MKG を用いた各種顎間垂直距離決定法の 比較に関する実験的研究

津留 宏道* 河村 久輝** 山崎 達夫** 岡根 秀明*
赤川 安正* 谷 信吾* 佐々木 元* 佐藤 隆志*

A Comparative Study on the Methods of Determining Vertical Jaw Relation Using Mandibular Kinesiograph

Hiromichi Tsuru*, Hisaki Kawamura**, Tatsuo Yamasaki**,
Yasumasa Akagawa*, Hideaki Okane*, Shingo Tani*,
Hajime Sasaki* and Takashi Sato*

距離の差を前歯部で測定した値である。

緒 言

多数歯あるいは全歯の欠損によって、咬合を喪失した症例に対して補綴処置を行う場合、3次的に適正な上下顎の位置的関係を決定することは良好な予後を図るうえできわめて重要な意味をもっている。

上下顎の位置的関係の決定法に関しては従来から多数の方法¹⁻¹¹⁾が提唱されてきたが、いまだ絶対的な方法がなく、下顎位は下顎位決定の方法によって必ずしも一致しないと考えられる。そこで、各種方法によって記録される下顎位にどの程度の差が生じ、いずれの方法がより確実性を有するかを検討する必要がある。

今回われわれは、上下顎の3次的な位置関係のうち、特に垂直的位置関係の差異を検討する目的で、一般に応用されている下顎安静位法^{1,2)}、嚥下法^{3,4)}、Myomonitor法⁵⁻⁸⁾および発音法⁹⁻¹¹⁾によって得られる顎間垂直距離を測定し、それぞれについて比較検討を加えた。なお本研究における顎間垂直距離とは、上記の方法で得られる下顎位と中心咬合位における下顎位との垂直

材料ならびに方法

1. 被験者

顎口腔の機能および咬合関係に異常が認められず、多数歯にわたる歯冠修復物がなく、異常な舌習慣を有さず、かつ矯正治療を受けた経験のない20歳代の男女有歯顎者30名(男性15名、女性15名、平均年齢25.0歳)を選択した。また、顎間垂直距離との相関関係を検討するために、被験者全員のover bite量および身長を計測した(表1)。

2. 下顎位の記録

静かな室内で被験者に垂直座位をとらせ、眼耳平面が床と平行になるよう安頭台を用いて頭部を固定した(図1)。

以下の5種類の下顎位をMandibular Kinesiograph(Myotronics Research社製、K5-R型、以下MKGと略す)を用いて、各方法につき10回ずつ記録した。

a. 任意の下顎安静位

被験者がリラックスした状態で、少なくとも5分間上下歯牙を接触させないように命じ、下顎が安定した時点で、その下顎位と中心咬合位を記録した。

b. 嚥下後の下顎位(図2)

上下歯牙の接触を伴うから嚥下を行わせ、嚥下前か

* 広島大学歯学部歯科補綴学第1講座(主任:津留宏道教授)

** 広島県

Department of Removable Prosthodontics, Hiroshima University, School of Dentistry (Chief: Prof. Hiromichi Tsuru)

昭和55年8月29日受付

表 1 被験者の性別, 年齢, over bite および身長

MALE				FEMALE			
Subject No.	Age (Y)	Over bite (mm)	Stature (cm)	Subject No.	Age (Y)	Over bite (mm)	Stature (cm)
1	26	2.1	171.5	16	24	1.6	157.0
2	27	4.4	169.0	17	23	3.2	163.5
3	26	3.0	169.0	18	23	3.8	156.0
4	25	0.9	168.0	19	22	6.2	166.0
5	27	0.5	170.5	20	23	2.2	150.0
6	24	4.5	165.0	21	24	3.8	161.0
7	28	4.8	174.0	22	24	5.0	156.0
8	28	4.0	164.0	23	23	3.8	158.0
9	26	1.2	164.5	24	25	2.9	164.5
10	29	2.5	168.0	25	24	2.4	162.5
11	26	2.0	170.5	26	25	0.0	161.5
12	29	6.6	170.0	27	23	2.5	158.0
13	24	5.5	169.5	28	23	0.0	166.0
14	23	2.1	173.5	29	24	2.0	160.0
15	28	0.4	155.0	30	25	3.8	150.0

図 1

ら, 嚥下後に下顎が安定するまでの下顎位の変化を記録した。

c. Myo-monitor 刺激による下顎位 (図 3)

Myo-monitor (Myo-tronics Resarch 社製 J3 型) で 15 分間刺激後および 30 分間刺激後の下顎位のほか, 中心咬合位も記録した。

Myo-monitor pulse の amplitude は閾刺激より 1 ステップ高い大きさとした⁶⁾。

図 2 嚥下前後の下顎位の変化

嚥下後下顎位が安定した部位 (矢印) を測定した

d. サ行音およびマ行音先行子音 発音時の下顎位 (図 4)

被験者にサ行音 [sa], [shi], [su], [se], [so], およびマ行音 [ma], [mi], [mu], [me], [mo] を発音させ, そのときの下顎位および中心咬合位を記録した。なお各先行子音発音時の下顎位を明確にするため, 対照として母音 [a], [i], [u], [e], [o] 発音時の下顎位を記録した。

発声の大きさは被験者から 1m 離れた位置で 2 名の術者が明瞭に聞きとれる大きさ, すなわち通常会話程度とし, 1 音 1 音明確に発音させたが, 速さは任意とした。

図 3 Myo-monitor 刺激による下顎位
Pulse が発射されていない部位 (矢印) を測定した

図 4 サ行音発音時の下顎位の変化
先行子音の発音部位 (矢印) を測定した

3. 下顎位の測定

下顎位の変化は MKG のブラウン管上で観察するとともに、写真撮影 (ポラロイドコーポレーション社製タイプ 667) した。

上記 2 の a~d の条件における顎間垂直距離を、これらの写真上で測定した。各方法とも 10 回の記録の平均値を算出し、測定値とした。

結 果

1. 任意の下顎安静位および嚥下後の下顎位について (表 2) (図 5)

任意の下顎安静位における顎間垂直距離 (安静空隙

表 2 任意の下顎安静位、嚥下後および Myo-monitor 刺激による顎間垂直距離の全被験者の平均値および標準偏差

Voluntary rest position	1.02±0.40 mm
After swallowing	1.07±0.44 mm
Myo-monitor pulsing	
15 min. after	1.55±1.09 mm
30 min. after	1.97±1.09 mm

図 5 各方法によって得られた顎間垂直距離の全被験者の平均値と標準偏差

量) の全被験者の平均値は 1.02 ± 0.40 mm であった。嚥下後の顎間垂直距離は 1.07 ± 0.44 mm であった。

2. Myo-monitor 刺激による下顎位について (表 2) (図 5)

Myo-monitor によって 15 分間刺激後における顎間垂直距離は 1.55 ± 1.09 mm, 30 分間刺激後における顎間垂直距離は 1.97 ± 1.09 mm であった。15 分間刺激後の顎間垂直距離が任意の下顎安静位のそれと同じか、わずかに小さい者が 14 名, より大きい者が 16 名であった。被験者の $2/3$ は下顎安静位と 15 分間刺激後の下顎位の差

表 3 サ行音およびマ行音先行子音発音時における顎間垂直距離の全被験者の平均値および標準偏差

Pronunciation	(mm)
[sa]	1.08±1.02
[shi]	1.19±0.94
[su]	1.17±0.92
[se]	1.20±1.04
[so]	1.66±1.56
[ma]	3.37±2.38
[mi]	3.29±1.41
[mu]	2.37±1.25
[me]	2.10±1.09
[mo]	5.38±2.34

が 0.5 mm 以内であった。以上のことは嚥下後と 15 分間刺激後の顎間垂直距離を比較した場合も同様に認められた。

3. 発音時の下顎位について (表 3) (図 5)

サ行先行子音発音時の顎間垂直距離は [sa]: 1.08±1.02 mm, [shi]: 1.19±0.94 mm, [su]: 1.17±0.92 mm, [se]: 1.20±1.04 mm, [so]: 1.66±1.56 mm であった。これらの値は任意の下顎安静位あるいは嚥下後の下顎位の場合と近似した値を示したが、被験者間の差はいっそう大きかった。[shi] 発音時と任意の下顎安静位における顎間垂直距離を比較すると、0.5 mm 以内の差を示す者が 17 名、1.2 mm 以上の差を示す者が 9 名認められた。他の 4 音 ([sa], [su], [se], [so]) もほぼ同様の結果を示した。

マ行先行子音発音時の顎間垂直距離は [ma]: 3.37±2.38 mm, [mi]: 3.29±1.41 mm, [mu]: 2.37±1.25 mm, [me]: 2.10±1.09 mm, [mo]: 5.83±2.34 mm であった。

いずれも任意の下顎安静位あるいは嚥下後の下顎位の場合より有意に大きい値を示し、被験者間の差もきわめて大きかった。

4. 被験者の over bite および身長と顎間垂直距離の相関関係 (表 4)

Over bite あるいは身長と、任意の下顎安静位、嚥下後、Myo-monitor 刺激後、および [mu] 発音時の下顎位のそれぞれにおける顎間垂直距離との間には有意な相関関係は認められなかった。Over bite と [shi], [su], [se] 発音時の顎間垂直距離および身長と [shi], [su] 発音時の顎間垂直距離との間に有意な正の相関関係を認めた。

表 4 Over bite および身長と各方法によって得られた顎間垂直距離との相関係数

	Over bite	Stature
Voluntary rest position	-0.152	-0.219
Swallowing	-0.220	0.343
Myo-monitor		
15 min.	-0.134	-0.180
30 min.	-0.287	-0.293
Pronunciation		
[sa]	0.620**	0.243
[shi]	0.559**	0.670**
[su]	0.821**	0.458*
[se]	0.522**	0.176
[mu]	0.247	-0.243
Over bite	—	-0.138

** 0.01 ≥ P
* 0.05 ≥ P > 0.01

Over bite と身長との間には有意な相関関係はなかった。

考 察

義歯の咬合高径が不適当な場合、咀嚼機能が低下する¹²⁾のみならず、顎口腔系の諸組織に為害作用を及ぼすといわれている^{13,14)}。しかし、いまだ理論的で精度の高い咬合高径決定法は確立されていない。

咬合高径の決定法として現在応用されている方法には、大別して形態学的方法 (X線セファロ分析法, 顔面計測法), 機能的方法がある。機能的方法¹⁵⁾としては、(1) 下顎安静位法^{1,2)}, (2) 嚥下法^{3,4)}, (3) Myo-monitor 法⁵⁻⁸⁾, (4) 発音法⁹⁻¹¹⁾, (5) 咬合力を応用する方法¹⁰⁾, (6) 筋電図法¹⁷⁾, (7) 患者の感覚による方法^{18,19)}などが挙げられる。

このうち咬合力および筋電図を応用する方法では、顎位の決定は困難であるという報告もみられる^{17,20)}。患者の感覚を応用する方法は、いわゆる screw jack 法と呼ばれ、下顎の位置感覚を利用する方法であるが、まだ一般的とはいえない。そこで今回われわれは上記の方法のうち、しばしば用いられる(1)~(4)の方法をとり上げ、それらを相互に比較検討することにした。なお、発音法の場合は、[s] 発音時に下顎が最も上顎に近づく、安定した位置をとると報告されている^{9,10)}ことからサ行音発音時、また [m] 発音時に下顎は安静位に近似した位置をとるといわれている¹¹⁾ことからマ行音発音時の顎位を記録することにした。

下顎位の変動を記録するために MKG を用いた。本装

置は生理的条件下で顎運動を観察、記録できるため、従来、観察が困難であった嚥下時および発音時の下顎位の変化を容易にとらえることができた。MKG は臨床における上下顎関係記録の際にもきわめて有効であると思われる。しかし、本装置から得られる下顎運動軌跡は歪を含んでおり、定量分析を行うためには軌跡を修正する必要がある^{21), 22)}。そこで、あらかじめ5名の被験者について未修正の値とコンピュータによる修正後の値を比較してみた。その結果、未修正のz軸の値(verticalの値)は修正後の値より3~5%小さい値を示したにすぎなかった。本研究における測定範囲が原点から数mm程度の部分に限られていたためであろう。そこで、以後の記録はコンピュータによる修正を行わず、直接写真に撮影して測定した。

嚥下後の下顎位あるいは Myo-monitor 刺激による下顎位が被験者の頭位によって変動するといわれている^{6), 23)}。発音時の下顎位も頭位によって変動する可能性があるため、予備実験として、眼耳平面を床と平行にした場合、頭部を約30度前屈および後屈させた場合のサ行音発音時の下顎位を比較検討した。被験者は30名のうちから over bite 量の異なる男性3名を選択した。その結果、いずれの被験者においても頭位の変化によって発音時の顎間垂直距離が0.2~0.8mm 変化することがわかった。そこで本実験では、被験者の眼耳平面を床と平行に保つために安頭台を用いて頭部の安定を図った。

本研究の結果、任意の下顎安静位および嚥下後の下顎位における顎間垂直距離は1.02mm および1.07mm であり、ともに被験者間の差が少なく、ほぼ一定していた。安静空隙量の平均値は一般に2.0~3.0mm であるといわれている²⁴⁾。本研究では、MKG の軌跡が未修正であるので真の値よりわずかに小さい値が得られていることを考慮しても、一般にいわれているより小さい値であった。安静空隙量は人種、年齢によって異なると考えられ、いっぽう、観察、記録法によっても差が生ずると思われる、どの程度の値が真の値であるかは即断できない。本研究では、日本人青年男女30名について、MKG を用いて記録した結果、前述の値であったと述べるにとどめる。

Eliasson²⁵⁾ は任意の下顎安静位を利用する方法が発音法や嚥下法よりも確実であると報告している。たしかに発音法が後述するように前歯の被蓋、体格等、個人の持つ解剖学的条件に左右される可能性があるのに対して、任意の下顎安静位がより一定しているように思われる。一方、嚥下後の値は、本研究の結果、任意の下顎安静位の

ものにきわめて近似しており、被験者間の差も少なかった。嚥下法を応用する場合、嚥下させる物の性質や量が嚥下後の下顎位に影響を及ぼすと考えられる。このため研究者によって評価が異なるのであろう。本実験では歯牙の接触を伴うから嚥下を行わせたため、被験者間の差が少なかったと考えられる。

Myo-monitor 刺激による顎間垂直距離は任意の下顎安静位あるいは嚥下後の下顎位におけるそれよりやや大きい値を示した。

任意の下顎安静位と Myo-monitor 刺激による下顎位のどちらが被験者固有の、真の下顎安静位であるのかは、本研究では明らかにし得ない。

崔²⁶⁾ は Myo-monitor 刺激時の下顎位は嚥下後の下顎位にきわめて近いと報告している。本研究の結果、両者の垂直的位置には平均値で約0.5mmの差が認められた。0.5mm 以内の差を「きわめて近い」と考えるならば、両者はほぼ一致するといえよう。

30分間刺激後の顎間垂直距離は15分間刺激後のそれに比べ、30名中26名の被験者で増大した。残り4名は15分間刺激後と同じで、減少した者はなかった。Myo-monitor を咬合高径の決定に利用する場合、刺激時間はどの程度が適当であるかを再検討する必要がある。

マ行音発音時の顎間垂直距離の全被験者の平均値および被験者間の差はともにきわめて大きく、咬合高径の決定に応用すること是不適当であると思われる。

サ行音発音時の顎間垂直距離は、被験者の平均値については、任意の下顎安静位あるいは嚥下後の下顎位におけるそれとほぼ同様の値になったものの、被験者間の差は大きかった。

Over bite と [sa], [shi], [su], [se] 発音時の顎間垂直距離、および身長と [shi], [su] 発音時の顎間垂直距離との間に有意な正の相関関係を認めたことから、上記の被験者間の差は前歯部の被蓋、体格等に大きく影響されるものと推定される。

以上のように、下顎位決定法の相違によって得られた下顎位に垂直的な位置差が生じることが明らかになった。このことは咬合高径決定の際、方法が相違すれば誤差が生じる可能性を示している。しかし、誤差が一定の範囲内にあれば、生体は許容するか、または直ちに適応すると考えられる。咬合挙上に関する動物実験を行った赤川の報告²⁷⁾によれば、挙上量が安静空隙量を超えた場合、咀嚼筋に大きい影響が及ぶ。動物実験の結果を直ちに人間に適用できるかどうかは議論の余地があるが、咬合高径決定の際、安静空隙量以上の誤差が生じる可能性

を持つ方法を基準とするのは不適當であろう。

そこで臨床においては、任意の下顎安静位、あるいはから嚙下後の下顎位を基準とするのが妥当であると思われる。Myo-monitor 法およびサ行音発音法は、被験者によってはきわめて有用な場合があり、今後さらに検討を加えるべきである。また一方、下顎安静位にはシフト現象、振動現象が認められるという報告²⁸⁾もあり、任意の下顎安静位、から嚙下後の下顎位の再現性および、これらに影響を及ぼす条件などについても、さらに詳細な検討を加える必要がある。

本研究は 20 歳代の有歯顎者を被験者としたが、本研究の結果が無歯顎あるいは多数歯欠損の症例にそのまま適用できるかどうかは不明である。今後は総義歯装着者あるいはそれに該当する年齢層の者についても検討する予定である。

結 論

上下顎の垂直的位置関係を決定する場合に広く応用されている下顎安静位法、嚙下法、Myo-monitor 法、発音法のそれぞれによって得られる顎間垂直距離を MKG を用いて記録し、比較検討した結果、以下の結論を得た。

1. 任意の下顎安静位における顎間垂直距離は平均 1.02 mm で、被験者間の差は今回とり上げた方法のなかで最も少なかった。

2. から嚙下後の下顎位における顎間垂直距離は任意の下顎安静位におけるそれと近似した値となり、被験者間の差も少なかった。

3. Myo-monitor による 15 分間刺激後の顎間垂直距離は上記 1, 2 より平均で約 0.5 mm 大きい値となり、被験者間の差も大きかった。30 分間刺激後の顎間垂直距離はさらに大きくなる傾向を示した。

4. サ行先行子音発音時の顎間垂直距離は [so] を除き、上記 1, 2 と近似した値であったが、被験者間の差は大きかった。

5. マ行先行子音発音時の顎間垂直距離は上記 1, 2 の 2~5 倍の大きさで、被験者間の差もきわめて大きかった。

6. 以上のことから、上下顎の垂直的位置関係を決定する場合、任意の下顎安静位あるいはから嚙下後の下顎位を基準とする方法が、より高い確実性を有すると思われる。

Myo-monitor 15 分間刺激後および [sa], [shi], [su], [se] の各先行子音発音時の下顎位は被験者によって差

が認められるものの、下顎位を決定する場合の参考として利用できる可能性は残っており、今後さらに詳細な検討を加える必要があろう。一方、マ行音発音法を下顎位の決定に応用するのは不適當と思われる。また、Myo-monitor 刺激時間に関しては、さらに検討の余地があると思われる。

本研究の一部は文部省科学研究費、試験研究 No. 487128 によった。

本研究の要旨は昭和 54 年度日本補綴歯科学会中国四国支部学会（高松市）において発表した。

文 献

- 1) Niswonger, M.E.: The rest position of the mandible and centric relation, J. Am. Dent. Assoc., 21: 1572~1582, 1934.
- 2) Pleasure, M.A.: Correct vertical dimension and free-way space, J. Am. Dent. Assoc., 43: 160~163, 1951.
- 3) Shanahan, T.E.: Physiologic vertical dimension and centric relation, J. Prosthet. Dent., 6: 741~747, 1956.
- 4) Gillis, R.R.: Establishing vertical dimension in full denture construction, J. Am. Dent. Assoc., 28: 430~436, 1941.
- 5) Jankelson, B. and Swain, C.W.: Physiological aspects of masticatory muscle stimulation: the myo-monitor, Quintessence International, 3: 57~62, 1972.
- 6) Jankelson, B., 三谷春保, 山下 敦, 藤井弘之, 小泉 猛, 崔 富昌: Myo-monitor の理論と実際, 歯界展望, 40: 946~952, 1972.
- 7) 山崎達夫, 佐々木元, 高木道弘, 棟久信宏, 佐藤隆志, 津留宏道: 咬合挙上における Mandibular Kinesigraph の応用, 広大歯誌, 10: 281~285, 1978.
- 8) George, J.B. and Boone, M.E.: A clinical study of rest position using the Kinesigraph and Myo-monitor, J. Prosthet. Dent., 41: 456~462, 1979.
- 9) Silverman, M.M.: The speaking method in measuring vertical dimension, J. Prosthet. Dent., 3: 193~199, 1953.
- 10) Silverman, M.M.: Determination of vertical dimension by phonetics, J. Prosthet. Dent., 6: 465~471, 1956.
- 11) Kurth, L.E.: Methods of obtaining vertical dimension and centric relation: A practical evaluation

- of various methods, J. Am. Dent. Assoc., 59 : 669~673, 1959.
- 12) 津留宏道：義歯機能に関する生理学的研究 I, 咬合の高さと義歯機能との関係, 日口科誌, 8 : 482~496, 1959.
- 13) 津留宏道, 堀内 寛, 中村文彬, 小倉正彦, 藤田訓也：下顎関節痛を訴える総義歯患者の咬合調整による治験例, 歯界展望, 21 : 47~52, 1963.
- 14) 長沢 亨, 高木勇蔵, 中村 博, 小早川清, 荒谷和明, 津留宏道：咬合採得の誤りによって顎関節痛を惹起したと思われる1症例, 補綴誌, 13 : 89~94, 1969.
- 15) 津留宏道：機能的な咬合高径の求め方, 補綴臨床, 5 : 268~273, 1972.
- 16) Boos, R.H. : Intermaxillary relation established by biting power, J. Am. Dent. Assoc., 27 : 1192~1199, 1940.
- 17) 中上喜久男：下顎安静位附近の顎位変化に関する筋電図学的研究, 歯学, 56 : 728~747, 1969.
- 18) Brill, N., Stoltze, K., Tryde, H., Kato, H. and Møller, E. : Dynamic and static recordings of the comfortable zone, J. Oral Rehabil., 5 : 145~150, 1978.
- 19) Kato, H., Stoltze, K. and Brill, N. : Condylar displacements related to dynamic and static recordings of the comfortable zone, J. Oral Rehabil., 6 : 9~12, 1979.
- 20) 平林健彦：種々な下顎位における咬合力に関する研究, 補綴誌, 18 : 125~148, 1975.
- 21) 森永虎雄, 鎌田一道, 佐々木元, 佐藤隆志, 長沢 亨, 津留宏道：Mandibular Kinesiograph により得られる運動軌跡の幾何学的修正に関する研究, 補綴誌, 22 : 738~748, 1978.
- 22) 佐々木元, 津島隆司, 森永虎雄, 高木道弘, 棟久信宏, 佐藤隆志, 長沢 亨, 津留宏道：Mandibular Kinesiograph により得られる運動軌跡の修正に関する研究, 補綴誌, 22 : 882~889, 1978.
- 23) 柳田尚三, 鳥居健吾：無歯顎の咬合高径の決定, 日本歯科評論, 377 : 23~30, 1974.
- 24) Thompson, J.R. : Concepts regarding function of the stomatognathic system, J. Am. Dent. Assoc., 48 : 626~637, 1954.
- 25) Eliasson, S. : Postural position of the mandible with special reference to instruction, head fixation and relaxation, Sven. Tandlak. Tidskr., 68 : 95~105, 1975.
- 26) 崔 富昌：Myo-monitor 刺激による下顎位の変動について, 補綴誌, 17 : 79~95, 1973.
- 27) 赤川安正：咬合挙上が咀嚼筋に及ぼす影響に関する実験的研究, 補綴誌, 24 : 206~224, 1980.
- 28) 坂東永一：下顎位のテレメタリングによる経時的観察, 補綴誌, 14 : 183~203, 1970.