原著論文

垂直顎間距離決定の基準下顎位に関する研究 —咬合支持喪失状態が[n]持続発音位に及ぼす影響—

遠藤 舞, 松川高明, 豊田有美子, 眞木信太郎, 濱坂弘毅
松井藍有美, 大川 穰, 染川正多, 大川周治

明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

〔受付：平成26年10月27日〕

Studies on Mandibular Reference Position for Determining Occlusal Vertical Dimension —Influence of Condition of Loss of Occlusal Support on Mandibular Position During Continuous [n] Phonation—

Endo M, Matsukawa T, Toyota Y, Maki S, Hamasaka H,
Matsui A, Okawa Y, Somekawa S, Ohkawa S

Division of Removable Prosthodontics, Department of Restorative & Biomaterials Sciences,
Meikai University School of Dentistry

[Received: October 27, 2014]

Key words: continuous [n] phonation, phonetic method, mandibular position, interocclusal vertical distance

Abstract: The purpose of this study was to clarify the influence of condition of loss of occlusal support (Eichner classification B3, B4, C1, C2) on “the mandibular position during continuous [n] phonation” ([n] continuous phone position) and to assess the change of its position over time in new denture wearers. In the first part of the study, the influence of condition of loss of occlusal support on [n] continuous phone position was determined in 22 subjects. In the second part of the study, changes in [n] continuous phone position over time were assessed in 3 partially edentulous patients who were the new denture-wearers. A mandibular movement analyzing device was used to measure mandibular position.

Following results were obtained:

1. “The interocclusal vertical distance in [n] continuous phone position” ([n] space) starting at intercuspal position was not significantly different among control, Eichner B3, B4, C1 and C2.
2. [n] space starting at physiologic rest position was not significantly different among control, Eichner B3, B4, C1 and C2.
3. [n] space was not significantly different between 2 starting positions (intercuspal position and physiologic rest position) on each group of control, Eichner B3, B4, C1 and C2.

4. The [n] space at the interocclusal record in 3 subjects was almost the same after 6 months of wearing dentures and there was no significant difference among all measurement time points for those 6 months.

The results suggest that the mandibular position during continuous [n] phonation is not influenced by the loss of occlusal support and is valuable for determining the occlusal vertical dimension.

抄録 本研究では、部分歯列欠損患者（Eichner 分類；B3, B4, C1, C2）を対象として、咬合支持喪失状態が「[n] 持続発音時の下顎位」（以下、[n] 持続発音位）に及ぼす影響について検討するとともに、[n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における [n] 持続発音位の経時的変化についても併せて検討した。

実験 1 として、部分歯列欠損患者 22 名を対象に咬合支持喪失状態が [n] 持続発音位に及ぼす影響について検討した。実験 2 として、咬合支持を喪失した部分歯列欠損患者 3 名を対象に、[n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における [n] 持続発音位の経時的変化について検討した。

その結果、以下の結論を得た。

1. 咬頭嵌合位を発音開始位とした場合の、[n] 持続発音位における垂直的開口距離（以下、[n] 空隙）は、コントロール群、B3 群、B4 群、C1 群、C2 群のいずれの群間においても有意差は認められなかった。
2. 下顎安静位を発音開始位とした場合の [n] 空隙は、コントロール群、B3 群、B4 群、C1 群、C2 群のいずれの群間においても有意差は認められなかった。
3. コントロール群、B3 群、B4 群、C1 群、C2 群の各群における、2 種類の発音開始位（咬頭嵌合位と下顎安静位）間での [n] 空隙の有意差は認められなかった。
4. [n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者（Eichner 分類 C2）における [n] 空隙は、義歯装着後 6 か月までの間において、咬合採得時とほぼ同一の値を示すと同時に、有意差は認められなかった。

以上より、[n] 持続発音位は垂直顎間距離決定における基準下顎位として有用となることが示唆された。

キーワード：[n] 持続発音、発音利用法、下顎位、垂直顎間距離

I. 緒 言

補綴歯科治療において垂直顎間距離を的確かつ適正に決定することは、顎口腔領域における機能を正常に保つ上で、極めて重要である¹⁻⁹⁾。しかし、垂直顎間距離決定法として顔面計測法^{10, 11)}、嚥下運動利用法¹²⁻¹⁴⁾、下顎安静位利用法¹⁴⁻¹⁶⁾、発音利用法¹⁷⁻³²⁾、最大咬合力利用法³³⁾ など種々の基準下顎位を用いる方法が報告されてきたが、確定的な方法はない。いずれの基準下顎位も安定性に優れているとはいえず、複数の方法を併用することが現在なお推奨されている³⁴⁾。従って、より安定性に優れた基準下顎位を用いた垂直顎間距離決定法を確立することは、補綴歯科治療を行う上で重要である。

種々の垂直顎間距離決定法の中で従来の発音位を利用した方法¹⁷⁻³²⁾ は調音時間が極めて短く²⁷⁻³⁰⁾、また、[s/sh]、[m] などの子音は日本人には発音しづらく、臨床応用上難点を有していた。これに対して、持続発音時の下顎位を応用した方法は調音時間が長く、かつ安定した

下顎位を示すことから、明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野では垂直顎間距離決定法の基準下顎位として持続発音時の下顎位が有用となり³⁵⁾、特に [n] 持続発音時の下顎位（以下、[n] 持続発音位）が臨床上有用となる可能性が高いことを報告してきた³⁶⁻⁴²⁾。山本ら^{36, 37)} は健康有歯顎者において、大森ら³⁸⁾ は全部床義歯装着者において [n] 持続発音位を計測した結果、発音開始位を下顎安静位および咬頭嵌合位のいずれにした場合においても、[n] 持続発音位は咬頭嵌合位に近接するとともに、安定性の高い発音位であることが示されている。また、松川ら⁴²⁾ は健康有歯顎者および全部床義歯装着者において、口蓋床の厚さが [n] 持続発音位に及ぼす影響について検討した結果、咬合床口蓋部の厚さが 5.0 mm 以下であれば [n] 持続発音位に影響を及ぼさないことに加え、[n] 持続発音位を応用した垂直的顎間関係の記録法についても併せて報告した。しかし、[n] 持続発音位に関しては不明な点が残されており、特に咬合支持喪失状態が [n] 持続発音位に及ぼす影響、およ

表1 各被験者の Eichner 分類と現在歯の歯式
Table 1 Eichner's classification and present teeth for each subject

B3 group		B4 group		C1 group		C2 group	
1	4321 123 654321 12345	1	3 3 6 43 1 34	1	76 54321 12345	1	54321 12345
2	7 543 345 7 321 123 7	2	321 3 3 34	2	4321 1234567 76	2	234567
3	7654321 4567 4321 123	3	4 21 12345 3 3	3	765 56 32 123	3	3
4	7654 7 4321 1234	4	3 1 123 87654321 123 5 7	4	1 1234567 76543	4	34
		5	12 67 321 1234	5	21 12 5 3 5	5	7654321 1234567
		6	4321 12345 1 123			6	3
						7	7 7

び [n] 持続発音位の経時的な安定性については明らかにされていない。

本研究の目的は、部分歯列欠損患者（Eichner 分類；B3, B4, C1, C2）を対象として、咬合支持喪失状態が [n] 持続発音位に及ぼす影響を明らかにするとともに、[n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における [n] 持続発音位の経時変化を明らかにすることである。

II. 材料と方法

本研究では以下の2種類の実験を行った。

実験1では、被験者として部分歯列欠損患者22名を選択し、咬合支持喪失状態が [n] 持続発音位に及ぼす影響について検討した。なお、健康有歯顎者20名をコントロール群とした。実験2では、被験者として咬合支持を喪失した部分歯列欠損患者3名を選択し、[n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における [n] 持続発音位の経時変化について検討した。なお、本研究は明海大学歯学部倫理委員会の承認を受けた上で、被験者に対して事前に研究の趣旨を十分に説明し、同意を得た上で実験を行った。（承認番号、A-1013）

【実験1】咬合支持喪失状態が [n] 持続発音位に及ぼす影響

1. 被験者

被験者は、部分床義歯ないし全部床義歯装着後6か月以上が経過し、臨床的に予後の検査⁵⁰⁻⁵²⁾において良好と判定された有床義歯装着者22名（男性9名、女性13名、平均年齢70.5±5.2歳、Eichner 分類⁴³⁾；B3－4名、B4－6名、C1－5名、C2－7名；以下、各々B3群、B4群、

図1 上顎中切歯との接触がない下顎中切歯唇側面部に設置した計測用マグネット

Fig.1 The magnet mounted on the incisors of the lower denture without interferrance under any mandibular positions

C1群、C2群）とした。全被験者についての現在歯の歯式を表1に示す。また、顎口腔機能および咬合関係に異常を認めず、かつ第三大臼歯以外に欠損がなく第二大臼歯までの歯列を有している健康有歯顎者20名（男性12名、女性8名、平均年齢26.2±2.3歳）をコントロール群とした。なお、自覚的発音障害、聴覚障害および全身的疾患を有する者は被験者に含まれておらず、顎口腔機能および咬合関係に関しては、咬頭嵌合位が安定しているとともに天然歯列の一部を喪失している以外は特に異常がないことを確認した。

2. 被検音および下顎位の記録

[n] 持続発音を被検音とし、日常会話を想定し、1m離れたところで明確に聞き取れる程度の音量として各4回、約4秒間持続発音するように指示した。発音の仕方については、語尾が「ん」となる単語の「ん」を持続発音するように指示し、記録を行う際には「ん」のみを持続発音させた。なお、疲労による影響を排除するために、佐古の方法⁴⁴⁾に従い、1回の持続発音後、リラックスするように被験者に指示したのち約3分間の休憩を取らせた。発音を開始する下顎位（以下、発音開始位）は咬頭嵌合位ないし下顎安静位の2下顎位とし、発音時の下顎位は下顎運動測定装置（K7エバリュエーションシステム、モリタ、大阪）を用いて記録した。

本装置では、下顎中切歯唇面歯頸部に固定した磁気トランスデューサー（以下、計測用マグネット）の下顎運動に伴う磁場変化が、頭部に固定したセンサーアレイにより切歯点の運動軌跡として捕捉される。なお、この計測用マグネットを下顎中切歯唇側面に設置する際には、上顎中切歯との咬合干渉が無いことを確認した（図1）。

図2 咬頭嵌合位を発音開始位とした場合の [n] 持続発音位における典型的な sweep 波形と計測点
Starting Point：発音開始位；Ver：垂直方向；I，II，III，IV：発音開始位から1秒後，2秒後，3秒後，4秒後の各計測点

Fig. 2 An example of mandibular vertical position recording during continuous phonation of [n] and measuring point (starting from the intercuspal position)
Ver; vertical direction; I, II, III, and IV; measurement points when the time intervals from the Starting Point of 1 s, 2 s, 3 s, and 4 s, respectively

3. 下顎位の計測および記録

下顎位の計測は松川ら⁴²⁾の方法に準じ，下顎運動測定装置を用いて sweep 波形を表示して行った。

1) 発音開始位が咬頭嵌合位の場合

咬頭嵌合位を発音開始位とした場合の，[n] 持続発音位における典型的な sweep 波形と計測ポイントの表示例を図2に示す。咬頭嵌合位を保持し，次に，約4秒間の被検音の持続発音を行った後，発音開始時の状態に戻すよう被験者に指示した。下顎位が発音開始位である咬頭嵌合位から変化した時点を開始点 (Starting point) とし，Starting point から1秒間隔で4秒後までの4ポイント (I～IV) を下顎位の計測ポイントとした。記録された矢状面における sweep 波形上で，咬頭嵌合位と各計測ポイントとの垂直方向における距離 (以下，垂直的開口距離) のスケールを実寸の10倍に拡大し，0.05 mm 単位で計測可能なノギス (0.05 mm 単位，松井精密工業，新潟) を使用して計測した。4ポイント (I～IV) の平均を1回の計測値とし，4回の計測で得られた垂直的開口距離の平均値を被験者ごとに算出した後，各群における値 (平均値±1SD) を算出した。なお，[n] 持続発音時の垂直的開口距離を以下，「[n] 空隙」と略す。

2) 発音開始位が下顎安静位の場合

下顎安静位を発音開始位とした場合の，[n] 持続発音

図3 下顎安静位を発音開始位とした場合の [n] 持続発音位における典型的な sweep 波形と計測点
Starting Point：発音開始位；Ver：垂直方向；I，II，III，IV：発音開始位から1秒後，2秒後，3秒後，4秒後の各計測点

Fig. 3 An example of mandibular vertical position recording during continuous phonation of [n] and measuring point (starting from physiologic rest position)
Ver; vertical direction; I, II, III, and IV; measurement points when the time intervals from the Starting Point were 1 s, 2 s, 3 s, and 4 s, respectively

図4 下顎安静位における典型的な sweep 波形

Fig. 4 Typical recording at physiologic rest position

位における典型的な sweep 波形と計測ポイントの表示例を図3，下顎安静位における典型的な sweep 波形の表示例を図4に示す。下顎位の計測においては，被験者を数分間リラックスさせ，安定した下顎安静位が保持されたと判断した時点で，約4秒間の被検音を持続発音させた後，咬頭嵌合位で閉口するよう指示した。咬頭嵌合位を発音開始位とした場合と同様に，下顎位が発音開始位から変化した時点を開始点 (Starting point) とし，Starting point から1秒間隔で4秒後までの4ポイント (I～IV) を下顎位の計測ポイントとした。なお，[n] 空隙の計測に関しても，咬頭嵌合位を発音開始位とした場合と同様に行った後，各群における値 (平均値±1SD) を算出した。

なお、下顎安静位における垂直的開口距離、すなわち安静空隙の計測に関しても、[n] 持続発音時と同様に行った後、各群における値（平均値 $\pm$ 1SD）を算出した。

4. 統計解析

咬頭嵌合位ないし下顎安静位をそれぞれ発音開始位とした場合の、[n] 空隙への影響を各群（コントロール群、B3 群、B4 群、C1 群、C2 群）間において比較するために、二元配置分散分析を行い、その後の Scheffé 検定を用いた多重比較法により群間比較を行った。

被験者の各群（コントロール群、B3 群、B4 群、C1 群、C2 群）それぞれにおける、咬頭嵌合位および下顎安静位を発音開始位とした場合の、[n] 空隙と安静空隙との間の差を統計学的に調べるために、一元配置分散分析を行った。その後、Dunnett 検定による多重比較を行い、各群で安静空隙に対して 2 つの発音開始位からの [n] 空隙が統計学的に差を有するかどうかについて比較した。

〔実験 2〕[n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における [n] 持続発音位の経時的変化について

1. 被験者

咬合支持を喪失した部分歯列欠損患者 3 名（男性 1 名、女性 2 名、平均年齢 76.3 ± 0.5 歳、Eichner 分類：C2 - 3 名）を被験者とした。被験者 3 名の現在歯の歯式を表 2 に示す。なお、現在使用中の義歯は装着後 6 か月以上経過していること、自覚的発音障害、聴覚障害および全身の疾患を有する者は被験者に含まれていないこと、顎口腔機能および咬合関係に関しては、咬頭嵌合位が安定しているとともに天然歯列の一部を喪失している以外は特に異常がないことを確認した。

2. [n] 持続発音位を応用した有床義歯作製方法

有床義歯の作製に関してはすべて同一術者が行った。

1) 印象採得

概形印象および精密印象に関しては通法⁴⁵⁾に従って行った。

2) 咬合採得

(1) 従来法による垂直顎間距離の決定

咬合床を被験者の口腔内に試適後、通法³⁴⁾に従って上顎咬合床による仮想咬合平面を Camper 平面、瞳孔線および上唇下縁を基準に設定した後、垂直的顎間関係を

表 2 被験者 3 名の現在歯の歯式

Table 2 Present tooth (teeth) for each subject

Subject 1	Subject 2	Subject 3
3	7 7	54321 123

図 5 垂直顎間距離の決定の計測ポイント

Fig. 5 Measuring point for determining the occlusal vertical dimension

下顎安静位利用法および顔面計測法を併用して決定し、下顎咬合床の咬合堤の高さを調整した。すなわち、下顎安静位利用法¹⁵⁾においては皮膚上の鼻下点-オトガイ点間距離を 5 回測定し、最大値と最小値を除外した後、残り 3 回の平均値から 2 mm（安静空隙）を減じた距離を「仮の垂直顎間距離」（以下 ℓ ）とした。次いで、顔面計測法¹⁰⁾を応用して垂直顎間距離が ℓ に設定された上下顎咬合床を口腔内に装着し、下顎安静位を保持させた状態で瞳孔から口裂までの垂直距離および鼻下点からオトガイ底までの垂直距離を計測し、両者がほぼ一致するとともに、その時の垂直顎間距離が ℓ とほぼ同じ値を示した場合に、「従来法により採得した垂直顎間距離」（以下 L ）とした。なお、旧義歯装着時における咬頭嵌合位が L に及ぼす影響を排除する目的で、旧義歯を口腔内から撤去した後、約 5 分が経過した時点で、垂直顎間距離の計測を開始した。

(2) [n] 持続発音位を応用した垂直顎間距離の決定

松川ら⁴²⁾の方法に準じ、垂直顎間距離の計測ポイントを、「上顎咬合床の上唇小帯の裂溝」（以下、ポイント A）と「下顎咬合床の下唇小帯の裂溝」（以下、ポイント B）とした（図 5）。なお、下顎前歯部に残存歯を有する被験者 3 に関しては、「上顎咬合床の左側頬小帯の

裂溝」をポイントA, 「下顎咬合床の左側頬小帯の裂溝」をポイントBとした。

従来法により採得した垂直顎間距離Lの高さに調整した上下咬合床を口腔内に装着して約5分後に、シリコンゴム咬合採得材(エクザバイトII, ジーシー, 東京; 以下, 咬合採得材と略す)を下顎咬合床上に築盛し, すみやかに下顎安静位を保持するとともに, 咬合採得材が硬化するまで4秒間の[n]持続発音と, 3秒間の休憩を間歇的に行わせた(図6)。なお, 咬合床による下顎位がLに及ぼす影響を可及的に排除する目的で, 咬合床装着後約5分が経過した時点で下顎位の計測を開始することとした。また, 咬合採得材が硬化するまでの約45秒間においては, [n]持続発音の機能運動のみとし, 嚥下や[n]持続発音以外の発音は行わないよう指示した。特に, 3秒間の休憩の間は可及的に下顎位を変化させないように指示した。

上記の方法により, [n]持続発音位における垂直的顎間関係記録を4回採得し, ノギスを使用してポイントA-B間の距離(以下, $D_{[n]}$)について4回の平均値を算出した。従来法により採得した垂直顎間距離Lの高さに調整した上下咬合床のみを口腔内に装着し, 閉口し上下顎咬合床咬合平面を接触させた時のポイントA-B間の距離(以下, D_L)についても[n]持続発音時の場合と同様に, 4回の平均値を採得した。 $D_{[n]}$ と D_L との差が, [n]空隙に該当する。山本ら^{36, 37)}は有歯顎者では[n]空隙が 0.4 ± 0.4 mm, 松川ら⁴²⁾は無歯顎者では[n]空隙が 0.8 ± 0.6 mmの値を示したと報告している。これらの結果を基に, 本実験では, [n]空隙が約1 mmの値を示した場合に垂直顎間距離Lは適正で, 採得すべき垂直顎間距離であるとした。なお, [n]持続発音時に[n]空隙として約1 mmの空隙が認められなかった場合は, 約1 mmの[n]空隙が認められるまで下顎咬合床の咬合堤の高さを修正した。

(3) 水平的顎間関係の記録

ゴシックアーチ描記法, チェックバイト採得法により水平的顎間関係を記録した後, 人工歯選択を行った。

3) 蠟義歯試適, 義歯完成

蠟義歯完成後, 通法⁴⁶⁾に従って, 蠟義歯試適時に機能的にも形態的にも問題がないことを確認して義歯を完成させた。大連結子は上下顎のいずれにおいても, 床用レジンによるプレート形態とした。なお, 咬合床, 完成義歯床用レジンの口蓋床部およびリンガルプレート部の厚さは2.0-3.0 mmとなるよう作製した。

図6 [n]持続発音位における咬合記録

Fig. 6 Registration of interocclusal relation during continuous [n] phonation

3. [n]持続発音を応用して新製した有床義歯装着者における[n]持続発音位の経時的変化

[n]空隙の計測時期は, 咬合採得時(以下, BT), 新義歯装着時(以下, IA), 義歯装着1か月後(以下, 1M), 義歯装着2か月後(以下, 2M), 義歯装着3か月後(以下, 3M), 義歯装着6か月後(以下, 6M)の計6回とした。BTにおける[n]空隙の値は, 咬合採得時に計測した値とし, IA, 1M, 2M, 3Mおよび6Mにおいては, 実験1と同様の計測方法により[n]空隙を各4回計測し, 4回の平均値を算出した。なお, 発音開始位を下顎安静位とした。

4. 統計解析

[n]持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者3名における[n]持続発音位の経時的変化を明らかにするため, [n]空隙に関する各計測時期(BT, IA, 1M, 2M, 3Mおよび6M)間において比較するために一元配置分散分析を行った。その後, Dunnett検定による多重比較を行った。

Ⅲ. 結 果

【実験1】

図7に咬頭嵌合位ないし下顎安静位を発音開始位とした場合の各群における[n]空隙と, 各群における安静空隙を示す。咬頭嵌合位を発音開始位とした場合の, コントロール群の[n]空隙(平均値 $\pm$ 1SD)は, 0.4 ± 0.3 mm, B3群では 0.7 ± 0.3 mm, B4群では 0.5 ± 0.3 mm, C1群では 0.5 ± 0.3 mm, C2群では 0.3 ± 0.1 mmであった。コントロール群, B3群, B4群, C1群, C2群のいずれの群間においても, 有意差は認められなかった。下

図7 咬頭嵌合位ないし下顎安静位を発音開始位とした場合の各群における [n] 空隙と各群における安静空隙 (平均値 $\pm$ 1SD)

Fig. 7 Occlusal vertical dimension at physiologic rest position and during continuous [n] phonation starting at physiologic rest position (Values represent mean $\pm$ SD)

顎安静位を発音開始位とした場合の、コントロール群の [n] 空隙 (平均値 $\pm$ 1SD) は、 0.4 ± 0.2 mm, B3 群では 0.8 ± 0.5 mm, B4 群では 0.8 ± 0.5 mm, C1 群では 0.7 ± 0.3 mm, C2 群では 0.7 ± 0.3 mm であった。コントロール群, B3 群, B4 群, C1 群, C2 群のいずれの群間においても、咬頭嵌合位を発音開始位とした場合と同様に、有意差は認められなかった。また、各群における、2 種類の発音開始位間での有意差も認められなかった。

B3 群においてのみ、下顎安静位を発音開始位とした [n] 空隙と安静空隙との間に有意差が認められなかったが、他の群においては、コントロール群を含め [n] 空隙は安静空隙と比較して有意に小さい値を示した ($p < 0.05$)。咬頭嵌合位を発音開始位とした場合には、いずれの群においても [n] 空隙は安静空隙と比較して有意に小さい値を示した ($p < 0.05$)。

[実験 2]

各被験者における [n] 空隙と下顎安静位の経時的変化を図 8 に示す。計測時期全体を通じての [n] 空隙 (平均値 $\pm$ 1SD) は、被験者 1 では 0.6 ± 0.1 mm, 被験者 2 では 0.5 ± 0.1 mm, 被験者 3 では 0.5 ± 0.1 mm であった。また、各計測時期における全被験者の [n] 空隙 (平均値 $\pm$ 1SD) は、BT では 0.5 ± 0.1 mm, IA では 0.5 ± 0.1 mm, 1M では 0.5 ± 0.2 mm, 2M では 0.5 ± 0.1 mm, 3M では 0.6 ± 0.0 mm, 6M では 0.5 ± 0.1 mm であった。いずれの計測時期においても、すべての被験者がほぼ

図8 各被験者における [n] 空隙と下顎安静位の経時的変化

Fig. 8 Vertical interocclusal space changes over time in the denture wearer at rest position and [n] phonetic position

同一の [n] 空隙の値を示すとともに、計測時期 (BT, IA, 1M, 2M, 3M, 6M) 間に有意差は認められなかった。

IV. 考 察

1. 研究方法について

1) 被験者について

被験者は部分床義歯ないし全部床義歯装着後 6 か月以上が経過し、臨床的に予後良好と判定された有床義歯装着者であり、かつ咬合支持を喪失した部分歯列欠損患者を選択した。

本研究では有床義歯装着者を対象とすることから、有床義歯に起因する発音障害の有無を確認する必要がある。奥田⁴⁷⁾は「臼歯部に咬合支持のない患者 5 名に新義歯装着後の経時的変化を筋電図および MKG を用いて観察し」た結果、「多くの筋電図パラメーターから、一応、新義歯は装着後 1 週には馴れとしての咀嚼筋筋電図の規則性を獲得したと考えられる。」と報告している。小谷ら⁴⁸⁾は、「被験者が新義歯に対して、十分満足した時期は、通法による義歯では 2 か月～3 か月、複製義歯応用による義歯では 1 か月後であった」と報告している。また、Souza ら⁴⁹⁾は全部床義歯作製中から装着直後にかけて下顎安静位や嚥下位が新義歯装着による影響を受けないと報告している。そこで本研究では、通法に従い作製した有床義歯装着後 6 か月以上が経過し、義歯の維持安定が得られ、問診等により肉体的、精神的にも異常が認められず、予後の検査^{50,52)}において臨床良好であると判定した部分歯列欠損患者を被験者として選

択した。さらに、自覚的発音障害、聴覚障害および全身的疾患を有さず、かつ顎口腔機能および咬合関係に関しては、天然歯列の大半か一部を喪失している以外は特に異常がないことも確認している。したがって、本研究における部分歯列欠損患者25名（実験1:22名、実験2:3名）は、上下顎の有床義歯装着後6か月以上が経過し、臨床的に予後良好と判断された者であり、本研究における被験者として適切であると考えられる。また、[n]持続発音位の安定性について、有歯顎者および無歯顎者については報告されている³⁶⁻⁴²⁾が、部分歯列欠損患者においては明らかにされておらず、咬合支持喪失状態による影響を明らかにすることを目的とし、Eichner分類B3, B4, C1, C2を被験者として選択した。本研究における、コントロール群の平均年齢は 26.2 ± 2.3 歳であり、実験1における有床義歯装着者の平均年齢 70.5 ± 5.2 歳、および実験2における有床義歯装着者の平均年齢 76.3 ± 0.5 歳と比較すると大きい相違がある。年齢の影響を排除するために、実験の対象である有床義歯装着者群とコントロール群の年齢層を可及的に同一とすべきであるが、年齢による影響に関しては今後の検討課題としたい。

2) 咬合床および義歯床について

口蓋床の形態および厚さは発音機能や咀嚼に影響を及ぼす^{30, 50-54)}とされており、咬合床や有床義歯の装着により発音機能や下顎運動に何らかの影響が生じる可能性がある。Zhangら³⁹⁾は有歯顎者を対象とし実験用口蓋床の厚さが10.0 mmの時にコントロール（口蓋床なし）と比較して垂直顎間距離が有意に大きくなったと報告しており、松川ら⁴²⁾は、厚さが3.0 mmと5.0 mmの実験用口蓋床装着時の垂直的開口距離はいずれもコントロールと比較して有意差は認められなかったと報告している。したがって、咬合採得時の咬合床の厚さおよび完成義歯の口蓋床部の厚さは、これまでの報告³⁹⁻⁴²⁾を基に発音機能や下顎運動に影響を及ぼさないと考えられる厚さ（2-3 mm）とした。なお、残存歯数に関わらず床の材料に統一性を持たせるため、全被験者において大連結子として床用レジンをを用いた。また、リングルプレートは舌感の改善に有効である^{55, 56)}と報告されており、発音機能や下顎運動への悪影響を考慮し大連結子としてリングルバーではなくリングルプレートを選択した。

3) 被検音の選択について

従来より、再現性の高い発音位を利用する方法が、垂直顎間距離を決定する上で用いられてきた¹⁷⁻³²⁾が、これ

らの方法は調音時間が0.1-0.2秒と極めて短く^{22, 25-28)}臨床応用するには難点がある。これに対して、持続発音時の下顎位を利用する場合は、調音時間が長く、臨床において垂直顎間距離を計測することが容易になると考えられる。

一方、日本語51音において持続発音が可能なのは、5母音[a], [i], [u], [e], [o]である³⁵⁾が、山本らは[n]も可能であることを見いだした³⁶⁾。山本ら³⁷⁾は有歯顎者における[n]持続発音位は咬頭嵌合位に近接し、[i], [ɹi], [mi], [u], [su], [mu]および下顎安静位と比較してバラツキが少なく、極めて安定した下顎位を示した、と報告している。さらに、大森ら³⁸⁾は、全部床義歯装着者における[n]持続発音位は安静空隙が2.0-3.0 mmと標準的な症例では咬頭嵌合位に近接した、と報告している。また、松川ら⁴²⁾は、全部床義歯装着者における[n]持続発音位は口蓋床の影響を受けず有歯顎者における[n]持続発音位に近似した下顎位を示した、と報告している。したがって、[n]持続発音位は、咬頭嵌合位に近接するとともに安定性の高い下顎位であると考えられることから、垂直顎間距離決定の基準下顎位になり得ると判断し、本研究における被検音として選択した。

4) 被検音発音の条件について

持続発音の時間に関しては、全被験者に非生理的な状態を強いることなく、維持し得る適切な持続発音時間は約4秒間であるとの森本³⁵⁾の報告により、持続発音の時間を4秒間に設定するのが最適であると考えた。

また、被検音の発音に関して、Pound²³⁾は発音法を臨床応用する場合、発音時の音声の大きさによる影響も考慮する必要があると指摘した。しかし、田中²⁸⁾は音声の大きさを口唇から約30 cmの距離で約60 phoneおよび90 phoneに規定し両者を比較した結果、音声の大きさは[s]発音位にほとんど影響せず、発音検査では音声の大きさには特に留意する必要がないと報告している。音声の大きさについては、個人差が大きく関与すると考えられることから、音声の大きさの規定は、個々の被験者に対して、非生理的な調音を強いることになる可能性が高いといえる。また、堀⁵⁷⁾は通常の会話における音声の大きさは、1 m離れたところで明確に聞き取れる程度と規定している。従って、可及的に日常会話時と同程度の大きさおよび高さで発音することが、最適な音声の大きさの規定であると考え、本研究では被検音を、日常会話時を想定して、1 m離れたところで明確に聞き取れる程度の音量にて持続発音させることとした。

5) 下顎位の記録方法について

下顎運動を記録する方法の中で、非接触型運動測定装置を用いる方法⁵⁸⁻⁶³⁾は、顎運動計測時の生体に対する生理的な侵襲が少なく、機能的な下顎運動が的確に記録されることから、臨床および研究の両面で広く用いられている。K7 エバリュエーションシステムは代表的な下顎運動測定装置の一つで、①使用方法が簡便でセッティング時間が短い、②チェアーサイドで容易に使用することができる、③下顎位の動態を肉眼的にモニターで同時に確認できる、④被験者に装着する計測器が軽量であり生理的な下顎運動の測定に影響が小さい、などの利点を有している。以上より、本研究では下顎位の記録には下顎運動測定器 (K7 エバリュエーションシステム、モリタ、大阪) を選択した。

大森ら³⁸⁾は、K7 エバリュエーションシステムの最大誤差率が3%程度であると報告しており、したがって、本研究における測定システムは十分な測定精度を有していると考えられる。

上下顎有床義歯の動揺には、咬合時における顎堤粘膜のひずみによる義歯の沈下が考えられるため、本研究では、大森ら³⁸⁾と同様に、上下顎有床義歯の動揺を軽減させることを目的とし、発音開始前における咬頭嵌合位および[n] 持続発音後の咬頭嵌合位は強く咬合した状態とした。計測されたsweep 波形上で、発音開始前における咬頭嵌合位のベースラインと[n] 持続発音後の咬頭嵌合位でのベースラインのずれが0.01 mm 以内であることから、義歯の動揺による影響は無いと考えられる。

下顎位の記録順序は、本来ならばランダムとすべきである。しかし、予備実験により、咬頭嵌合位を発音開始位として[n] 持続発音位の計測を行った後、下顎安静位を発音開始位として[n] 持続発音位を計測したところ、発音開始位である下顎安静位が[n] 持続発音位の影響を受けて咬頭嵌合位に近接した小さい値となることが判明した。したがって、本研究では、最初に下顎安静位を計測し、次いで下顎安静位を発音開始位として[n] 持続発音位の計測を行い、最後に咬頭嵌合位を発音開始位として[n] 持続発音位の計測を行った。

咬合支持を喪失した症例では、上下顎咬合床もしくは上下顎義歯を装着しない状態で発音開始位を規定することが極めて困難であり、通常、咬合支持喪失症例の咬合採得は、上下顎咬合床を口腔内に装着した状態で行う。従って、本研究において[n] 持続発音位を応用して咬合採得を行う際には、下顎安静位法¹⁵⁾および顔面計測法¹⁰⁾を併用するとともに上下顎咬合床を口腔内に装着

した状態を想定し、義歯を装着した状態で下顎位の記録を行った。

6) [n] 持続発音位を応用した垂直顎間距離決定法について

大森ら³⁸⁾は、全部床義歯装着者において、[n] 持続発音位を応用した方法で採得した垂直顎間距離は、現義歯の垂直顎間距離よりも前歯部で平均1.4 mm 小さい値を示したと報告している。これは実験条件として現義歯装着時における咬頭嵌合位での垂直顎間距離よりも2~3 mm 小さくなるように咬合堤の高さを調整していることが影響しているものと考えられる。発音開始位は、本研究と同様に下顎安静位であるが、上下顎咬合堤に設定した計測開始前の下顎位が[n] 持続発音位に影響を及ぼした可能性が高い。山縣ら^{30, 64)}は、[s], [m] 発音を被検音とした時の下顎位が垂直顎間距離の変化に応じて変化すると報告しており、現義歯装着時とは異なる垂直顎間距離に対し発音動作が適応し、結果的に現義歯装着時における咬頭嵌合位の垂直顎間距離よりも小さい値を示したと考えられる。

これらの報告を踏まえ本研究では、まず通法に従って決定した垂直顎間距離Lとなるように咬合堤の高さを調整した。すなわち、上下顎咬合床に設定した計測開始前の下顎位 (上下顎咬合床を口腔内に装着し、閉口・接触させた時の下顎位) は、通法に従って決定した垂直顎間関係と同一とした。そして、下顎安静位を発音開始位とし、発音機能への影響および、頬、舌など周囲組織からの影響が可及的に少なくなるよう、咬合採得材を上顎咬合堤と下顎咬合堤間に介在させた状態で、同材料が硬化するまで持続発音を間歇的に行わせるという松川らの術式を採用し、[n] 空隙の計測を行った⁴²⁾。なお、山本ら^{36, 37)}は有歯顎者では[n] 空隙が 0.4 ± 0.4 mm、松川ら⁴²⁾は無歯顎者では[n] 空隙が 0.8 ± 0.6 mmの値を示したと報告している。これらの報告から、[n] 空隙は0.0 mm ~ 1.4 mm の値を示すと考えられるが、0.1 mm 単位の数値は臨床応用する上で難点を有している。そこで、[n] 空隙の代表値として1 mm を採用し、本実験では、[n] 空隙が約1 mm の値を示した場合に垂直顎間距離Lは適正で、採得すべき垂直顎間距離であるとした。

2. 結果について

1) 咬合支持喪失状態が[n] 持続発音位に及ぼす影響について

Eichner 分類 B3 から B4 へ移行した場合、臼歯部1か所のみに咬合接触が存在し咬合支持がある状態から、咬

合支持がなく前歯部にのみ咬合接触がある状態へ移行することとなる。また、Eichner 分類 B4 から C1 へ移行した場合、上下顎に残存歯を有しつつも咬合支持および咬合接触を完全に喪失した状態へ移行することとなる。さらに Eichner 分類 C2 では、片顎は無歯顎で対顎にのみ残存歯を有した状態となる。

発音開始位が咬頭嵌合位および下顎安静位のいずれの場合においても、[n] 空隙は各群間で有意差が認められなかったことから、[n] 持続発音位は、適正な咬合高径を与えた義歯を装着している場合には咬合接触ないし咬合支持の影響を受けない可能性が示唆された。また、B3 群の下顎安静位を発音開始位とした場合のみを除き、いずれの群においても、[n] 空隙は安静空隙と比較して有意に小さい値を示した。

2) [n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における [n] 持続発音位の経時変化について

[n] 持続発音位を応用して上下顎有床義歯を新製した被験者 3 名の [n] 空隙 (平均値 $\pm$ 1SD) は、BT, IA, 1M, 2M, 3M, 6M のいずれの計測時期においても、ほぼ同一の値を示すとともに計測時期間に統計学的有意差はなく、経時的な変化はほとんど認められなかった。また、本研究における [n] 空隙の値は平均で 0.5 ~ 0.6 mm, SD も 0.0 ~ 0.2 mm と小さくかつ安定しており、[n] 空隙の値自体も従来の報告^{37, 38, 42)} と同一の値を示した。

以上の結果から、[n] 空隙は約 1 mm の値を示すとともに [n] 空隙の経時変化も極めて少ないことから、[n] 持続発音位は垂直顎間距離決定における基準下顎位として有用であることが示された。ただし、経時変化に関しては症例数を増やすとともに経過観察期間を長くする必要があり、今後の検討課題と考えられる。

V. 結 論

咬合支持を喪失した部分歯列欠損患者 (Eichner 分類; B3, B4, C1, C2) を対象として、咬合支持喪失状態が [n] 持続発音位に及ぼす影響について検討するとともに、[n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における [n] 持続発音位の安定性についても併せて検討し、以下の結論を得た。

1. 咬頭嵌合位を発音開始位とした場合の、[n] 持続発音位における垂直的開口距離 ([n] 空隙) は、コントロール群, B3 群, B4 群, C1 群, C2 群のいずれの群間においても有意差は認められなかった。

2. 下顎安静位を発音開始位とした場合の [n] 空隙は、コントロール群, B3 群, B4 群, C1 群, C2 群のいずれの群間においても有意差は認められなかった。
3. コントロール群, B3 群, B4 群, C1 群, C2 群の各群における、2 種類の発音開始位 (咬頭嵌合位と下顎安静位) 間での [n] 空隙の有意差は認められなかった。
4. [n] 持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者 (Eichner 分類 C2) における [n] 空隙は、義歯装着後 6 か月までの間において、咬合採得時とほぼ同一の値を示すとともに、有意な値の変化は認められなかった。以上より、[n] 持続発音位は安定性に優れた基準下顎位であることが示唆され、通法の垂直顎間距離決定法と併用した場合、[n] 持続発音位は垂直顎間距離決定における基準下顎位として有用となることが示唆された。

VI. 謝 辞

稿を終えるにあたり、終始御指導、御鞭撻を賜りました環境生体免疫系歯科疫学研究群 口腔衛生学 安井利一教授、理工系歯材応用研究群 歯科補綴学 II 藤澤政紀教授、ならびに機能系正常機能研究群 口腔生理学 村本和世教授に深く感謝申し上げます。

さらに本研究にあたり御援助、御協力いただきました機能保存回復学講座歯科補綴学分野の諸氏に厚く感謝致します。

本論文の要旨の一部は日本顎口腔機能学会第 53 回学術大会 (平成 26 年 10 月 4, 5 日, 松戸) にて発表した。

VII. 文 献

- 1) Costen JB. A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1934; 43: 1-15.
- 2) 角田正明, 大島 徹. 咬合の高さを変えることにより成功した全部床義歯の 1 例. *口腔病会誌* 1953; 20: 271-273.
- 3) Schwartz LL: Temporomandibular joint syndromes. *J Prosthet Dent* 1957; 7: 489-499.
- 4) 渡辺正美, 阪井先行, 津留宏道ほか. 咬合高径を挙上することにより成功した総義歯の 1 症例. *大阪大歯誌* 1965; 10: 121-126.
- 5) 山崎達夫, 佐々木 元, 棟久信宏ほか. Mandibular Kinesiograph と Myo-monitor を併用して咬合挙

- 上を行った1症例. 日補綴歯会誌 1977; 21: 405-411.
- 6) Akagawa Y, Nikai H and Tsuru H. Histologic changes in rat masticatory muscles subsequent to experimental increase of the occlusal vertical dimension. J Prosthet Dent 1983; 50: 725-732.
- 7) 岩堀正俊. 低位咬合による顎関節症患者に対して咬合高径を改善し, 補綴した1症例. 日補綴歯会誌 2007; 51: 316-319.
- 8) 田坂彰規. 咬合挙上および咬合再構成を行った症例. 日補綴歯会誌 2010; 2: 81-184.
- 9) Şakar O, Sülün T, Kurt H, et al. Reliability and comparison of two facial measurements to detect changes of occlusal vertical dimension in complete denture wearers. Gerodontology 2011; 28: 205-208.
- 10) Willis FM. Esthetics of full denture construction. J Am Dent Assoc 1930; 17: 636-642.
- 11) McGee GF. Use of facial measurement in determining vertical dimension. J Am Dent Assoc 1947; 35: 342-348.
- 12) Shanahan TE. Physiologic vertical dimension and centric relation. J Prosthet Dent 1956; 6: 741-747.
- 13) Gillis RR. Establishing vertical dimension in full denture construction. J Am Dent Assoc 1941; 28: 430-436.
- 14) 谷 信吾. 総義歯の垂直顎間距離決定法に関する研究—特に下顎安静位法と嚥下法について—. 広島大歯誌 1985; 17: 154-169.
- 15) Niswonger ME. The rest position of the mandible and centric relation. J Am Dent Assoc 1934; 21: 1572-1582.
- 16) Pleasure MA. Correct vertical dimension and free-way space. J Am Dent Assoc 1951; 43: 160-163.
- 17) Landa JS. The free-way space and its significance in the rehabilitation of the masticatory apparatus. J Prosthet Dent 1952; 2: 756-779.
- 18) Silverman MM. The speaking method in measuring vertical dimension. J Prosthet Dent 1953; 3: 193-199.
- 19) Silverman MM. Determination of vertical dimension by phonetics. J Prosthet Dent 1956; 6: 465-471.
- 20) Morrison ML. Phonetics as a method of determining vertical dimension and centric relation. J Am Dent Assoc 1959; 59: 690-695.
- 21) 末次恒夫. マルチフラッシュ装置による無歯顎の前, 開閉運動並びに下顎位の研究. 日補綴歯会誌 1961; 5: 131-169.
- 22) Mehringer EJ. The use of speech patterns as an aid in prosthodontic reconstruction. J Prosthet Dent 1963; 13: 825-836.
- 23) Pound E. The mandibular movements of speech and their seven related values. J Prosthet Dent 1966; 16: 835-843.
- 24) 三谷 卓. 両唇音と歯音ならびに母音発音時の下顎切歯点矢状面運動について. 歯科医学 1967; 30: 1081-1116.
- 25) 川添堯彬. 下顎安静位の運動学的研究. 歯科医学 1972; 35: 474-507.
- 26) Gillings BRD. Jaw movements in young adult men during speech. J Prosthet Dent 1973; 29: 567-576.
- 27) Murrell GA. Phonetics, function, and anterior occlusion. J Prosthet Dent 1974; 32: 23-31.
- 28) 田中 収. 日本語S発音時の下顎運動に関する研究. 日補綴歯会誌 1980; 24: 628-646.
- 29) 藤井 清. 調音時の下顎位に関する研究—日本語M音, S音における先行母音と後続母音の影響について. 日補綴歯会誌 1984; 28: 34-48.
- 30) 山縣健佑, 高林成日己, 土田 裕ほか. 発音法による義歯咬合高径の決定に関する研究. 日補綴歯会誌 1984; 28: 622-629.
- 31) Burnett CA. Reproducibility of the speech envelope and interocclusal dimensions in dentate subjects. Int J Prosthodont 1994; 7: 543-548.
- 32) Rodrigues Garcia RC, Oliveira VM and DelBel Cury AA. Effect of new dentures on interocclusal distance during speech. Int J Prosthodont 2003; 16: 533-537.
- 33) Boos RH. Intermaxillary relations established by biting power. J Am Dent Assoc 1940; 27: 1192-1198.
- 34) 細井紀雄, 平井敏博, 大川周治ほか. 顎間関係の記録. 細井紀雄, 平井敏博, 大川周治ほか編, 無歯顎補綴治療学. 東京: 医歯薬出版; 2004, 143-156.
- 35) 森本 進. 母音持続発音を応用した顎間垂直距離決定法に関する研究. 広島大歯誌 1993; 25: 342-355.
- 36) 山本裕信, 屋嘉智彦, 中 貴弘ほか. [i], [u], [mi], [mu] および [n] 持続発音時の下顎位の安定性. 明海大歯誌 2004; 33: 209-214.
- 37) 山本裕信, 大森香都良, 栗原美詠ほか. 顎間垂直距離決定の基準下顎位に関する研究—持続発音時における下顎位の安定性—. 明海歯科医学 2008; 37:

- 8-19.
- 38) 大森香都良, 山本裕信, 栗原美詠ほか. 顎間垂直距離決定の基準下顎位に関する研究—全部床義歯装着者における [n] 持続発音時の下顎位—. 明海歯科医学 2009 ; 38 : 9-21.
- 39) Zhang H, Sone M, Yamamoto H, et al. Influence of experimental palatal plate on mandibular position during continuous phonation of [n]. J Prosthodontic Res 2009; 53: 38-40.
- 40) Zhou C, Matsukawa T, Shimokawara S, et al. Influence of experimental palatal plate on mandibular position during continuous [n] phonation and at the physiologic rest position. Odontology 2010; 98: 139-143.
- 41) Liu X, Matsukawa T, Yamamoto H, et al. Influence of experimental palatal plate on mandibular position during continuous [n] phonation in complete denture wearers. J Meikai Dent Med 2010; 39: 65-69.
- 42) 松川高明, 草野寿之, 奥津史子ほか. 垂直顎間距離決定の基準下顎位に関する研究—口蓋床の厚さが [n] 持続発音位に及ぼす影響—. 日顎口腔機能会誌 2012 ; 19 : 28-38.
- 43) Eichner K. Über eine Gruppeneinteilung der Luckengebisse für die Prothetik. Dtsch Zahnärztl Z 1955; 10: 1831-1836.
- 44) 佐古好正. 下顎振動からみた下顎安静位の機能的意義. 日補綴歯会誌 1985 ; 29 : 789-806.
- 45) 細井紀雄, 平井敏博, 大川周治ほか. 印象採得. 細井紀雄, 平井敏博, 大川周治ほか編, 無歯顎補綴治療学. 東京: 医歯薬出版; 2004, 94-113.
- 46) 細井紀雄, 平井敏博, 大川周治ほか. ろう義歯とその試適. 細井紀雄, 平井敏博, 大川周治ほか編, 無歯顎補綴治療学. 東京: 医歯薬出版; 2004, 222-224.
- 47) 奥田啓之. 有床義歯装着後の咀嚼筋活動からみた順応過程に関する研究. 歯科医学 1995 ; 58 : 93-109.
- 48) 小谷博夫, 安部倉 仁, 浜田泰三. 義歯への順応が咀嚼機能に及ぼす影響. 広島歯誌 1990 ; 18 : 21-26.
- 49) Souza RF, Marra J, Pero AC, et al. Effect of denture fabrication and wear on closest speaking space and interocclusal distance during deglutition. J Prosthet Dent 2007; 97: 381-388.
- 50) 祇園白信仁, 大川周治, 小正裕ほか. 全部床義歯装着後の長期管理とトラブルへの対応. 祇園白信仁, 大川周治, 小正裕ほか編, 無歯顎補綴治療の基本. 東京: 口腔保健協会; 2005, 196-198.
- 51) 菅原佳広, 三宅正基, 五味渕泰造. 予後評価. 小出 馨, 星 久雄, 武藤晋也ほか編, 歯科技工別冊 クリニカル・コンプリートデンチャー. 東京: 医歯薬出版; 2000, 164-165.
- 52) 田中貴信. 義歯装着後の変化と対応. 藍 稔, 五十嵐順正編, スタンダード部分床義歯補綴学. 東京: 学研書院; 2006, 225-234.
- 53) Hamlet SL and Stone M. Speech adaptation to dental prostheses: the former lisper. J Prosthet Dent 1982; 47: 565-569.
- 54) 松田一雄. 口蓋床の厚さが咀嚼及び発音機能に及ぼす影響に関する研究. 広大歯誌 1986 ; 18 : 54-71.
- 55) 榎原絵理, 鱒見進一, 安東俊介ほか. 下顎側遊離端症例に対し歯冠内および歯冠外磁性アタッチメントを応用したパーシャルデンチャーの1例. 九州歯科学会雑誌 2006 ; 60 : 136-139.
- 56) 榎原絵理, 鱒見進一, 有田正博ほか. 歯冠外磁性アタッチメントを応用したパーシャルデンチャーの1症例. 日本磁気歯科学会雑誌 2006 ; 15 : 41-46.
- 57) 堀 祥二. 生理的機能を利用した咬合高径決定法に関する研究. 九州歯会誌 1982 ; 36 : 974-988.
- 58) Jankelson B, Swain CW, Crane PF, et al. Kinesiometric instrumentation. A new technology. J Am Dent Assoc 1975; 90: 834-839.
- 59) Jemt T, Karlsson S and Hedegard B. Mandibular movements of young adults recorded by intraorally placed light-emitting diodes. J Prosthet Dent 1979; 42: 669-673.
- 60) 柴田考典. ビジトレナーによる診断と治療. 歯科ジャーナル 1982 ; 16 : 295-306.
- 61) Jemt T and Karlsson S. Computer-analysed movements in three dimensions recorded by light-emitting diodes. J Oral Rehabil 1982; 9: 317-326.
- 62) Lewin A, Lemmer J and van Rensburg LB. The measurement of jaw movement Part II. J Prosthet Dent 1976; 36: 312-318.
- 63) 井上 宏, 西浦 恂, 山下 敦. MKG Analyzer の補正効果. 日補綴歯会誌 1983 ; 27 : 32-39.
- 64) 山縣健佑, 高林成日己, 土田 裕ほか. 義歯の咬合高径の変化が発音時下顎位に及ぼす影響. 日補綴歯会誌 1982 ; 26 : 1108-1117.