発語における下顎運動に咬合異常が及ぼす影響に関する研究

Effect of Abnormal Occlusion on Mandibular Movements during Speech

○吉岡慎郎、小河弘枝、桑原俊也、丸山剛郎

Chikao Yoshioka, Hiroe Ogawa, Toshiya Kuwahara and Takao Maruyama

大阪大学歯学部歯科補綴学第一講座

1st Department of Prosthetic Dentistry, Osaka University Faculty of Dentistry

I. 緒言

歯科医療の目的は、正常な顎口腔機能の回復と維持であり、その対象となる顎口腔機能には咀嚼、発語、嚥下等、多くのものがある¹⁾。咀嚼に関しては、従来より詳細に研究されてきた^{2)・3)}が、発語に関しては、未だ不明な点が多い。そのため、日常臨床において補綴処置たとえば前歯部ブリッジや義歯によって咀嚼障害のみならず発語障害をも訴える症例に遭遇することも少なくない。

発語は顎口腔系を構成する種々の器官の協調によって営まれるものであり、顎口腔系諸器官の異常が、発語における下顎運動に反映されているものと考えられる⁴⁾。従って、顎口腔系を構成する要素のひとつである咬合は発語における下顎運動に影響を与えていると考えている。

従来より、補綴領域の発語に関する研究は単音を対象としたものが多く、義歯作製時における咬合高径と関係について論じたものがある^{5)・6)・7)}。しかしながら、単音の発語は日常頻繁に行われる生理的なものではなく、また発語する単音の種類によって下顎位が異なること⁸⁾、ある特定の単音でも前後の音が異なると発語時の下顎位が異なること⁹⁾、さらに単音発語時の下顎位は一定位置に静止したものではないこと¹⁰⁾が知られている。また単音発語時はほぼ閉口状態から始まるのに対し、連続音では先行する音の開口度に影響されることが予想される。このことから、我々は発語を生理的運動としてとらえる場合、連続音の発語における下顎運動を検討する必要があると考えている。

そこで本研究においては、発語における下顎

運動に咬合異常が及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、まず各種不正咬合を有する被験者の発語時の下顎運動を検討し、さらに咬合異常の一つとして個性正常咬合者の矢状切歯路角を実験的に急傾斜にすることにより、発語時の下顎運動がどのように変化するかについて検討を加えた。

II. 方法

・実験1

1. 被験者

被験者として、咬合異常を有する者60名(咬合異常者群)と、対照群として個性正常咬合者10名を選択した。被験者は、以下に示す咬合異常をもつだけであり、歯の欠損や補綴物がなく、顎関節、咀嚼筋に特に異常を認めないものとした。咬合異常者群は、前歯部にのみ咬合異常を有する群(前歯異常群)と臼歯部にのみ咬合異常を有する群(臼歯異常群)とに大別した。前歯異常群の内訳は、切端咬合を有する被験者11名、過蓋咬合を有する被験者18名、開咬を有する被験者9名、前歯部反対咬合を有する被験者4名である。臼歯異常群の内訳は、片側性に交叉咬合を有する被験者9名と片側性に鉗状咬合を有する被験者7名である。なお、臼歯異常群に関しては、側方的に咬合の正常側と異常側とに分けて分析した。

2. 実験方法

被験者に偏心限界運動(前方および側方)を命じ、続けて我々が独自に作製した日本語約400字からなる被験文を朗読させた。記録の最初と最後に咬頭嵌合位を記録し、分析の際の基準点とした。この間の下顎運動をシロナソグラ

フ・アナライジング・システムⅢ（カノーパス電子、神戸、東京歯科産業、東京）を用いて記録した。

3. 分析方法

発語時の下顎運動の分析項目を図1に示す。発語時の下顎運動を分析するに際して、3回の記録を重ね合わせ、共通する部分を下顎運動域とし、その概形線を下顎運動域境界とした。この下顎運動域境界の代表点として、最上方点、最下方点、最前方点、最後方点、最右側点及び最左側点の6点を選択し、その3次元的座標を求めた。下顎運動域の大きさを知るために最大上下幅、前後幅、左右幅を求めた。以上の下顎運動域境界の代表点および幅径に関して各種不正咬合者と正常咬合者との間で比較、検討を行った（t-検定）。また下顎運動域と前方及び側方限界運動路との関係を肉眼的に観察・分類しその出現頻度を比較、検討した。

図1 分析項目

・実験2

1. 被験者

被験者として、自覚的、他覚的に、顎口腔機能に特に異常を認めない、いわゆる個性正常咬合者11名（男性8名、女性3名、平均年齢25.6歳）を選択した。

2. 実験的前歯部咬合異常装置（舌面板）

実験的前歯部咬合異常装置として図2に示す舌面板を用いた。この舌面板は金銀パラジウム合金で作製され、被験者固有の咬頭嵌合位及び側方運動を変化させずに、矢状切歯路角を10度増加させるように調整されている。被験者の上顎前歯部にこの装置をグラスアイオノマーセメントを用いて着合した。

図2 実験的前歯部咬合異常装置

3. 実験方法

実験1と同様に、被験者に偏心限界運動（前方および側方）を命じ、続けて被験文を朗読させ、記録の最初と最後に咬頭嵌合位を記録した。

実験期間は、装着後7日間、撤去後6日間の計12日間とした。下顎運動の記録は実験期間中毎日3回行い、装着及び撤去日にはその直前直後の下顎運動を記録した。

5. 分析方法

発語時の下顎運動域境界上の6点に関しては実験1と同様とし、舌面板装着直前を基準として、paired t-検定により検討を加えた。また実験1と同様に発語時下顎運動域と偏心運動路との関係についても検討を加えた。

Ⅲ. 結果および考察

1. 実験1

図3に下顎運動域境界の最上方点に関する結果を示す。左が矢状面観を、右が前頭面観を示す。点は平均値を縦横の線分は標準偏差を示す。またアスタリスクは危険率5%で対照群と有意差があったことを示す。

側方的には、前歯異常群では有意差は認められなかったが、臼歯異常群では有意に正常咬合側に偏位していた。これは臼歯部の咬合異常による干渉が存在し、この干渉を回避するように下顎運動域が偏位しているためであると考えられる。

前後的には、前歯部反対咬合群では有意差は認められないものの、正常咬合群と比較して後方に偏位する傾向があった。これは、前歯部反対咬合群では上顎前歯唇側面と下顎前歯舌側面とが干渉として作用するために、この干渉を回避するために下顎運動域が後方に偏位したものと考えられる。

上下的には、過蓋咬合群と前歯部反対咬合群において有意に下方に偏位していた。これは過蓋咬合群では上顎前歯舌側面と下顎前歯唇側面とが、前歯部反対咬合群では上顎前歯唇側面と下顎前歯舌側面とがそれぞれ干渉として作用するために、この干渉を回避するために下顎運動域は下方に偏位したものと考えられる。

図4に下顎運動域境界の最下方点に関する結果を示す。

側方的には、いずれの群においても有意差を認めなかった。これは最下方点は最上方点のように咬頭嵌合位付近の点ではなく咬合の影響が少ないためと考えられる。

前後的には前歯部反対咬合群において有意に

後方に偏位していた。これは前歯部反対咬合群では最上方点が有意に後下方に位置する傾向があり、後に述べる下顎運動域の上下幅を正常者と同等に保つために後方に位置したものと考えられる。

上下的には切端咬合群において有意に上方に偏位していた。これは切端咬合群では最上方点が有意差はないものの正常者より上方にある傾向にあり、下顎運動域の上下幅を正常者と同等に保つために最下方点は下方に位置したものと考えられる。

図5に下顎運動域境界の最前方点に関する結果を示す。

側方的にはいずれの群においても有意差を認めなかった。これは今回用いた被験者群においては発語時に下顎が前方に突出、あるいは後方へ後退する際に側方的に干渉となるような咬合異常を有する者は含まれていなかったためと考えられる。

前後的には開咬群で有意に前方に、切端咬合群と前歯部反対咬合群において有意に後方に偏位していた。これは開咬では下顎をより前方に突出させることにより口腔の閉鎖が容易になると考えられ、また、切端咬合群や前歯部反対咬合群では前方に突出させることにより口腔の閉鎖がより困難になることが原因であると考えられる。

上下的には切端咬合群で有意に上方に、前歯部反対咬合群で有意に下方に偏位していた。これは、切端咬合群では下顎が下方へ移動することにより口腔の閉鎖が困難になるために最前方点が上方に位置したものと考えられる。また前歯部反対咬合群では前歯部によって生じた干渉を回避するために下顎を下方へ移動させることにより、舌と協調し巧みに口腔の閉鎖を行っているものと考えられる。

図6に下顎運動域境界の最後方点に関する結果を示す。最下方点と同様の結果であった。発語時の下顎運動域の矢状面投影図の形態はMichlerらの¹⁾報告と同様に三角形または細長い台形を呈しており、最下方点と最後方点がほぼ近い位置関係にあったため、最後方点と最下方点の特徴が一致したものと考えられる。

図7に下顎運動域の最右側点（臼歯部咬合異常者では正常側）に関する結果を、図8に最左側点（臼歯部咬合異常者では異常側）に関する結果を示す。

側方的には、最右側点では前歯部異常群においては有意差は認められないものの、臼歯部異

常群において有意差は認められた。最左側点ではいずれの群においても有意差を認めなかった。これは臼歯部異常群では臼歯部の咬合異常を片側性に有しているため、異常を有する側の干渉を避け最右側点が正常咬合群と比較して有意に右側に偏位したものと考えられる。また前歯部異常群では側方的な異常は無く左右対称であるために、側方的な異常は発現しなかったものと考えられる。

前後的には、最左側点、最右側点共に前歯部反対咬合群において有意に後方に偏位していた。これは前歯部反対咬合群では上顎前歯唇側面と下顎前歯舌側面とが干渉として作用するために、この干渉を回避するために後方に偏位しているためと考えられる。

上下的には、最右側点、最左側点共に切端咬合群において有意に上方に偏位し、前歯部反対咬合群において有意に下方に偏位していた。これは、最前方点での考察と同様であると考えられる。

図3 各被験者の最上方点の分布

図4 各被験者の最下方点の分布

図5 各被験者の最前方点の分布

図6 各被験者の最後方点の座標

図7 各被験者の最右側点の座標

図8 各被験者の最左側点の座標

図9に下顎運動域の上下幅に関する結果を示す。いずれの群においても有意差を認めなかった。

図10に下顎運動域の前後幅に関する結果を示す。いずれの群においても有意差を認めなかった。

図11に下顎運動域の左右幅に関する結果を示す。いずれの群においても有意差を認めなかった。

すなわち、咬合状態に関わらず、下顎運動域の幅は一定であることが示唆された。このこと

は、ある特定の文章を朗読する際の下顎運動域の幅はほぼ一定であることを示しており、それぞれの咬合異常によって生じる各代表点の変化はそれに前後、上下的に対応する点が相補的に変化していることを示すものである。

図9 各被験者の上下幅の結果

図10 各被験者の前後幅の結果

図11 各被験者の左右幅の結果

次に下顎運動域と偏心運動路の関係に関する結果を示す。

下顎運動域と偏心運動路との関係を、次の基準で分類した。

矢状面に関しては、前方限界運動路への近接の有無により、近接の無いものをS 1とした。次に前方限界運動路に近接するものを、原点のみで近接するものと、前方限界運動路に沿って近接するものに分類し、原点のみで近接するものをS 2とした。前方限界運動路に沿って近接するものは更に近接する幅の程度により分類した。すなわち下顎運動域が前方限界運動路に近

接する幅が、前方限界運動路上の原点から切端位までの距離の1/3以下のものをS 3、1/3以上2/3未満のものをS 4、2/3以上のものをS 5とした。

その結果、図12に示すように矢状面に関しては、下顎運動域と前方限界運動路の近接の無いS 1は、前歯部反対咬合群に多かった。これは、最前方点の考察でも述べたように、前歯部反対咬合群では前方に突出させることにより口腔の閉鎖がより困難になり、下顎を後退させなければならず、このために下顎運動域と前方限界運動路が近接しないと考えられる。

下顎運動域が前方限界運動路に近接するものの中で、原点で近接するS 2は、切端咬合群に多かった。これは切端咬合では咬頭嵌合位において前歯による口腔の閉鎖が可能であり、下顎を前方あるいは後方に移動させると閉鎖はできなくなる。このため下顎運動域と前方限界運動路の近接は咬頭嵌合位である原点のみで接しているものと考えられる。

下顎運動域が前方限界運動路に沿って近接するものの中で、近接する幅が1/3未満のS 3は、過蓋咬合群に多く、1/3以上2/3未満のS 4は正常咬合、臼歯部反対咬合、鉗状咬合群に多く、2/3以上のS 5は開咬群に多かった。これは過蓋咬合では最上方点が正常咬合群と比較して有意に下方へ偏位していたため、また切端咬合位が口腔を閉鎖し得る最下方位であるために下顎運動域が前方限界運動路と近接する幅は小さくなったものと考えられる。また、正常咬合群、臼歯部のみに異常を有する臼歯部反対咬合群、鉗状咬合群では下顎運動域と前方限界運動路の近接は中等度となり、開咬では前方限界運動時に臼歯部で誘導される範囲が広いために下顎運動域と前方限界運動路との近接は大きくなったと考えられる。

前頭面に関しては、側方限界運動路への近接の有無により、近接の無いものをF 1とした。次に側方限界運動路に近接するものを、原点のみで近接するものと、側方限界運動路に沿って近接するものに分け、原点のみで近接するものをF 2とした。側方限界運動路に沿って近接するものは更に、両側で近接するもの、片側で近接するものに分類し、両側で近接するものの中で、2mm以下の幅で近接するものをF 3、2mm以上の幅で近接するものをF 4とした。片側で近接するものは更に、右側のみで近接するもの、左側のみで近接するものに分け、右側のみで近接するものの中で、2mm以下の幅で近接するもの

のをF 5、2mm以上の幅で近接するものをF 6とした。同様に左側のみで近接するものの中で、2mm以下の幅で近接するものをF 7、2mm以上の幅で近接するものをF 8とした。

その結果、図13に示すように前頭面に関しては、下顎運動域と側方限界運動路の近接の無いF 1は、過蓋咬合群、前歯部反対咬合群に多かった。これは最上方点の考察でも述べたように過蓋咬合群では上顎前歯舌側面と下顎前歯唇側面とが、前歯部反対咬合群では上顎前歯唇側面と下顎前歯舌側面とがそれぞれ干渉として作用するために、この干渉を回避するために下顎運動域は下方に偏位し、その結果下顎運動域と側方限界運動路との近接が無くなったものと考えられる。

下顎運動域が側方限界運動路に沿って近接するものの中で、右側で近接しその幅が2mm未満のF 5は、正常咬合群、切端咬合群に多く、異常側で近接しその幅が2mm未満のF 7は、臼歯部反対咬合群、鉗状咬合群に多かった。これは臼歯部に異常を有する場合、咬頭嵌合位付近ではその異常を回避しようとするため最上方点が正常側へ偏位するが、それを補正しようとして異常側の側方限界運動路に近接するものと考えられる。

各被験者群	運動域境界と前方限界運動路の関係	近接 ()				
		原点で近接	前方限界運動路上に近接			
			0 < 1/3	1/3 < 2/3	2/3 <	
正常咬合		0	0	2	脚部3群	0
切端咬合		0	脚部11群	0	0	0
過蓋咬合		0	0	脚部15群	3	0
開咬		0	0	0	2	脚部72群
前歯部反対咬合		脚部4群	0	0	0	0
臼歯部反対咬合		0	0	1	脚部5群	1
鉗状咬合		0	0	2	脚部8群	1

図12下顎運動域境界と前方限界運動路との関係

各被験者群	運動域境界と側方限界運動路の関係	近接 ()							
		原点で近接	側方限界運動路上に近接						
			両側で近接		片側で近接				
					右 (正常) 側で近接		左 (異常) 側で近接		
			<2mm	2mm <	<2mm	2mm <	<2mm	2mm <	
正常咬合		0	0	1	0	脚部7群	0	2	0
切端咬合		0	2	1	0	脚部6群	0	1	1
過蓋咬合		脚部5群	0	0	0	0	1	0	2
開咬		1	4	0	0	4	0	4	1
前歯部反対咬合		脚部4群	0	0	0	0	0	0	0
臼歯部反対咬合		0	1	0	0	0	0	脚部6群	0
鉗状咬合		1	1	0	0	0	0	脚部7群	0

図13下顎運動域境界と側方限界運動路との関係

・実験2

図14に最上方点の結果を示す。上段から順に、前後座標、左右座標、上下座標を示す。アスタリスクはpaired t-検定により装着前と比較して有意差があったことを示す。装着直後から最上方点の前後座標、上下座標の減少、すなわち最前方点の有意な後下方への変化が認められ、撤去直後に装着前の状態に戻っている。

図15に最下方点の結果を示す。最上方点と同様に、装着直後から最下方点は後下方に変化し、撤去直後から装着前の状態に戻っている。

図16に最前方点の結果を示す。装着直後に最前方点は後下方に変化し、装置撤去直後に装着前の状態に戻っている。

図17に最後方点の結果を示す。最前方点と同様に、最後方点は装着直後から後下方に変化し、撤去直後に装着前の状態に戻っている。

これは、上顎前歯舌側面に舌面板を付与したことにより、干涉装置と下顎前歯唇側面とが干涉として作用するために、この干涉を回避するために下顎運動域が後下方に変化したものと考えられる。

図18に最右側点の結果を、図19に、最左側点の結果を示す。実験期間中ほぼ一定の値を示している。

図20に下顎運動域の上下幅の結果を、図21に下顎運動域の前後幅の結果を、図22に下顎運動域の左右幅の結果に関する結果を示す。実験期間中ほぼ一定の値を示している。これは実験1での考察と同様の理由によるものと考えられる。

図14 最上方点に関する結果

図15 最下方点に関する結果

図16 最前方点に関する結果

図17 最後方点に関する結果

図18 最右側点に関する結果

図19 最左側点に関する結果

図20 下顎運動域の上下幅に関する結果

図21 下顎運動域の前後幅に関する結果

図22 下顎運動域の左右幅に関する結果

次に、下顎運動域と偏心運動路との関係についての結果を示す。

図22に矢状面の、図23に前頭面の下顎運動域と偏心運動路の関係を示す。

矢状面に関しては、装着前には下顎運動域が前方限界運動路に近接し、その幅が1/3以上2/3未満のS 4が多かったが、装着直後から撤去直前までは下顎運動域と前方限界運動路との近接する幅が1/3未満のS 3が多かった。撤去直後から以後は、装着前と同様に、S 4が多く

なった。これは舌面板装着前および撤去直後以後は実験1で述べた正常咬合と同様の結果であり、舌面板装着中は過蓋咬合と同様の結果であった。これは正常咬合者に舌面板を装着することにより過蓋咬合と同じ状態となりその咬合状態が発語における下顎運動に反映されたものと考えられる。

前頭面に関しては、装着前には下顎運動域が側方限界運動路に右側で近接し、その幅が2mm未満のF 5が多かったが装着直後から撤去直前までは下顎運動域が側方限界運動路に近接しないF 1が多く、撤去直後から以後は、装着前と同様に、F 5が多くなった。これも矢状面での考察と同様に、舌面板装着により過蓋咬合と同じ状態となりその特徴が反映されたものと考えられる。

記録日	運動域境界と前方限界運動路の関係	近接(i)				
		近接(i)				
		原点で近接	前方限界運動路上に近接	前方限界運動路上に近接	前方限界運動路上に近接	前方限界運動路上に近接
		0<1/3	1/3<2/3	2/3<3/3	3/3<4/3	4/3<5/3
1日目	装着直前	0	0	2	18	0
2日目	装着直後	0	0	8	2	0
3日目		0	0	8	2	0
4日目		0	0	8	2	0
5日目		0	0	8	2	0
6日目		0	0	8	2	0
7日目	撤去直前	0	0	8	2	0
8日目	撤去直後	0	0	2	18	0
9日目		0	0	2	18	0
10日目		0	0	2	18	0
11日目		0	0	2	18	0
12日目		0	0	2	18	0

図23 下顎運動域と前方限界運動路との関係

記録日	運動域境界と側方限界運動路の関係	近接(i)							
		近接(i)							
		側方限界運動路上に近接							
		両側で近接				片側で近接			
		<2mm		2mm<		<2mm		2mm<	
1日目	装着直前	0	1	0	0	0	0	0	0
2日目	装着直後	8	2	0	0	0	0	0	0
3日目		8	2	0	0	0	0	0	0
4日目		8	2	0	0	0	0	0	0
5日目		8	2	0	0	0	0	0	0
6日目		8	2	0	0	0	0	0	0
7日目	撤去直前	8	2	0	0	0	0	0	0
8日目	撤去直後	0	2	0	0	5	0	2	0
9日目		0	1	0	0	7	0	0	0
10日目		0	1	0	0	7	0	0	0
11日目		0	1	0	0	7	0	0	0
12日目		0	1	0	0	7	0	0	0

図24 下顎運動域と側方限界運動路との関係

IV. まとめ

発語における下顎運動に咬合異常が及ぼす影響を知るために、各種不正咬合者の発語時下顎運動域境界を正常咬合者のそれと比較したところ、以下の結果を得た。

1. 切端咬合群では、最下方・最後方・最左側・最右側点が上方に、最前方点が後上方に偏位していた。
2. 過蓋咬合群では、最上方・最前方点が下方に偏位していた。
3. 開咬では、最前方点が前方に偏位していた。
4. 前歯部反対咬合群では、最上方点が下方に、最下方・最前方・最後方点が後方に、最右側・最左側点が後下方に偏位していた。
5. 臼歯部反対咬合群、缺状咬合群では、最上方点が正常側に偏位していた。
6. 発語時下顎運動域の前後・上下・左右幅径は不正咬合の種類に関わらず一定の値を示した。

さらに、咬合異常の一つとして個性正常咬合者の矢状顎路角を実験的に急傾斜にし、発語時下顎運動域の変化を検討したところ、

1. 実験的咬合異常により下顎運動域の前後・上下・左右幅径は変化しなかったが、発語時下顎運動域境界は後下方に変化した。
2. 発語時下顎運動域境界は、実験的咬合異常により、前方限界運動路に近接する幅が短くなり、側方限界運動への近接は無くなった。

すなわち、咬合異常が発語における下顎運動の下顎運動域の位置異常や限界運動路との関係の異常として反映されることが明らかとなった。

V. 文献

- 1) 丸山剛郎：臨床生理咬合、1～4、医歯薬出版、東京、1988
- 2) Kuwahara, T., Miyauchi, S. and Maruyama, T.: Characteristics of Condylar Movements during Mastication in Stomatognathic Dysfunction. *Int J Prosthodont*, 3:555-566, 1990.
- 3) 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、*阪大歯学誌*, 33(1):267-300、1988
- 4) Kuwahara, T., Yoshioka, C., Ogawa, H., Miyauchi, S. and Maruyama, T.: Effect of Malocclusion on Mandibular Movements during Speech, *J Dent Res*, 70(Special Issue):539, 1991
- 5) Silverman, M., Mayer, M.: The Speaking Method in Measuring Vertical Dimension, *J Prosthet Dent*, 3(2):193-199, 1953
- 6) Silverman, M., Mayer, M.: Determination of Vertical Dimension by Phonetics, *J Prosthet Dent*, 6(4): 465-471, 1956
- 7) Pound, E.: Let /S/ be Your Guide, *J Prosthet Dent*, 38(5):482-489, 1977
- 8) 吉岡慎郎、小河弘枝、桑原俊也、丸山剛郎：発語における下顎運動に関する補綴学的研究 第一報 五十音発語時の下顎位について、補綴誌投稿中
- 9) George, J. P.: Using Kinesiograph to Measure Mandibular Movements during Speech: A Pilot Study, *J Prosthet D*, 49(2):263-270, 1983
- 10) 田中 収：日本語 S 音発音時の下顎運動に関する研究、補綴誌、24(4)：628-646、1980
- 11) Michler, L., Bakke, M. and Moeller, E.: Graphic assessment of natural mandibular movements. *J Craniomand Disorders*. 2:97-114, 1987