原 著 論 文

側方運動における顎頭部三次元動態に関する研究

—第2報 側方滑走運動時の作業側顎頭運動—

築山 美和   古谷野 潔   築山 能大
水野 幹生   末次 恒夫

A Study on 3-dimensional Condylar Movements in Lateral Mandibular Movements Part 2. The Working Condylar Movements

Miwa Tsukiyama, Kiyoshi Koyano, Yoshihiro Tsukiyama,
Mikio Mizuno and Tuneo Suetsugu

Abstract : We studied the working condylar movement in the lateral movements in 40 normal young adults. The following results were obtained :

1. The working condylar movements were classified into 3 types :
  - 1) rotation type, 2) shift type and 3) winding type
2. The shift type included 1) external side shift, 2) internal side shift and 3) reciprocal side shift.
3. The range of motion was smallest in the rotation type, was largest laterally in the shift type, and was the largest anteroposteriorly in the winding type.
4. The difference of movement pattern between rotation type and shift type could not be identified by incisal movement.
5. The rotation type was observed more in the cuspid-guided and the cuspid-premolar-guided lateral occlusions. The group-functioned occlusion had more shift type than the others.
6. In the winding type, the mandible was guided more posteriorly at the early stage of lateral excursion in the V-shape, and was guided more flatly and anteriorly in the Δ -shape.
7. It was suggested that the lateral occlusal guidance was one of the most influential factors for working condylar movement.

Key words : mandibular movement, 3-D movement, lateral mandibular movement, working condylar movement, lateral condylar reference point

I. 結 言

歯科補綴学において下顎運動は、機能に調和した咬合の再構成に不可欠な要素であり、また顎機能異常の診査の指標となるものである。特に側方運動は咀嚼運動の構成要素として、その解析は補綴の重要課題になっている。なかでも咬合面形態に微妙な影響を及ぼす作業側顎頭運動の詳細な解析の必要性は、古より強調されてきた。

しかしこの運動はきわめて小さく、その詳細な検討を行うには高精度の解析装置を必要とし、長い間未解決の問題を残してきた。ところが近年、6自由度下顎運動解析装置の開発により、ようやく作業側顎頭についても解析が進められてきた¹⁻⁴⁾。

この運動の解析にあたっては、作業側顎頭を代表する点が重要になる。これは、顎頭部解析点の位置により顎頭の移動量や運動方向に大きな差が生じるためである^{5,6)}。そこで、側方運動解析に先んじて、顎頭部解析点の選択自体が解決すべき重要課題であった。著者らはこの目的のために、第1報において側方運動解析のための顎頭部解析点として、側方滑走運動時、全運動軸上の作業側顎頭付近に三次元的最小可動点を検索し、これを側方顎路基準点と名付けた。そして、この点と従来用いられてきた全運動軸点、終末蝶番軸点、Cross Point について、運動量、可動範囲および位置の比較検討を行った。その結果、この点が側方運動時の顎頭部解析点として適正であることを実証した⁷⁾。

この側方顎路基準点の作業側顎路には、特徴あるいくつかの運動様式が観察された。そこで本報では、作業側顎路のパターン解析を行うことにより、側方滑走運動時の顎頭運動、特に作業側顎頭運動の正常像を、詳細に把握することを目的とする。

II. 研究方法

1. 測定方法と基準座標系、解析点

九大式非接触三次元精密変位計測システム⁸⁾を用い、下顎運動を測定した。

基準座標系は第1報と同様であり、解析点は以下の通りである（図1）。

- 1) 切歯点：下顎左側中切歯近心切縁隅角
- 2) 左右大臼歯点：下顎左右側第1大臼歯遠心顎側

図1 基準座標系と解析点

咬頭頂

3) 左右顎頭点：左右側側方顎路基準点⁷⁾（全運動軸上の、側方滑走運動時に作業側顎頭付近の三次元的な運動量の最小になる点）

2. 被験者と被験運動

被験者は第1報と同一の、いわゆる健康有歯顎者40名（男性20名、女性20名）で、左右側80顎頭を研究対象とした。

各被験者について、咬頭嵌合位を始点とする側方滑走運動を4回ずつ測定し、その経路上に第1報同様、3mm側方位、5mm側方位、最側方位の3種の下顎位を規格した。

3. 解析法

1) 作業側顎頭の運動様式の分類

(1) 分類基準

最側方位までの作業側顎路の水平面投影図の特徴から、作業側顎頭の運動様式を定性的に分類した。

まず、視覚的に、明確な屈曲をひとつ以上もつものを屈曲型とした。次に顎路がスムーズなものについては、内外側的な可動範囲が大きい滑走型と、可動範囲が小さい回転型とに分類した。その際、客観的基準として、側方顎路基準点の可動範囲の平均値を用いた。

第1報より、側方顎路基準点の最側方位までの前後方向（X）と内外側方向（Y）の可動範囲の平均は $X=0.47\text{ mm}$ 、 $Y=0.79\text{ mm}$ であった⁸⁾。これより $Y=(0.79/0.47)X$ を境界とした。また、 $Y<(0.79/0.47)X$ であっても $Y\geq 0.79$ のものは、内外側的な可

図 2 切歯点の運動方向

動範囲が十分に大きいとみなし、滑走型に含めた。

(2) 五角形表示

分類した運動様式の下顎全体の運動を確認するために、各運動様式の代表例を古谷野の五角形表示法⁹⁾に準じ、切歯点、左右大臼歯点、左右顎頭点を結ぶ五角形の、水平面投影図および前頭面投影図を用いた。

2) 作業側顎頭の運動様式の特徴

前項で分類した作業側顎頭の運動様式別に、以下のパラメータについて解析した。

(1) 作業側各解析点の運動量と可動範囲

各運動様式の作業側顎頭点、切歯点と作業側大臼歯点の運動量と、可動範囲の平均を算出し、運動様式間の母平均の差の検定を対応のない t 検定を用いて行った。第 1 報同様、運動量は咬頭嵌合位からの三次元的最大移動距離を求め、可動範囲は前後方向、内外側方向と上下方向の運動幅を、それぞれ、X 成分、Y 成分、Z 成分とした。

また作業側顎頭点、大臼歯点については、切歯点の運動量、可動範囲に対する比率も算出し、同様の検定を行った。

(2) 歯牙ガイド

臨床診査として、ALTUS 社製 Registration strips の引き抜き試験によって、側方滑走運動時の歯牙ガイドを確認した。これを、西田らの分類⁹⁾に準じて分類した。作業側において、犬歯のみで誘導するものを C 型、犬歯と小臼歯、または小臼歯のみで誘導するものを CP 型、大臼歯の誘導があるものを CPM 型とした。またこれ以外のものは、その他とした。

図 3 作業側顎頭の運動様式別の出現頻度

(3) 切歯点の運動方向

切歯点の運動方向を、咬頭嵌合位での切歯点と各側方位での切歯点とを結んだ直線の矢状面、前頭面、水平面への投影角度で示した (図 2)。また中野の方法¹⁰⁾に準じて、Z-実角も算出した。

III. 結 果

1. 作業側顎頭の運動様式の発現頻度

作業側顎頭の水平面投影図から回転型、滑走型と屈曲型の 3 タイプに分類したところ、80 顎頭中、回転型は 27 顎頭 (33.8%)、滑走型は 26 顎頭 (32.4%) および屈曲型は 27 顎頭 (33.8%) に観察された (図 3)。

図4 側方滑走運動時の下顎の五角形表示

また滑走型の中には内方滑走や反復滑走を示すものもあり、内方滑走は8顆頭に、反復滑走は2顆頭にみられた。

屈曲型はその屈曲の方向から、さらにV字型、Δ字型、それ以外にこの2型を組合せた複屈曲型の3種に細分された。V字型は10顆頭、Δ字型は11顆頭、複屈曲型は6顆頭に観察された。なお、図4に各運動様式の代表例を五角形表示した。

2. 運動様式と運動量、可動範囲の関係

1) 作業側顎頭の運動量および可動範囲（表1）

回転型の運動量は、屈曲型よりも有意に小さく、3 mm 側方位を除き、滑走型よりも有意に小さかった。滑走型の運動量は、3 mm 側方位では屈曲型よりも有意に小さいものの、5 mm 側方位、最側方位では2型間に有意差は認められなかった。

回転型の可動範囲は、3 mm 側方位でのZ成分（上下方向）を除き、屈曲型よりも有意に小さかった。また回転型と滑走型では、回転型のY成分（内外側方向）は有意に小さかった。最側方位ではZ成分も有意に小さかった。滑走型と屈曲型では、滑走型のX成分（前後方向）は屈曲型よりも有意に小さかった。逆に、最側方位におけるY成分は、屈曲型よりも有意に大きかった。

また、これらすべての値を切歯点の運動量および可動範囲に対する比率に直しても、t検定の結果は、3

mm 側方位における屈曲型一回転型のX成分、最側方位における滑走型一屈曲型のY成分、屈曲型一回転型のZ成分以外は、変化しなかった。

2) 切歯点、作業側大臼歯点の運動量および可動範囲

切歯点の運動量および可動範囲は、各運動様式間いづれの側方位においても有意差は認められなかった。なお、最側方位を切歯部での運動量で表すと、回転型は平均 9.61 ± 1.46 mm、滑走型平均 9.90 ± 1.45 mm、屈曲型平均 9.44 ± 1.65 mm であった。

一方、作業側大臼歯点では、回転型の運動量は3 mm 側方位において他の2型よりも有意に小さく、5 mm 側方位において滑走型よりも有意に小さかった。可動範囲は、3 mm 側方位における滑走型のX成分が屈曲型よりも、5 mm 側方位において回転型のY成分が他の2型よりも有意に小さかった。

また、これらの値を切歯点の運動量および可動範囲に対する比率に直しても、t検定の結果は、3 mm 側方位における回転型一滑走型と屈曲型一回転型のY成分、5 mm 側方位における屈曲型一回転型のY成分、最側方位における回転型一滑走型の運動量以外は、変化しなかった（表2）。

3. 運動様式と歯牙ガイドとの関係（図5）

回転型の13顆頭はC型、10顆頭はCP型、1顆頭はCPM型であった。滑走型の13顆頭はCPM型、7

表 1-1 運動様式別の作業側顎頭の運動量と可動範囲

		回転型 n=27		回転型-滑走型	滑走型 n=26		滑走型-屈曲型	屈曲型 n=27		屈曲型-回転型	計 n=80	
		平均	SD		平均	SD		平均	SD		平均	SD
3 mm 側方位	運動量	0.41	0.17	n.s.	0.52	0.23	*	0.67	0.26	***	0.53	0.24
	可動範囲											
	X成分	0.28	0.12	n.s.	0.23	0.09	***	0.48	0.24	***	0.33	0.19
	Y成分	0.30	0.08	***	0.49	0.23	n.s.	0.45	0.18	***	0.41	0.19
	Z成分	0.39	0.16	n.s.	0.38	0.13	n.s.	0.44	0.19	n.s.	0.40	0.16
5 mm 側方位	運動量	0.43	0.18	***	0.68	0.30	n.s.	0.81	0.33	***	0.64	0.31
	可動範囲											
	X成分	0.31	0.13	n.s.	0.27	0.10	***	0.56	0.23	***	0.38	0.21
	Y成分	0.33	0.11	***	0.64	0.26	n.s.	0.59	0.22	***	0.52	0.24
	Z成分	0.42	0.16	n.s.	0.48	0.25	n.s.	0.58	0.29	*	0.49	0.24
最側方位	運動量	0.56	0.19	***	1.14	0.52	n.s.	0.99	0.39	***	0.90	0.44
	可動範囲											
	X成分	0.39	0.13	n.s.	0.33	0.12	***	0.63	0.27	***	0.47	0.21
	Y成分	0.45	0.10	***	1.07	0.44	*	0.85	0.33	***	0.79	0.40
	Z成分	0.62	0.21	*	0.84	0.41	n.s.	0.78	0.35	*	0.74	0.35

*: p<0.05 (単位は mm)

***: p<0.001

表 1-2 運動様式別の作業側顎頭の運動量と可動範囲
切歯点の運動量に対する比率

		回転型 n=27		回転型-滑走型	滑走型 n=26		滑走型-屈曲型	屈曲型 n=27		屈曲型-回転型	計 n=80	
		平均	SD		平均	SD		平均	SD		平均	SD
3 mm 側方位	運動量	13.6	5.6	n.s.	17.2	7.5	*	22.4	8.5	***	17.7	8.2
	可動範囲											
	X成分	47.3	47.3	n.s.	34.3	25.1	***	64.1	34.7	n.s.	48.7	39.0
	Y成分	12.9	3.2	***	20.1	8.5	n.s.	19.0	8.2	**	17.3	7.7
	Z成分	25.1	12.5	n.s.	27.1	12.6	n.s.	30.0	15.1	n.s.	27.4	13.7
5 mm 側方位	運動量	8.6	3.6	***	13.7	5.8	n.s.	16.2	6.4	***	12.8	6.2
	可動範囲											
	X成分	21.9	12.1	n.s.	17.9	9.2	***	29.0	17.3	***	26.4	16.2
	Y成分	8.0	2.6	***	14.8	5.9	n.s.	14.2	6.0	***	12.3	5.9
	Z成分	21.3	12.5	n.s.	30.8	22.8	n.s.	30.0	18.6	*	27.4	18.9
最側方位	運動量	5.9	1.7	***	11.4	4.6	n.s.	10.9	4.2	***	9.4	4.5
	可動範囲											
	X成分	11.0	5.1	n.s.	10.4	5.3	***	18.4	7.8	***	13.3	7.2
	Y成分	5.5	1.4	***	12.5	4.5	n.s.	10.5	3.9	***	9.4	4.6
	Z成分	24.9	11.8	*	39.1	27.4	n.s.	33.9	22.7	n.s.	32.5	22.3

*: p<0.05 (単位は%)

**: p<0.005

***: p<0.001

顎頭は CP 型, 4 顎頭は C 型であった。屈曲型の 11 顎頭は C 型, 10 顎頭は CP 型に, 3 顎頭は CPM 型であった。

また, これを歯牙ガイド別にみると, C 型には滑走型は少なく, 回転型が 46.4%, 滑走型が 14.3%, 屈

曲型が 39.3% であった。CP 型は, 回転型 37.0%, 滑走型 26.0%, 屈曲型 37.0% であった。CPM 型は, 回転型が 5.9%, 滑走型 76.5%, 屈曲型 17.6% であった。

表 2-1 運動様式別の作業側大臼歯点の運動量と可動範囲

		回転型 n=27		回転型-滑走型	滑走型 n=26		滑走型-屈曲型	屈曲型 n=27		屈曲型-回転型	計 n=80	
		平均	SD		平均	SD		平均	SD		平均	SD
3 mm 側方位	運動量	2.04	0.12	**	2.13	0.12	n.s.	2.12	0.12	*	2.09	0.13
	可動範囲											
	X成分	0.43	0.21	n.s.	0.36	0.16	*	0.50	0.25	n.s.	0.43	0.22
	Y成分	1.77	0.22	n.s.	1.89	0.23	n.s.	1.87	0.19	n.s.	1.84	0.22
5 mm 側方位	Z成分	1.01	0.28	n.s.	0.95	0.32	n.s.	1.00	0.34	n.s.	0.98	0.31
	運動量	3.35	0.16	***	3.52	0.17	n.s.	3.44	0.17	n.s.	3.43	0.18
	可動範囲											
	X成分	0.66	0.28	n.s.	0.71	0.29	n.s.	0.69	0.28	n.s.	0.68	0.28
最側方位	Y成分	3.07	0.26	*	3.26	0.29	n.s.	3.23	0.32	*	3.18	0.30
	Z成分	1.33	0.42	n.s.	1.15	0.52	n.s.	1.31	0.50	n.s.	1.26	0.49
	運動量	6.31	0.93	n.s.	6.74	0.97	n.s.	6.35	1.23	n.s.	6.46	1.07
	可動範囲											
	X成分	1.72	0.56	n.s.	1.93	0.60	n.s.	1.69	0.57	n.s.	1.78	0.57
	Y成分	6.01	0.96	n.s.	6.25	0.89	n.s.	6.07	1.25	n.s.	6.11	1.05
	Z成分	1.64	0.56	n.s.	1.74	1.12	n.s.	1.64	0.66	n.s.	1.67	0.81

*: p<0.05 (単位は mm)

**: p<0.01

***: p<0.001

表 2-2 運動様式別の作業側大臼歯点の運動量と可動範囲
切歯点の運動量, 可動範囲に対する比率

		回転型 n=27		回転型-滑走型	滑走型 n=26		滑走型-屈曲型	屈曲型 n=27		屈曲型-回転型	計 n=80	
		平均	SD		平均	SD		平均	SD		平均	SD
3 mm 側方位	運動量	67.9	4.0	*	70.8	4.1	n.s.	70.8	4.1	*	69.8	4.3
	可動範囲											
	X成分	64.5	55.1	n.s.	46.5	19.1	**	63.1	22.7	n.s.	58.2	37.2
	Y成分	74.9	2.9	*	77.9	6.7	n.s.	78.2	6.7	*	77.0	5.9
5 mm 側方位	Z成分	60.8	8.7	n.s.	60.0	6.8	n.s.	62.7	9.9	n.s.	61.2	8.6
	運動量	67.1	3.3	**	70.3	3.4	n.s.	68.8	3.3	n.s.	68.7	3.6
	可動範囲											
	X成分	40.5	11.3	n.s.	42.2	9.3	n.s.	47.9	27.1	n.s.	43.6	18.2
最側方位	Y成分	73.2	2.8	*	75.7	4.2	n.s.	76.4	8.0	n.s.	75.1	5.7
	Z成分	59.9	7.0	n.s.	58.0	7.1	n.s.	58.9	9.2	n.s.	58.9	7.9
	運動量	65.8	3.2	**	68.2	3.3	n.s.	67.1	3.5	n.s.	67.0	3.5
	可動範囲											
	X成分	44.4	8.3	n.s.	48.4	9.0	n.s.	45.7	8.2	n.s.	46.1	8.6
	Y成分	71.2	5.0	n.s.	72.4	3.3	n.s.	72.3	3.9	n.s.	72.0	4.2
	Z成分	59.6	7.0	n.s.	60.5	13.6	n.s.	59.0	8.2	n.s.	59.7	10.0

*: p<0.05 (単位は%)

**: p<0.01

4. 運動様式と切歯点の運動方向の関係

切歯点の運動方向の矢状面投影角度は, 各運動様式間いずれの側方位においても有意差は認められなかった。前頭面投影角度は, 3 mm 側方位と 5 mm 側方位において, Δ 字型の値が V 字型, 回転型よりも有意に

小さかった。Z-実角度もこれと同様に, 3 mm 側方位と 5 mm 側方位において, Δ 字型の値が V 字型, 回転型よりも有意に小さかった。また水平面投影角度は, 3 mm 側方位において, V 字型の値が Δ 字型, 滑走型よりも有意に小さかった (図 6)。

図 5 作業側顆頭の運動様式と歯牙ガイドとの関係

図 6-1 運動様式別の切歯点の運動方向 (前頭面投影角度)

IV. 考 察

1. 運動様式の分類基準について

間接法による補綴治療において、咬合器は補綴物の

図 6-2 運動様式別の切歯点の運動方向 (水平面投影角度)

図 6-3 運動様式別の切歯点の運動方向 (Z-実角度)

製作上欠くことのできない顎運動再現装置である。生体により調和した咬合面形態をつくるには、個々の下顎運動をより正確に再現できる咬合器を用いる必要がある。なかでも調節性咬合器は様々な調節機構を備え、備えた調節機構の種類や数により分類されている。そして側方滑走運動時の作業側顎頭の運動様式は、これらの咬合器を選択する際の重要な指標である。

そのため作業側顎頭の運動様式は、その運動量や顎路の形状により分類されてきた。真柳¹⁾は1970年に、側方滑走運動時の作業側顎頭の運動量の平均値0.7 mmを境界に、回転型、滑走型、移行型に分類している。また1982年、塩澤²⁾は回転型、滑走型以外に折り返し型、後方移動型の存在も確認している。本研究でも、運動量だけでは分類できない特徴ある運動様式の存在が観察された。このため著者らは、運動量だけで分類するよりも、視覚的に、作業側顎路の形状から運動様式を分類するほうが、その特徴を把握しやすいと考えた。

これには、作業側顎路の矢状面、前頭面、水平面投影図から分類することが可能であるが、なかでも顎路の水平面投影図は、臨床において咬合器およびtransferの方法選択という意味から、矢状面投影図や前頭面投影図よりも大きな意義をもつ¹¹⁾と報告されている。このため本研究では、作業側顎頭の運動様式を、作業側顎路の水平面投影図の特徴により分類を行った。その結果、視覚的には、回転型、滑走型、屈曲型の3タイプに分類することができた。顎路の屈曲は、ある時点での運動方向の変化が大きいうという特異性から、潜在的に機能異常を惹起する一要因である可能性が考えられるため、あえて他と区別した。

内外側的な可動範囲が大きい滑走型と、可動範囲が3成分とも小さい回転型については、視覚的には判別し難いものもあるので、第1報の結果を用いて、境界線を設定した。作業側顎頭の平均的な可動範囲は、前後方向に0.47 mm、内外側方向に0.79 mmである。この前後方向と内外側方向の可動範囲の比率よりも、内外側方向の可動範囲が大きいものが滑走型である。また、内外側方向の可動範囲の絶対値が、平均値の0.79 mm以上のものも、滑走型とみなすことができる。

以下、この分類基準によって分類した運動様式の特徴について考察を加える。

2. 作業側顎頭の運動様式について

1) 回転型について

回転型の運動量は、滑走型、屈曲型よりも有意に小さかった。滑走型との有意差は、可動範囲から考えて、おもに内外側方向の可動範囲(Y成分)の大きさによると考えられた。また屈曲型との有意差は、3成分すべてによる影響であると考えられた。

また切歯点の運動量、運動方向だけでは、回転型と滑走型とは判別できないことが確認された。しかし回転型の特徴として、歯牙ガイドにC型、CP型が多いことが明らかになった(図5)。

歯牙ガイド別にみると、C型ガイドの46.4%は回転型であり、CP型とCPM型を合わせたガイドの25.0%が回転型であった。つまり咬合様式がグループファンクションの場合、側方滑走運動時の作業側顎頭が回転型を呈する確率は低いと考えられる。西川¹²⁾は犬歯誘導、もしくは犬歯および小白歯のグループファンクションを推奨しているが、これは本研究のC型とCP型であり、その41.8%を回転型が占める。

2) 滑走型について

滑走型にはいわゆる外方滑走のみでなく、内方滑走や反復滑走も観察された。内方滑走については一般にはないと報告されている^{1,10)}ものの、本研究では1割に観察された。また反復滑走は、外方滑走と内方滑走の組合せと考えられ、稀ではあるが、その存在が確認された。この理由として、顎頭部解析点の設定の違いや、従来の解析^{1,3,10)}の約1.8倍の最側方位(平均 9.65 ± 1.54 mm)までを解析対象としたことなどが考えられる。

この反復滑走は、潜在的顎機能異常の可能性も考えられるため、健常有顎顎者の経時の研究や、顎機能異常者の解析など、今後の検討を必要とする。

なお、本研究での滑走型の出現頻度は1/3であった。

滑走型の運動量は、回転型より有意に大きかったが、これは内外側方向の可動範囲(Y成分)の大きさによる影響であった。

このY成分は、いわゆるイミディエイト・サイドシフトやプログレッシブ・サイドシフトなど各種サイドシフトの総和量である。1973年Lundeen¹⁴⁾は、平衡側顎頭のイミディエイト・サイドシフト量について、平均1.0 mmと報告している。本研究の結果では、他の2型よりも有意に大きかった滑走型のサイドシフト量は平均 1.07 ± 0.44 mmであった(表1)。イミディ

エイト・サイドシフト量はこれよりも小さい値となると考えられる。また回転型と屈曲型を加えた全タイプのサイドシフト量の平均は 0.79 ± 0.40 mm であり、さらにイミディエイト・サイドシフト量は小さくなると考えられた。1984 年、保母ら¹⁵⁾は歯牙接触条件下でのイミディエイト・サイドシフト量を 0.49 mm と報告しているが、おそらく Lundeen の値よりはるこの値に近似すると推察される。Lundeen は、Pantograph に類似の装置で平衡側顎頭の外側から求めており、イミディエイト・サイドシフト量の違いは、計測方法の違いによると考えられた。

また、滑走型の特徴として CPM 型の歯牙ガイドが多いことが明らかになった。CPM 型ガイドの 76.5% が滑走型であった。つまり咬合様式がグループファンクションの場合、側方滑走運動時の作業側顎頭は滑走型を呈する確率が高いと考えられた。

以上より、CPM 型は歯牙ガイドとしてはあまり奨励されていないものの¹²⁾、作業側顎頭は一般には滑走型を呈し、特異な運動をする可能性は小さいと考えられた。犬歯誘導、グループファンクションの是非については現在も論争中であるが、作業側顎頭の運動様式と歯牙ガイドの関係は今までに報告がなく、本研究で明らかにしたものである。

3) 屈曲型について

屈曲型はその顎路の形状から、V 字型、 Δ 字型と複屈曲型の 3 つに細分された。塩澤²⁾の折り返し型は V 字型に、後方移動型は Δ 字型に相当する。しかし、本研究では最側方位までの側方滑走運動について解析を行ったため、いままで報告されていない、両者を組合せた複屈曲型の存在も、確認することができた。

屈曲型は、回転型よりも 3 成分ともに可動範囲が大きいため、運動量としても有意に大きかった。また滑走型とは運動量に有意差がないものの、特に前後方向の可動範囲 (X 成分) が大きいことが明らかとなった。この前後方向の可動範囲の大きさは、屈曲型の特徴である。

屈曲型には、C 型、CP 型の歯牙ガイドが多かったが、回転型や滑走型ほど特徴的ではなかった。一方、切歯点部の運動量や運動方向だけでは作業側顎頭の運動様式を推測することは困難であるものの、屈曲型には切歯点の運動方向に特徴がみられた。

Δ 字型では、切歯点の前頭面投影角度と Z-一夾角度が、他よりも小さい傾向にあることから (図 6-1)、歯牙のガイドは緩いと考えられた。また 3 mm 側方位

では、水平面投影角度は V 字型よりも有意に大きいことから (図 6-2)、運動初期により後方に誘導されると考えられた。一方、V 字型は 3 mm 側方位において水平面投影角度が他よりも小さい傾向にあり、運動初期にはより前方に誘導されると考えられた。中野は犬歯の誘導に注目して、上顎犬歯の近心斜面でガイドする M 型と遠心斜面でガイドする D 型の 2 型に分類している¹⁶⁾。屈曲型のみをこれに当てはめると、水平面投影角度の結果から、おそらく V 字型には M 型のガイドが、 Δ 字型には D 型のガイドが多いと思われる。

顎関節自体の可動性^{17,18)}を考慮すると、一概に屈曲型が即、顎機能異常とはいえない。しかし、屈曲型を呈するような歯牙誘導は、作業側顎頭以外の解析点の運動軌跡にも影響を与えているとの報告⁵⁾もあり、靱帯や筋などの顎関節周囲組織や、咬合の安定性にとって望ましいものではないと考えられる。また臨床的には、中野が顎関節部の疼痛や雑音と D 型のガイドとの関連性について報告している¹⁶⁾。このことから、屈曲型、特に Δ 字型については潜在的顎機能異常の可能性も考えられる。しかしこれに関しては、反復滑走同様、健常有歯顎者の経時的研究や、顎機能異常者の解析により、今後、解決されるべき課題であろう。

3. 運動様式の違いと歯列上の点の運動との関係

側方滑走運動時の作業側顎頭の運動様式の違いを、1982 年、塩澤²⁾は切歯誘導角を用いて説明している。林³⁾がそれを支持し、さらに加藤ら⁴⁾が研究を進めている。本研究の分類による屈曲型の中の V 字型は、塩澤のいう折り返し運動に、 Δ 字型は後方移動型に相当する。このため屈曲型については、切歯誘導角の導入により説明されると思われる。また、複屈曲型の運動様式も切歯誘導角の組合せにより説明できる。

しかし、切歯点の運動量および運動方向だけでは、作業側顎頭の運動様式の違いを推測することは困難であり、切歯誘導角を用いても、本研究で観察された内方滑走や反復滑走については、説明が困難である。これら運動様式の違いは、側方滑走運動を誘導する歯牙のみならず、顎関節自体の可動性^{17,18)}や周囲組織など、複合因子により引き起こされると考えられる。したがって、ここでは試算的に、一因子である歯牙誘導に着目し、回転型と滑走型について考察する。

本研究の結果から、回転型を呈する歯牙ガイドは犬歯誘導、つまり一歯誘導が多く、滑走型ではグループファンクション、複数歯の誘導が多いことが明らかと

図7 回転型、滑走型の作業側大臼歯点の運動量
切歯点の運動量に対する比率

なった。これより、一歯誘導によりスムーズに側方滑走運動を行った場合、作業側顎頭は回転型を呈すると考えられる。あるいは複数歯誘導でも、各誘導歯牙が、同心円の弧に類似する運動方向や運動量をもつ場合は、回転型となると考えられる。

外方滑走と内方滑走との違いについては、滑走型には複数歯誘導が多く観察されたことから、前方誘導歯牙には便宜的に切歯点を、後方の誘導歯牙には大臼歯点を代表させて考えた。滑走型の切歯点と作業側大臼歯点の運動量と可動範囲を、外方滑走、内方滑走の2型に細分して算出した。

その結果、両者の切歯点の運動量、可動範囲は、いずれの側方位においても、有意差が認められなかった。一方、作業側大臼歯点の運動量は、3mm側方位、5mm側方位では外方滑走型が、内方滑走型よりも有意に大きかった。しかし最側方位では、2者間に有意差は認められなかった。また、これらを切歯点の運動量の比率に直しても、いずれの側方位においても、外方滑走型の運動量が内方滑走型よりも有意に大きかった (図7)。

以上より、各誘導歯牙の運動方向に大きな差がなく、後方誘導歯牙の運動量が大きい場合、つまり誘導歯牙が協調的に誘導する場合、作業側顎頭は外方滑走

図8 回転型、滑走型の模式図

を呈すると考えられた。一方、後方誘導歯牙の運動量が小さい場合、あるいは後方誘導歯牙が干渉的に誘導する場合、作業側顎頭は内方滑走を呈すると考えられた。そして反復滑走は、この2つの組合せと考えられる (図8)。

V. 結 論

顎頭部の三次元動態を含めた側方滑走運動を正確かつ詳細に把握するために、顎口腔系に異常のない健康有歯顎者40名80顎頭を用いて顎運動解析を行い、以下の結論を得た。

1. 側方滑走運動時の作業側顎頭の運動様式を、側方顎路基準点の作業側顎路の形状から、回転型、滑走型、屈曲型の3タイプに分類した。
2. 側方滑走運動時の作業側顎頭の運動様式に、従来報告されていなかった内方滑走、反復滑走の存在を確認した。
3. 回転型は運動量、可動範囲が小さく、滑走型は内外側方向の可動範囲が大きいため運動量も大きく、屈曲型は前後方向の可動範囲が大きかった。
4. 回転型と滑走型の運動様式の違いは、切歯点の運動方向から類推することは困難であった。
5. 作業側顎頭の運動様式と歯牙ガイドの関係は、C型、CP型ガイドには回転型を呈するものが多く、CPM型ガイドには滑走型を呈するものが多いことが明らかとなった。
6. 屈曲型では、切歯点の運動方向から、V字型は運動初期により前方に誘導され、一方、A字型は運動初期の歯牙のガイドは緩く、より後方に誘導される傾向がみられた。
7. 作業側顎頭の運動様式の違いは多因子によるが、なかでも歯牙の誘導は影響の大きな一因であるこ

とが示唆された。

以上より、側方滑走運動時の作業側顎頭の三次元動態の正常像を、詳細に把握することができた。

稿を終わるに臨み、種々のご助言とご校閲の労を賜りました、九州大学歯学部歯科補綴学第1講座、寺田善博教授ならびに小児歯科学講座、中田 稔教授、歯科矯正学講座、中島昭彦教授に謹んで感謝致します。また九州大学歯学部歯科補綴学第2講座の諸先生方に厚くお礼申し上げます。本研究にご協力いただきました被験者の皆様に深謝致します。

文 献

- 1) 真柳昭絃：側方滑走運動における顎頭外方点の運動に関する研究，補綴誌，19：528～537，1976.
- 2) 塩澤恭郎：下顎任意点の運動解析 第2報 下顎限界運動の立体的解析，補綴誌，26：148～164，1982.
- 3) 林 豊彦：側方滑走運動の三次元動態に関する研究 第1報 下顎代表点の運動路と運動初期の動態について，補綴誌，30：1136～1148，1986.
- 4) 加藤一誠，石岡 靖：側方滑走運動時の作業側顎頭運動の誘導に関する研究，補綴誌，36・87回特別号：163，1992.
- 5) 真柳昭絃：側方滑走運動における顎頭運動に関する研究，補綴誌，14：158～182，1970.
- 6) 長谷川成男，藍 稔，河野正司ほか：下顎限界運動における全運動軸の立体的測定，補綴誌，19：434～443，1975.
- 7) 築山美和，古谷野潔，築山能大ほか：側方運動における顎頭部三次元動態に関する研究 第1報 側方運動解析のための新しい顎頭部基準点について，補綴誌，37：159～171，1993.
- 8) 古谷野潔：後方運動時の下顎の三次元動態，補綴誌，31：805～818，1987.
- 9) 西田圭一，水野幹生，古谷野潔ほか：咀嚼時の三次元下顎運動解析，咀嚼時歯牙滑走運動範囲について，補綴誌，35・85回特別号：117，1991.
- 10) 中野雅徳：側方滑走運動における顎路と切歯路に関する研究，補綴誌，18：221～245，1975.
- 11) 長谷川成男，野村孝太郎，丸山雅昭ほか：側方滑走運動における運動様式の検討，補綴誌，21：381～386，1972.
- 12) 西川啓介，中野雅徳，坂東永一：側方滑走運動の咬合様式について，水谷 紘，中野雅徳編著，日本歯科評論別冊“犬歯”，107～144，日本歯科評論社，東京，1989.
- 13) 藍 稔，中野雅徳：顎口腔系の形態，機能に関する臨床的調査，第2報 咬合について，補綴誌，19：385～390，1975.
- 14) Lundeen, H.C. and Wirth, C.G.: Condylar movement patterns engraved in plastic blocks, J Prosthet Dent, 30：866～875，1973.
- 15) 保母須弥也，高山寿夫，田端基人：非作業側水平顎路におけるイミディエイト・サイドシフト，プログレッシブ・サイドシフトおよびベネット角の相関関係について 第1報 統計手法によるIPB 相関式の導出，補綴誌，28：788～795，1984.
- 16) 中野雅徳，坂東永一：側方運動のガイドをどのように与えるか，水谷 紘，中野雅徳編著，日本歯科評論別冊“犬歯”，125～134，日本歯科評論社，東京，1989.
- 17) 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.
- 18) 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.