偏位については、前方偏位を示した者が3名、後方偏位を示した者が16名、前後の偏位を示さなかった者はわずかに1名のみであった。また、その値は、前方0.05mmから後方0.29mmまでの間であり、前後の偏位量の平均は0.09mmであり、その絶対値の平均は0.10mmであった。後方への偏位を示した者が多かったことについては、頭位の影響が考えられる。頭部を後傾させた場合には、タッピングポイントは後方へ偏位すると報告されている^{23, 25, 28, 29)}。本実験では、カンペル平面が床面と平行になるように頭部を安定させたため、フランクフルト平面が床面と平行になるようにした場合と比べ、

頭部はやや後傾した状態となる。そのため、タッピングポイントもやや後方へ偏位したものと思われる。左右的偏位については、右側偏位を示した者が11名、左側偏位を示した者が8名であり、偏位が認められなかった者は1名のみであった。また、その値は、右側0.13mmから左側0.21mmまでの間であり、左右的偏位量の平均は右側へ0.01mmであり、その絶対値の平均は0.05mmであった。以上のことから、タッピング運動時に、下顎が直接中心咬合位へ閉口することは少なく、中心咬合位とタッピングポイントとの間に、前後的、左右的ずれが存在することがわかった。

また、タッピングエリアについては、平均0.02mm²と非常に小さな値を示した。川口(1968)²⁷⁾は、咬頭嵌合位を基準とした習慣的閉口運動時の歯牙接触位の分布範囲が、咬耗の少ない普通の有歯顎者では、非常に狭いことを報告している。本実験では、被験者として咬耗が少なく中心咬合位の安定した者を選択したため、タッピングエリアが非常に狭くなったものと思われる。

タッピングポイントの偏位側と習慣性咀嚼側についてみると、従来から、その両者が一致するという報告^{15, 30)}と、必ずしも両者間に関連性がないという報告¹⁷⁾とがある。本実験では、両者が一致した者は64.3%であり、タッピングポイントの偏位側と習慣性咀嚼側とが一致する症例が多いことがわかった。

つぎに、有歯顎者で咬合高径を変化させ、タッピング運動を行わせた時の、タッピングポイントの前後的偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアについて検討を行った。最初に、有歯顎者でV.D.±0から順にV.D.+10まで咬合高径を挙上させた場合と、V.D.+10から順にV.D.±0まで咬合高径を減少させた場合の同一顎位での前後的偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアを比較した。その結果、全ての顎位で有意差は認められなかった。これは、タッピングポイントの分布範囲の前後径、左右径について比較を行った丸山(1973)¹²⁾の報告と一致している。すなわち、順次咬合高径を挙上すること、あるいは、減少することによる影響は少なく、咬合高径が同じ場合、タッピングポイントの前後的偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアは同程度であるものと思われる。

前後的偏位量、左右的偏位量についてみた場合、咬合高径を挙上するに従って、前後的偏位量が大きくなったのに対し、左右的偏位量については、著明な変化は認められなかった。咬合高径の挙上に伴うタッピングポイントの前方偏位については、従来からの報告と一致して

おり^{11, 16, 30)}、その理由として、佐藤(1976)¹⁶⁾は、咬合高径挙上時、閉口筋群はより伸展された状態で、逆に、開口筋群はより収縮した状態でタッピング運動を行わなければならない、顎頭が前方へ移動しやすいということあげている。また、下顎閉口時の運動方向についても、潜在的に前上方へ向かうような機能をもつとされている³¹⁾。佐久間(1959)²⁶⁾は、切歯部で10mm開口時に、顎頭が前方へ2.0mm、下方へ1.6mm移動すると報告しており、この値が、本実験におけるV.D.+10での前後的偏位量の平均値と近似していることは興味深い。すなわち、咬合高径挙上に伴うタッピングポイントの前方への偏位は、下顎の位置制御がうまく行われていないことや、咬合高径挙上による顎頭の前下方への移動などによるものであろう。

一方、左右的偏位量に有意差が認められなかったことについては、顎運動の両側性協調がその一因であろう。阿部(1974)³²⁾は、顎関節囊外側部に密に存在する感覚受容器により、顎頭の位置および運動に関する情報が中枢へ伝達されるが、その際、両側性かつ相反的に閉口筋および開口筋の活動が制御されていると報告されている。すなわち、咬合高径を挙上することにより、顎関節、咀嚼筋群などからの情報は変化するが、その左右的バランスは保たれているものと思われる。

また、有歯顎者の各顎位におけるタッピングエリアを比較した結果、咬合高径を挙上するに従って、タッピングエリアが広くなる傾向が認められた。これは、タッピングポイントの分布範囲について報告した丸山(1973)¹²⁾、佐藤(1976)¹⁶⁾の報告と一致している。すなわち、咬合高径を挙上した場合には、タッピング運動の微細な位置制御をうまくおこなうことができず、その結果、タッピングエリアが広がったと考えられる。

つぎに、被験者ごとに、各顎位におけるタッピングポイントの前後的ばらつきと左右的ばらつきとを比較した結果、左右的ばらつきが有意に大きかった者は、平均12.9%であったのに対し、前後的ばらつきが有意に大きかった者は、平均64.2%であった。この結果については、咬合高径の変化による影響は認められなかった。すなわち、咬合高径を挙上した場合に、タッピングポイントの左右的偏位量に有意差が認められなかったことと同様に、開口筋群、閉口筋群の左右的バランスが、咬合高径に関係無く保たれているために、前後的ばらつきに比べ左右的ばらつきが有意に小さくなったものと考えられる。

B. 実験Ⅱ

義歯装着者で、咬合高径を増減させた場合のタッピングポイントの前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアについてみると、挙上時には有歯顎者での結果と同様な傾向を示した。すなわち、咬合高径を挙上するに従って、前後の偏位量は大きくなり、タッピングエリアも広がったのに反し、左右的偏位量については、著明な変化は認められなかった。しかし、それらの値について詳細に検討をおこなってみると、前後の偏位量については、 $V.D. \pm 0$ と $V.D. +1$, $V.D. +2$ との間に有意差が認められなかった。また、有歯顎者の $V.D. \pm 0$ における前後の偏位量 0.59mm (挙上時), 0.55mm (減少時) と比較をおこなうと、義歯装着者の $V.D. \pm 0$ での値 0.46mm , $V.D. +1$ での値 0.51mm , $V.D. +2$ での値 0.53mm が近似していることがわかる。すなわち、義歯装着者の $V.D. \pm 0$, $V.D. +1$, $V.D. +2$ でのタッピング運動で求められた顎位は、有歯顎当時のタッピングポイントに近接した位置であるものと思われる。また、大石 (1967)³⁶⁾ は、新鮮屍体での顎関節の解剖学的構造と顎頭位の関係についての研究を行ない、顎頭安定位の存在を認め、川畑 (1971)³⁷⁾ は、臨床的顎頭最後位が、顎頭安定位に対して $0.11 \sim 1.19\text{mm}$, 平均 0.50mm に位置していることを報告している。この値は、本実験での中心位とタッピングポイントの前方偏位点との距離 (前方偏位量) と近似した値であり、タッピング運動を利用して水平的対位関係を決定した場合の顎頭位は、顎頭安定位付近であることが予想される。

一方、咬合高径との関係についてみると、前後の偏位量は、 $V.D. \pm 0$ と $V.D. +1$, $V.D. +2$ との間で有意差が認められず、また、タッピングエリアについては、 $V.D. \pm 0$ と $V.D. +1$ との間で有意差が認められなかった。鶴養 (1963)³⁸⁾ は、総義歯患者の咬合高径について 2mm 程度の許容範囲が考えられると報告しており、馬場 (1973)³⁹⁾ も、顎関節には垂直的要素の許容範囲が存在すると述べている。丸山 (1973)¹²⁾ は、有歯顎者で咬合高径を変化させ、タッピング運動を行わせた結果から、中心咬合位から咬合高径を 3mm まで挙上した顎位まで、タッピングポイントの分布範囲に有意差は無く、その間、顎頭は顎頭安定位に位置していると述べている。著者の結果もこれらの報告と一致しており、義歯装着者の咬合高径については、垂直的に $1 \sim 2\text{mm}$ の許容範囲が存在し、その範囲内では、顎頭が顎頭安定位に位置するものと思われる。

従来から、タッピング運動時の水平的顎位の調整には、歯根膜受容器からの情報が重要であるとされている

^{40), 41)} が、林 (1974)⁴²⁾ は、歯牙を失っても有歯顎時代の顎運動に関する筋記憶が残っており、咬合高径が適正であれば、下顎位が正しく決定できると述べている。また、佐藤 (1976)¹⁶⁾ は、欠損歯数の差がタッピング運動の巧みさに与える影響は少ないと報告している。著者の結果では、義歯装着者の $V.D. \pm 0$ でのタッピングエリアが 0.06mm^2 と小さな値であった。 $V.D. \pm 0$ は、被験者が現在使用している義歯の咬合高径であり、そのため、被験者は、その咬合高径に慣れており、水平的顎位の調整をうまくおこなうことができたものと思われる。

つぎに、咬合高径をさげた各顎位での結果についてみると、タッピングエリアは、各顎位で近似した値を示したのに対して、前後の偏位量、左右的偏位量については、咬合高径をさげるに従って、やや小さな値となった。しかし、対応のある2組の平均値の差の検定の結果、有意差は認められなかった。すなわち、現在使用している義歯の咬合高径よりも咬合高径をさげてタッピング運動を行わせた場合、前後の偏位量、左右的偏位量、タッピングエリアに変化は認められないことがわかった。無歯顎者の下顎位について、末次 (1961)⁴³⁾ は、中心咬合位よりも上方では、後方限界線にそってほぼ蝶番的に閉口し、その時の顎頭位は中心位における顎頭位とほとんど変わらないと報告している。従って、咬合高径挙上時には、顎頭が関節窩から移動した位置でのタッピング運動であるのに対し、咬合高径をさげた場合には、顎頭は関節窩内に存在している。そのため、 $V.D. \pm 0$ での値と比較して有意差が認められなかったものと思われる。

被験者ごとに、各顎位におけるタッピングポイントの前後のばらつきと左右的ばらつきとを比較した結果、左右的ばらつきが有意に大きい者は平均 13.5% であったのに対し、前後のばらつきが有意に大きい者は平均 46.1% 認められた。一方、前後のばらつきと左右的ばらつきとで有意差が認められなかった者は平均 40.4% であった。また、咬合高径の変化による影響は認められなかった。これらの結果は、有歯顎者での結果と類似している。すなわち、咬合高径を挙上した場合と同様に、咬合高径をさげた場合にも、咬合高径に関係無く、開口筋群、閉口筋群の左右的バランスが保たれていることがわかった。また、義歯装着者で有歯顎者と同様な傾向が示されたことにより、顎運動制御機構において、歯根膜受容器からの情報以外に、開口筋群、閉口筋群などの筋感覚も重要な要因の1つであるものと思われる。

以上のことを総合的に考えると、タッピングポイント

の前後の偏位量, タッピングエリアは, 咬合高径の適否を確認するための1つの目安となりうるものと思われる。しかし, その結果のみで咬合高径を決定することは危険である。一方, 咬合高径決定後, 水平的対位関係の決定確認法として, タッピング運動を利用することは有効であるが, 咬合高径を2 mm以上挙上した場合には, タッピングポイントが前方へ偏位する傾向があるので注意を要する。

結 論

咬合採得時にタッピング運動を利用することの有効性を明らかにするため, 有歯顎者20名と義歯装着者13名について, 咬合高径を変化させ, タッピング運動を記録した。その際, Mandibular Kinesiograph に2 pen recorder を接続することにより, 50回のタッピング運動を重ねることなく, 掃引記録した。そのデータをもとに, 各顎位でのタッピングポイントの前後の偏位量, 左右的偏位量, タッピングエリア, タッピングポイントのばらつきを求めた。

結果は以下のとおりである。

1. 有歯顎者20名における中心咬合位でのタッピングポイントの前後の偏位量は, 最大前方 $0.05 \pm 0.12\text{mm}$, 後方 $0.29 \pm 0.13\text{mm}$, 平均では後方に $0.09 \pm 0.10\text{mm}$ であり, 左右的偏位量は, 最大右側 $0.13 \pm 0.06\text{mm}$, 左側 $0.21 \pm 0.10\text{mm}$, 平均では右側に $0.01 \pm 0.07\text{mm}$ であった。また, タッピングエリアは, 最大 0.06mm^2 , 最小 0.00mm^2 , 平均 $0.02 \pm 0.02\text{mm}^2$ であった。
2. 有歯顎者でのタッピングポイントの前後の偏位量は, 咬合高径を挙上するに従って大きくなったが, 左右的偏位量については, 有意差が認められなかった。
3. 有歯顎者でのタッピングエリアは, 咬合高径を挙上するに従って広がった。
4. 有歯顎者の各顎位におけるタッピングポイントの

前後のばらつきと左右的ばらつきとを比較した結果, 前後のばらつきが有意に大きかった者が平均64.2%認められた。一方, 左右的ばらつきが有意に大きかった者は平均12.9%であった。

5. 義歯装着者で咬合高径をさげた各顎位でのタッピングポイントの前後の偏位量, 左右的偏位量は, 適正咬合高径での偏位量(中心位の前方向へ $0.46 \pm 0.29\text{mm}$, 右側へ $0.16 \pm 0.30\text{mm}$)と比較して有意差は認められなかった。

6. 義歯装着者で咬合高径を挙上した場合, 左右的偏位量については, 有意差が認められなかった。前後の偏位量については, 4 mm 挙上顎位まで有意差が認められなかったが, 咬合高径を挙上するに従って大きくなる傾向を示し, 6 mm 挙上顎位では有意差が認められた。

7. 義歯装着者で咬合高径をさげた各顎位でのタッピングエリアについては, 適正咬合高径でのタッピングエリア($0.06 \pm 0.08\text{mm}^2$)と比較して, 有意差は認められなかった。しかし, 咬合高径を挙上するに従ってタッピングエリアは有意に広がった。

8. 義歯装着者の各顎位におけるタッピングポイントの前後のばらつきと左右的ばらつきとを比較した結果, 前後のばらつきが有意に大きかった者が, 平均46.1%認められた。一方, 左右的ばらつきが有意に大きかった者は, 平均13.5%であった。

稿を終わるにあたり, 終始御懇篤な御指導と御校閲を賜った恩師豊田静夫教授に対し, 心から感謝の意を表するとともに, 本研究に対し数多くの御援助, 御助言をいただいた三宅茂樹講師, 生理学教室中原敏教授に衷心より謝意を捧げます。さらに種々の御協力をいただきました補綴学教室員諸兄ならびに心よく本研究の被験者を引き受けて下さった諸氏に心より感謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 沖野節三: 総義歯補綴学. 永末書店, 京都, 1972.
- 2) Wright, W.H.: Use of intra-oral jaw relation wax records in complete denture prosthesis. *J. Am. Dent. Assoc.* 26: 542—555, 1939.
- 3) Silverman, M.M.: Centric occlusion and jaw relations and fallacies of current concepts. *J. Prosthet. Dent.* 7: 750—769, 1957.
- 4) Brill, N., Lammie, G.A., Osbone, J. and Perry, H.T.: Mandibular positions and mandibular movement. *Brit. Dent. J.* 106: 390—400, 1959.
- 5) Shanahan, T.E.J.: Physiologic vertical dimension and centric relation. *J. Prosthet. Dent.*

- 6 : 741—747, 1956.
- 6) Ismail, Y.H. : The consistency of the swallowing technique in determining occlusal vertical relation in edentulous patients. *J. Prosthet. Dent.* 19 : 230—236, 1968.
- 7) 坂本正壘 : 補綴学領域における下顎の垂直的ならびに水平的変位に関する筋電図学的研究. 九州歯会誌 23 : 544—572, 1969.
- 8) Jankelson, B.・三谷春保・山下 敦・藤井弘之・水泉 猛・崔 富昂 : Myo-monitor の理論と実際. 歯界展望 40 : 946—952, 1972.
- 9) 泉谷祐紀員 : Myo-pulse によって求められる下顎位の臨床的意義. 補綴誌 24 : 470—485, 1980.
- 10) 川口豊造 : 無歯顎の咬合採得. 愛学大歯誌 18 : 149—156, 1980.
- 11) 鶴養 弘 : 咬合高径の変化によって現れる口内法描記板上の各運動路の変化について. 補綴誌 5 : 52—56, 1961.
- 12) 丸山雅昭 : 種々下顎位における下顎の急速反復開閉運動に関する研究. 補綴誌 17 : 308—332, 1973.
- 13) 名波智章 : 咬合採得—無歯顎 (Tapping Point を中心に)—. 歯科ジャーナル 8 : 309—319, 1978.
- 14) 河江 信 : 下顎開閉運動の動態に関する研究. 補綴誌 24 : 647—671, 1980.
- 15) 雨宮幸三・川添堯彬・西浦 恂・藤井輝久・藤井忠弘 : 無歯顎の Gothic Arch Apex と Tapping Point の相互的観察. 歯科医学 33 : 289—299, 1970.
- 16) 佐藤憲男 : 運動の巧みさからみた下顎位の機能的検索. 補綴誌 20 : 734—754, 1976.
- 17) 林 哲堂 : 無歯顎者の水平的顎関係記録法に関する臨床的研究. 補綴誌 26 : 340—360, 1982.
- 18) 三谷春保・山下 敦・井上 宏 : Mandibular Kinesiograph の原理とその忠実性について. 補綴誌 21 : 254—265, 1977.
- 19) 川口豊造・水野起良広・阪上隆則・小野 積・小川松弥・吉田 仁・鈴木立子 : Mandibular Kinesiograph の歪について. 愛学大歯誌 16 : 1—12, 1978.
- 20) Jankelson, B. : Measurement accuracy of the mandibular kinesiograph —A computerized study.— *J. Prosthet. Dent.* 44 : 656—666, 1980.
- 21) 櫻井 薫 : 顎運動路描記装置の Stylus の設定位置が Tapping area に及ぼす影響に関する基礎的研究. 歯科学報 81 : 1495—1526, 1981.
- 22) Widmalm, S. and Hedegard, B. : Kinematics of the tooth tapping movement. *J. Oral Rehabil.* 4 : 237—246, 1977.
- 23) 林 甫 : 下顎の小開閉運動時の各種姿勢と開閉条件とが前後の歯牙接触位に及ぼす影響に関する研究. 歯科学報 80 : 1—31, 1980.
- 24) 奥村ひさ : 笑気吸入鎮静法応用時のタッピング運動と鎮静状態. 日歯麻誌 6 : 14—32, 1978.
- 25) 尾松素樹 : 顎位決定における tapping 時の力が tapping area の前後的位置に及ぼす影響に関する研究. 歯科学報 83 : 127—163, 1983.
- 26) 佐久間孔毅 : マルチフラッシュ装置による有歯顎者の前後および開閉運動の研究. 口病誌 26 : 1511—1536, 1959.
- 27) 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 : 397—422, 1968.
- 28) Sekine, H. and Kishi, M. : Experimental studies on the influences of sagittal inclination of body axis and head axis on the stability of the mandibular position. *Bull. Tokyo Dent. Coll.* 20 : 135—143, 1979.
- 29) 楊 欽榮 : 種々の体位ならびに咬合記録術式が咬合位に及ぼす影響. 九州歯会誌 37 : 265—282, 1983.
- 30) 名波智章 : 咬合点に関する臨床実験的研究. 歯科学報 72 : 462—533, 1972.
- 31) Kurth, L.E. : Physics of mandibular movement related to full denture construction. *J. Prosthet. Dent.* 4 : 611—620, 1954.

- 32) 阿部勝也：顎関節よりの求心性神経情報に関する研究．歯基礎誌 16：117—128, 1974.
- 33) Boos, R.H. : Occlusion from rest position. *J. Prosthet. Dent.* 2 : 575—588, 1952.
- 34) Lammie, G.A., Perry, H.T. and Crumm, B.D. : Certain observation on a complete denture patients, Part II Electromyographic observations. *J. Prosthet. Dent.* 8 : 929—939, 1958.
- 35) Abe, K., Takata, M. and Kawamura, Y. : A study on the inhibition of masseteric α -motor fiber discharges by mechanical stimulation of the temporomandibular joint in the cat. *Arch. Oral Biol.* 18 : 301—304, 1973.
- 36) 大石忠雄：下顎運動の立場からみた顎関節構造の研究．補綴誌 11：197—220, 1967.
- 37) 川畑博昭：矢状面における各種顎頭位の研究，特に顎頭安定位について．補綴誌 15：403—429, 1971.
- 38) 鶴養 弘：中心咬合位の決定について．歯界展望 21：447—453, 1963.
- 39) 馬場咲一：ゴシックアーチ描記による咬合採得．歯学 61：744—748, 1973.
- 40) 坂田三弥：Overlay Denture をめぐって—生理学の立場から—．歯科学報 79：615—623, 1979.
- 41) 森田修己・旗手 敏：Over denture の連結機構による咬合と歯根膜の反射機序について．日歯評論 405：45—59, 1976.
- 42) 林都志夫：総義歯の咬合について．日歯評論 376：97—110, 1974.
- 43) 末次恒夫：マルチフラッシュ装置による 無歯顎の前後・開閉運動並びに下顎位の研究．補綴誌 5：131—169, 1961.