顎変形症例に対する発音法による咬合位設定

金 修澤 大谷 俊一 谷口 秀和
積田 正和 山縣 健佑

Determination of Vertical Dimension by Phonetics in a Case of Maxillofacial Deformity

Shutaku Kim, Shunichi Ohtani, Hidekazu Taniguchi,
Masakazu Tsumita and Kensuke Yamagata

Abstract : A method was designed to determine the mandibular positions during speech; in which three phenomena, namely, —(1) the path of the mandibular movements, (2) the spectrogram of the voice, and (3) the voice sound—were simultaneously recorded on the same frame of 16 mm motion picture films.

The method was applied to predict acceptable occlusal vertical dimension (O.V.D.) for a patient with mandibular prognathism before surgical correction.

The O.V.D. was gradually increased by setting resin blocks on the occlusal surface of the mandible.

At various O.V.D., the mandibular positions during pronunciation of /s, sh, m/ were observed.

As a result, it was found that the mandibular positions of each consonants were almost constant regardless of the difference in O.V.D. to some extent.

Within this range, the O.V.D. was increased and the mandible was retruded to the esthetically ideal position by surgery.

Just before the operation, provisional bridges with guide pins and holes were cemented to keep predetermined intermaxillary relation during surgical retrusion of the mandible.

Two and six months after the operation, the mandibular movements during speech showed normal pattern and the precise intercuspal position was established.

Key words : spectrogram of the voice, 16 mm motion picture, occlusal vertical dimension, mandibular prognathism, mandibular movements during speech

I. 緒 論

広範囲の咬合の改善をはかる場合には、まず適切な咬

合高径を推定しなければならない。咬合高径の設定法には、形態学および機能的な各種の方法があるが、いずれによる場合でも最終補綴物が患者の咀嚼、発音などの生理機能の適応範囲内にいることが最も重要である。

発音機能を利用した臨床術式としては [f, s, m] などの発音時下顎位（発音位）から全部床義歯の前歯部被蓋または咬合高径を決定する方法が Silverman^{1,2)}, Pound³⁻⁶⁾, Murrell⁷⁾ らによって提唱されている。しかし、一般に日本語は先行子音と後続母音とが結びついた

昭和大学歯学部第二歯科補綴学教室（主任：山縣健佑教授）
The Second Department of Prosthetic Dentistry, School of
Dentistry, Showa University (Chief: Prof. Kensuke
Yamagata)

昭和62年8月4日受付

図 1 被験者の口腔内写真(正面観)

図 2 被験者の口腔内写真(側面観)

型で発音されるので、発音中の各音の先行子音発音時下顎位を計測することが困難なため、英語などの子音の発音運動を利用する術式をそのままでは適用できない。

そのため、山縣らは、自然で連続的な発音中の子音の発音時下顎位を 16 mm 映画法により観察する解析システムを開発して、有歯顎者および無歯顎者⁸⁻¹³⁾および著しい下顎前突とオーバークロージャー状態を呈する唇顎口蓋裂¹⁴⁾などの症例について、咬合高径を段階的に変化させた場合の発音時下顎位および発音明瞭度への即時的な影響を検討し、発音機能上から適切な咬合高径を推定することを試みてきた。その際に、子音発音の瞬間の画面を判別することが最も重要である。そのため著者らは、従来は FFT Real time spectrum analyzer を用いていたが今回、子音発音時点を確認するモニターとして Speech Spectrographic Display (Spectraphonics 社製 SSD) を使用した。この装置では、音が即時に分析されてブラウン管上に連続的な声紋として表示されるので多くの種類の音の判別が可能となり、先行子音発音時点の確認が容易となった。本報では、このシステムを用いて、顎変形症によるオーバークロージャーのため咬合挙上が必要と考えられる 1 症例について観察した。

II. 症 例

患 者：初診時 23 歳の女性

主 訴：咬合および審美性の改善

現 症：オーバークロージャーを伴う骨格性下顎前突症で、中心咬合位での中切歯部の垂直被蓋は 8 mm、水平被蓋は -4 mm、安静位空隙量は 11 mm である(図 1, 2)。

治療計画：本学、第一口腔外科および矯正科とのチームアプローチにより治療方針を検討した。その結果、本

症例では患者が矯正治療を希望しないため補綴的咬合挙上と外科的下顎後退術を併用し、以下の方針で治療を進めることにした。すなわち、

1. 咬合挙上に対する機能的適応範囲を知るため発音法による観察と下顎運動の記録を行う。
2. 適切な咬合位を想定し、その位置で咬頭嵌合するような暫間ブリッジを上下顎臼歯部に製作する。このブリッジには、フックと固定装置を設けて下顎後退手術時の顎間固定時の固定源としても役立てるため下顎後退術直前にセメント合着する。
3. 下顎枝矢状分割法による下顎後退と咬合挙上。
4. 手術後の発音位と下顎運動の観察により咬合位を確認する。
5. 暫間ブリッジを最終補綴装置に変更する。

III. 計測方法

1. 実験用咬合挙上シーネの作製

Hinge axis を後方基準点としてフェイスポートランスファーを行い咬合器 (Dentatus ARL 型) に模型を付着した。中心咬合位における切歯指導釘の長さを基準位置、すなわち「0 mm」として、ここから指導釘を順に長くした状態で、下顎臼歯部に即時重合レジン盛って咬合させた。これらの各レジンプロックを中心咬合位からの切歯指導釘の目盛の増加量に応じて「5, 8, 15, 20 mm」と名づけた(図 3)。レジンプロックは患者の口腔内で適合させ咬合面の調整を行った。調整の後の、それぞれのレジンプロックを装着して咬合した状態の切歯点の位置を MKG で計測したところ、挙上量は実際には表 1 のような数値となったが、以後レジンプロックを装着しない状態を「0 mm」、各レジンプロックを装着した状態を「+5 mm」、「+8 mm」、「+15 mm」、「+20 mm」と

図 3 咬合挙上用レジンプロック

表 1 各シーネ装着時の MKG 上での挙上量

切歯指導釘	+5 mm	+8 mm	+15 mm	+20 mm
OA	-3.2	-4.2	-6.9	-9.2
AP	-3.5	-4.6	-8.0	-11.2

(mm)

呼ぶ。なお、この症例では「+15 mm」の挙上量で切端咬合の状態になった。

2. 下顎運動の観察方法

MKG のマグネットを下顎天然前歯唇面に付着する。実験用レジンプロックを装着しない状態の中心咬合位を基準としてセンサーを設定して、ブラウン管上に中心咬合位および前方滑走運動路を描記し、ストアした後に、発音時の切歯点の矢状面投影運動軌跡を連続的に 16 mm シネカメラにより撮影した。さらにセンサーの位置を同一に保ちながら、実験用レジンプロックを順に交換して記録した。同様にして下顎後退術後 2 カ月と 6 カ月に記録を行った。

3. 被験音

被験音は、「サ行音の組合せ表」(25 語音)、「マ行音の組合せ表」(25 語音)、短文「桜の花が咲きました」¹⁵⁾ である。これらの被験音を通常の会話時の声の大きさ、速さで各条件ごとに 3 回繰返して発音させた。

4. 記録装置

1) 発音時下顎運動と声紋の同時記録および分析法
発音時の切歯点の運動を mandibular kinesigraph (MKG) (Myo-Tronics Research 社製 Model K5R) を用いて、ブラウン管上に矢状面 X-Y 座標として表示する。一方、被験者の音声を Speech Spectrographic

図 4 16 mm シネカメラによる下顎運動、音声スペクトラムの同時記録法および 16 mm フィルムの解析システム

Display (Spectraphonics 社製 Model 3) により即時に分析してブラウン管上に声紋として表示する。この両画面を、二現象撮影装置を付着した同時録音装置付 16 mm シネカメラ (Eclair 社製 ACL 型) により撮影し、同時にフィルム上に音声の録音を行った。このようにして、同一画面上に切歯点の運動軌跡、声紋、および音声と同時に記録できる。以上のようにして得られたフィルムを解析用映写機 (Bell & Howell 社製 Filmo Sound 7302) によって、Gradicon system (Intronics 社製) の digitizing table 上に投影し、コントローラーにより適宜コマ送りしながら、フィルム上に録音されている音、および声紋を参照して先行子音部の発音時の画面を求め、MKG 上の切歯点の位置の計測を行った。そして、中心咬合位、および前方滑走運動路に対する発音位的位置関係をコンピューター (Panafacom U-300) で集計し、同時に X-Y プロッターにより作図を行った。なお、撮影時および投影の際の画面の歪はフィルム上に写し込んだスケールを利用してグラディコン上でコンピューターにより補正した (図 4)。計測項目は、図に示す通りである (図 5)。

2) 咬合力の測定法

下顎後退術術前の咬合力を日本光電社製 MPM-300 により測定した。

3) 顎頭運動の記録

Pantronic (Denar 社製) により術前と術後の下顎運動を記録し比較した。

図 5 MKG による矢状面における発音位の計測法

O : 中心咬合位 P : 発音時の下顎位

表 2 発音位の計測結果

	s		ʃ		m	
	OA	AP	OA	AP	OA	AP
+ 0 mm	-7.0 (0.4)	-9.0 (0.4)	-6.5 (0.3)	-8.4 (0.4)	-8.3 (0.8)	-10.2 (0.6)
+ 5 mm	-4.1 (0.6)	-5.1 (0.7)	-3.9 (0.5)	-5.0 (0.6)	-5.8 (0.8)	-7.0 (0.7)
+ 8 mm	-3.0 (0.4)	-4.2 (0.7)	-2.9 (0.4)	-4.0 (0.6)	-4.5 (0.9)	-6.2 (1.0)
+ 15 mm	-0.7 (0.4)	-0.6 (0.4)	-0.5 (0.3)	-0.4 (0.3)	-3.3 (1.1)	-2.3 (0.7)
+ 20 mm	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.1 (0.2)	-0.2 (0.2)	-1.7 (1.1)	-0.7 (0.7)
術後 2 M	-1.4 (0.3)	-1.2 (0.4)	-1.2 (0.2)	-0.8 (0.3)	-2.6 (0.8)	-1.8 (0.7)
術後 6 M	-1.2 (0.3)	-1.8 (0.3)	-1.0 (0.1)	-1.4 (0.2)	-3.1 (1.1)	-4.2 (1.3)

各条件における咬合接触位(0)からの垂直距離の平均値および標準偏差( )内, 単位: mm

IV. 術前の計測結果

1. 発音位の計測結果(表2)

1) 「サ行音」の計測結果

図6に示すように[s]発音位は「0~+15mm」までは咬合高径の変化にもかかわらず, 上下的に0.5mm以内の範囲にまとまって存在している。その位置はシーネなしの状態より10mm以上開口した位置であるが, 「+15mm」の中心咬合位からは直線的に0.8~1.1mmの距離である。また標準偏差は, どの挙上量においても上

図 6 各条件での[s]発音時下顎位の平均および標準偏差(術前)

図 7 各条件での[ʃ]発音時下顎位の平均および標準偏差(術前)

下的にも水平的にも比較的小さく, 発音位は安定していた。しかし「+20mm」では[s]発音中に上下歯列が接触している。

[ʃ]発音位も[s]発音位の場合とほぼ同様の結果であった(図7)。

発音位の相対的な垂直的变化をみると[s], [ʃ]発音位は共に「0~+15mm」の間では咬合を挙上してもほぼ同じレベルにある(図8)。

2) 「マ行音」の計測結果

図9に示すように[m]発音位は, 咬合挙上に従って後下方に移動していくが, 「+15mm」までの平均値は上下的に1mm以内の範囲にまとまって存在する。しかし, 「+20mm」では, それらの後下方に離れている。

また[m]発音位は, [s], [ʃ]発音位に比べ標準偏差

図 8 挙上量に伴う発音位の垂直的变化と咬合力

図 9 各条件での [m] 発音時下顎位の平均および標準偏差 (術前)

が大きく上下的にも前後的にもばらつきが大きい、特に上下的ばらつきは「+15 mm」と「+20 mm」で大きくなる。

[m] 発音位の相対的な垂直的变化をみると「0～+15 mm」の間では咬合を挙上しても発音位はほぼ同じレベルにある (図 8)。

3) 短文「桜の花が咲きました」の計測結果

図 10 に示すように各先行子音の発音位は後方開口路に近接して帯状に分布しているが、最も上方に位置する発音位でも「+15 mm」の中心咬合位よりも下方にある。

「0～+15 mm」の範囲では各挙上量でのそれぞれの先行子音の発音位の分布はほぼ一致しているが、「+20

図 10 各条件での「桜の花が咲きました」の先行子音発音時の下顎位

mm」での発音位だけが下方に離れている。

2. 咬合力の測定結果

図 8 に示すように咬合力は挙上量の増加に従って「0 mm」から増加し、「+15 mm」でピークに達するが「+20 mm」では減少して「+5 mm」の場合より小さくなる。

3. エレクトロニック・パントグラフの結果

シーネなしの状態での測定ではイミディエイト・サイドシフトは右 0.3 mm, 左 0.1 mm, プログレッシブ・サイドシフトは右 4°, 左 8° であった。

V. 処置経過

前述の計測結果で、[s], [f], [m] 発音位が安定している範囲、および「桜の花が咲きました」での発音位の分布から、発音機能上「+15 mm」までは咬合挙上が可能であるが「+20 mm」では高すぎると判定した。そして本症例では上下顎前歯部それぞれ単独での歯列は整っている、上下顎臼歯部の歯冠補綴と下顎後退術によって前歯部の被蓋を改善する方針とし、以下の順序で処置を行った。すなわち、

1. 「+15 mm」(切端咬合位) までの挙上量の範囲で前歯部の垂直被蓋および水平被蓋が望ましい量になる位置に中心咬合位を規定する。このような対向関係の予測には、プラスターレス咬合器 MK II 型を使用した。この咬合器では同一模型で咬合関係を 3 次的に自由に変更して規定できる (図 11)。

2. 下顎を新たな中心咬合位に誘導して顎間固定する

図 11 プラスターレス咬合器 MK II 型

図 14 顎間固定中の口腔内写真

図 12 暫間ブリッジ

図 15 暫間ブリッジの咬合面のピンと頬面のフックを削除した状態の口腔内写真

VI. 手術後の計測結果

下顎後退術後 2 カ月に顎間固定を除去した時の口腔内の観察では、中心咬合位では中切歯の垂直被蓋 3 mm で、水平的には上顎前歯口蓋面に下顎前歯の唇面が密接していた。また安静空隙量は前歯部で約 4 mm であった。

また、術前術後の頭部 X 線規格写真を重ねあわせてトレースし、下顎中切歯切端の移動量を計測した。その結果、直線的には後下方へ約 10 mm、カンペル平面に垂直な方向では下方に約 6 mm 移動していた (図 16)。

手術後 2 カ月後と 6 カ月後に発音位の観察およびパントグラフ法により顎運動の記録を行った。

1. 発音位の計測結果 (表 2, 図 17)

[s], [ʃ] 発音位は、手術後 2 カ月では、中心咬合位より 1.5 mm 以上離れて、互いに近接しているが、6 カ月後には術後 2 カ月の発音位と上下的にはほぼ同じ位置で、水平的にはやや後方に移動している。標準偏差は術

図 13 暫間ブリッジがセメント合着された状態の口腔内写真

ために、咬合面に誘導孔とピンおよび頬面にフックの付いた暫間ブリッジを金銀パラジウム合金で作製し、手術直前にセメント合着した (図 12, 13)。

3. 本学第一口腔外科において下顎枝矢状分割法による下顎後退術と顎間固定を行った (図 14)。

4. 手術後約 2 カ月に顎間固定を除去し、咬合面のピンと頬面のフックを削除した (図 15)。

図 16 下顎後退術前、術後のセファロ重
ね合せトレース

後 2 カ月、6 カ月共に上下的にも前後的にも小さく、発音位は安定している。

[m] 発音位は、2 カ月後では中心咬合位より約 3 mm 離れて位置していたが、6 カ月後に 2 カ月後の発音位より上下的に 0.5 mm 下方、水平的には 2.4 mm 後方に移動した。標準偏差は 2 カ月後、6 カ月後共に上下的にも前後的にも大きく、発音位のばらつきは大きい。

短文「桜の花が咲きました」の発音時にも上下歯列は接触することなく、最上方位にある子音発音位でも中心咬合位から 0.8 mm 以上の距離を保っている (図 18)。

2. 咬合力の測定

手術後 2 カ月、6 カ月共に十分に咬みしめることができないため測定不能であった。

3. エレクトロニック・パントグラフの結果

手術後 6 カ月には開口障害がなくなり、スムーズな滑走運動が出来るようになったのでパントグラフ法により顎運動の記録をした。その結果、イミディエイト・サイドシフトは右 0.1 mm、左 0 mm で、術前に比べ左右ともわずかに減少し、プログレッシブ・サイドシフトは右 9°, 左 18° で術前に比べ左右とも増加した。

VII. 考 察

1. 発音位の計測方法について

われわれは、すでに本実験と同様の方法を用いて有歯顎者および無歯顎者について発音位の観察を行っているが、その結果、[s], [ʃ] 発音位は個人差はあるが、各個人については前後の音にかかわらず特定の下顎位となることを認めた^{8,9)}。しかし、無歯顎者では、義歯の咬合高径

図 17 下顎後退術後 2 カ月、6 カ月の [s], [ʃ], [m] 発音時の下顎位の平均および標準偏差

図 18 下顎後退術後 2 カ月、6 カ月の「桜の花が咲きました」の先行子音発音時の下顎位

を変化させると、それに即応して、[s], [ʃ] 発音位も異なった下顎位となるが、一方、[m] 発音位は咬合高径が変化しても、それに応じた垂直的変化は少なく、比較的一定の下顎位を保つ傾向がみられることを報告した^{11,12)}。

このように、発音位は、与えられた咬合条件に応じて即時に適応的な変化をするものと思われるが、オーバークロージャなど咬合の異常な症例に対しては、発音位の推移を計測することによって咬合挙上の許容範囲を推定できるものと考えられる。

この方法は、特に本症例のように審美的な要求から大幅な咬合挙上が必要な場合に、機能的な適応範囲を予想するのに有効であると思われる。ただし、至適な咬合位を予測するためには、各種の子音の自然で連続的な発音中の下顎運動、すなわち発音位を測定する必要があり、その際に、子音の発音時点を正確に判定することが重要

図 19 最終補綴物装着時口腔内（正面観）

図 20 最終補綴物装着時口腔内（側面観）

である。そのため本研究では、音の視覚的なモニターとして SSD を使用した。この装置では、音が即時に連続的に分析されて、周波数対振幅対時間の三次元の声紋パターンとしてブラウン管上に表示される。したがって、フィルムを低速あるいは静止画面として映写しながら、記録されたパターンを観察することによって多くの種類の音が識別可能となった。

2. 咬合位の設定法について

さきの報告では、発音機能の面からみた適応可能な咬合高径の範囲は、① [s], [ʃ] の発音位が、与えられた中心咬合位と一定の間隙を保って変化し、② [m] 発音位は、ほぼ一定の間隙のレベルを保てる高径であると仮定した。

本症例では、術前の [s, ʃ] の発音位は中心咬合位から約 8 mm 開口した位置であった。これは正常咬合者の平均値 (1~2 mm) よりも明らかに大きい。そして「+15 mm」のシーネによる咬合挙上 (MKG 上の切歯点では 6.9 mm) まで、ほぼ一定の顎位を保っているが「+20 mm」(9.2 mm) では上下歯列が衝突した。[m] 発音位も「+15 mm」までは一定のレベルであるが、「+20 mm」では後下方に移動している。短文の発音でも「+15 mm」までは一定のレベルであるが、「+20 mm」では後下方に移動している。

そこで、「+15 mm」のシーネ装着時の咬合高径までは適応可能と判断した。ただし本症例のような先天的な咬合の異常の場合には、習慣的な発音様式そのものが異常であるため、患者の術前の発音位から直ちに咬合位を設定するのは危険である。むしろ、主として審美的な観点から与えた新しい環境へ適応が可能かどうかを推測することになる。そのため、「+15 mm」のシーネ、すなわち切端咬合位よりも低く、垂直被蓋が約 3 mm となる咬合

高径で、外科手術によって下顎を後退させ新たな中心咬合位を設定した。

そして、手術後に下顎運動を観察したが、[s], [ʃ] 発音位は手術前、術後を通じて一定の位置にあり、[m] 発音位もほとんど同一位置であった。また、日常会話に近い連続的な「桜の花が咲きました」の発音においても、最も上方にある発音位でも上下歯列が接触することなく、発音に支障は生じなかった。

また顎間固定を除去し、暫間ブリッジの誘導ピンを削除した後の咬頭嵌合位は、きわめて安定しており、連続的なタッピング運動でも一定位置に閉口していた。したがって暫間ブリッジをそのまま使用して術後の観察を行い、この顎位を保つようにしながら順に暫間ブリッジを撤去し、臼歯部の最終歯冠補綴に移行させることができた (図 19, 20)。

このように術前に機能的な顎位を予測することによって最少限の範囲の補綴処置で機能に調和した良好な治療結果が得られたものと思われる。

VIII. 結 論

咬合挙上が必要と考えられる下顎前突症の 1 症例について、子音発音時の下顎位 (発音位) を 16 mm 映画法によって計測して咬合高径を設定することを試みた。

計測方法：咬合高径を段階的に挙上するレジンシーネを装着し、サ行音、マ行音の組合せ、短文「桜の花が咲きました」を発音させた。子音発音時点を確認するためのモニターとして SSD (Speech Spectrographic Display) を使用した。これによってブラウン管上に即時に連続的に表示される声紋と、MKG による下顎切歯点の運動軌跡を同時録音型 16 mm シネカメラによって音声とともにフィルム上に同時記録し、Gradicon に投

影して先行子音の発音位を計測した。

計測結果：

(1) [s] 発音位は、切歯指導釘部で「+15 mm」まで咬合を挙上しても、その時点の咬合位よりも下方にあるが、「+20 mm」の挙上では、上下歯列が衝突した。

(2) [m] 発音位は、「+15 mm」までは一定の位置にあるが、「+20 mm」では下方に移動している。

(3) 短文中の先行子音の発音位も「+20 mm」では「+15 mm」の咬合位より下方に位置した。

(4) 以上から、「+15 mm」シーネ装着時の高径まで咬合挙上が可能であると判定し、咬合挙上量および下顎後退位置を規定するための臼歯暫間ブリッジを作製し、顎間固定に使用した。

(5) 手術後 2 カ月、および 6 カ月の計測では、[s], [f] 発音位は中心咬合位と垂直的に 1 mm 以上の間隙を保ち、[m] 発音位は中心咬合位と垂直的に約 3 mm の間隙があった。また短文の発音中にも上下歯が衝突することとはなかった。

(6) 手術後 1 年においても発音機能上は良好で、タッピング運動による咬合位もきわめて安定し暫間ブリッジの咬頭嵌合位に一致していた。

稿を終えるにあたり、手術を担当され、終始ご懇篤なるご指導を賜りました昭和大学歯学部第一口腔外科学教室、道 健一教授に深く感謝の意を表します。

なお、本論文の要旨は、第 74 回日本補綴歯科学会学術大会 (1985 年 10 月、東京) において発表した。

文 献

- 1) Silverman, M.M. : Accurate measurement of vertical dimension by phonetics and the speaking centric space, Dental Digest, 57 : 261, 308~311, 1951.
- 2) Silverman, M.M. : Determination of vertical dimension by phonetics, J Prosthet Dent, 6 : 465~471, 1956.
- 3) Pound, E. : The mandibular movements of speech and their seven related values, J Prosthet Dent, 16 : 835~841, 1966.
- 4) Pound, E. : Utilizing speech to simplify a personalized denture service, J Prosthet Dent, 24 : 586~600, 1970.
- 5) Pound, E. & Murrell, J.A. : An introduction to denture simplification, J Prosthet Dent, 36 : 570~580, 1971.
- 6) Pound, E. : Controlling anomalies of vertical dimension and speech, J Prosthet Dent, 36 : 124~135, 1976.
- 7) Murrell, G.A. : Phonetics, function and anterior occlusion, J Prosthet Dent, 32 : 23~31, 1974.
- 8) 関谷俊治, 幸田悟朗, 井田博久, 渡辺信行, 中広哲也, 竹内敏郎, 山縣健佑 : 有歯顎者および義歯装着者の発音時の下顎運動, 補綴誌, 24 : 689~702, 1980.
- 9) 幸田悟朗, 関谷俊治, 戸高勝之, 高林成日己, 土田 裕, 清水玲子, 竹内敏郎, 積田正和, 山縣健佑 : 義歯装着者の発音時下顎運動に関する研究, 補綴誌, 26 : 697~709, 1982.
- 10) 山縣健佑, 高林成日己, 土田 裕, 清水玲子, 豊田芳行, 関谷俊治, 竹内敏郎, 積田正和, 田中 收 : 義歯の咬合高径の変化が発音時下顎位に及ぼす影響, 補綴誌, 26 : 1108~1117, 1982.
- 11) Yamagata, K., Tsumita, M., Takeuchi, T., Takabayashi, S., Tsuchida, Y. : The use of phonetics in determining the vertical dimension of occlusion, J Showa Univ Dent Soc, 2 : 139~147, 1983.
- 12) 山縣健佑, 高林成日己, 土田 裕, 竹内敏郎 : 発音機能を利用して咬合高径を設定した症例, 歯界展望, 64 : 75~82, 1984.
- 13) 山縣健佑, 高林成日己, 土田 裕, 清水玲子, 田中 收, 高相利次, 斎藤 馨, 小沢宏彦 : 発音法による義歯咬合高径の設定に関する研究, 補綴誌, 28 : 622~629, 1984.
- 14) 土田 裕, 高林成日己, 豊田芳行, 田中 收, 竹内敏郎, 積田正和, 山縣健佑 : 咬合高径の増加が発音に及ぼす影響, 補綴誌, 27 : 1040~1048, 1983.
- 15) 山縣健佑 : 発音試験用標準日本語彙に関する研究, 補綴誌, 8 : 173~217, 1964.