側方運動の運動論的分類

長谷川 成 男 真 柳 昭 紘
中 野 雅 徳* 新 井 泉

Mathematical Classification of Lateral Movement

Shigeo Hasegawa, Akihiro Mayanagi, Masanori Nakano* and Izumi Arai

I. 緒 言

下顎運動を表現するには全運動軸を利用するのが最も合理的であると発表¹⁾されて以来すでに久しいが、この軸上の側方運動が実測されたのは極く最近のことである²⁾。著者の1人である中野³⁾は側方運動時の歯牙の Guide の解析を目的として全運動軸上の側方運動を31名の被験者について測定、記録している。

著者ら⁴⁾はまた一方において咬合器の選択、さらには咬合面形態といった直接の対象を臨床に置いた下顎運動の解析を行って、側方運動を4つの pattern に分類することの妥当性を示している。ここではこの全運動軸上での側方運動記録に対してこの方向からの解析を加えてみる。

II. 解析方法

1. 資 料

中野³⁾が被験者31名について写真法にて全運動軸上で測定、記録した側方運動を資料とする。しかし、中野³⁾の歯牙の Guide の在り方に関する解析結果から正常とは見なし難かつた3名は除外し、28名、56例を本解析の対象とする。なお、各被験者間の結果に関する比較を行うために、平衡側顆頭の移動距離が4mmとなる点を基準側方咬合位としたが、17例では記録されている移

動距離が4mmに達していないので、これらは記しを符し、別に扱うこととする。

本資料の顆頭中心点での運動方向、運動量は表1および図1, 2に示す通りである。なお、図表中作業側顆路角(+)とあるのは水平面投影については後方、前頭面投影については上方を示す。

2. 解 析 法

28名、56例の側方運動に対して顆頭間軸一致度(H)^{5,6)}、彎曲度(D)^{7,8)}および側方運動の Pattern⁴⁾に関する解析を行う。

1) 顆頭間軸一致度 (H)

側方運動は顆頭間軸の滑走と軸自体の回転で表現でき、顆路型咬合器も同様の機構をとっているので、側方運動の咬合器上での再現性は側方咬合位における生体と咬合器との顆頭間軸の一致度(H)で代表させ得る。

調節性咬合器は平衡側顆路を理論的には常に再現できる。したがって、顆頭間軸一致度(H)は側方咬合位での生体と咬合器の作業側顆頭点間の実距離となる。この顆頭間軸一致度(H)は半調節性咬合器で顆頭間距離が多く110mmに固定されているので、ここではH₁₁₀として、顆頭間距離可変半調節性咬合器では顆頭間距離を変える(ΔL)ことによってHの最小値を求め得るので、ここではH_{min}として、また全調節性咬合器では ΔL に加えて頂角60°の四角錐の調節範囲(現在の多くの咬合器での調節範囲)を作業側顆路に対してもつので、ここではH_fとして表わす。なお、H_fはH_{min}点での顆頭間軸に対する作業側顆路の実角($\theta \cdot H_{min}$)が30.0°以下の場合には当然0.00mmとなり、完全再現を意味することになる。

2) 彎曲度 (D)

咬頭嵌合位と側方咬合位とを結ぶ直線に対する側方運

東京医科歯科大学歯学部第2歯科補綴学教室(指導:田端恒雄教授)

The Second Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University (Director: Prof. Tsuneo Tabata)

* 長野県厚生農業協同組合連合会、リハビリテーションセンター鹿教湯病院歯科
昭和53年2月27日受付

表 1 側方運動時の顆頭中心点における顆路の方向および運動量

(* 印は平衡側顆頭点の移動距離が 4 mm 未満の例)

	例 数	作業側顆路			平衡側顆路		
		水平面投影角度	前頭面投影角度	移動距離(mm)	水平面投影角度	矢状面投影角度	移動距離(mm)
出現範囲	39	60.8°~(-)119.7°	111.8°~(-)76.5°	1.48~0.16	27.9°~0.7°	54.6°~18.8°	4.0
平均値		1.6°	(-)6.2°	0.76	11.1°	37.2°	4.0
出現範囲	17*	91.9°~(-)87.4°	92.8°~(-)68.2°	1.12~0.30	31.2°~1.0°	46.6°~22.5°	3.83~1.98
平均値		20.2°	4.1°	0.62	8.26°	34.3°	3.31

図 1 顆頭中心点の作業側顆路角 (×印は平衡側顆頭点の移動距離が 4 mm 未満の例)

動経路上の数点、各顆位からの実距離の最大値をもつて空間的彎曲度(D)とする。

顆路の彎曲は齒牙路の彎曲に対して影響を及ぼしているが、作業側のそれは運動距離が小さいために(表1)大きな影響をもたない。しかし、平衡側顆路の彎曲、ことにその水平成分、水平的彎曲度(Dh)と齒牙路の彎曲との間には密接な関係がある⁹⁾。

3) 側方運動の分類

側方運動は顆路と顆頭間軸自体の回転で表現できるので、側方運動にとつては顆路が最も重要な要素である⁹⁾。そしてこの顆路は運動方向と経路とで示するのが普通である。運動方向は、平衡側顆路では出現範囲も狭く、調節性咬合器を対象とすれば必ず再現できるので、ここで問題となるのは作業側の運動方向、すなわち第1)項に述べた顆頭間軸一致度(H)ということになる。

一方、経路は彎曲度(D)で代表させれば、作業側のそ

図 2 顆頭中心点の平衡側顆路角 (×印は平衡側顆頭点の移動距離が 4 mm 未満の例)

れは運動距離共々小さく、また咬合面部に対しても大きな影響を示さないの、ここでは第2)項に述べた平衡側の彎曲度(D)がより大きな問題となる。したがって、側方運動は顆頭間軸一致度(H)と彎曲度(D)とで特徴づけられ、それをH、Dの大小によつて4型の pattern に分類することはきわめて合理的なことといえる。また、ここに咬合器での下顎運動の近似再現といった概念¹⁰⁾を導入すれば、この分類は補綴物作製に当たつての咬合器選択の基準ともなり得る。

III. 結果および考察

1. 顆頭間軸一致度(H)および彎曲度(D)

被験者 28 名について記録した側方運動を資料として顆頭間軸一致度および彎曲度を求めた結果は表2として示した。この結果を第1小臼歯部での切端咬合位を対象とした野村⁴⁾の14例に対する結果ならびに切歯点5mm移動側方咬合位を対象とした真柳⁶⁾の16例に対する結果と比較表示したのが表3である。ここで野村は平均的顆頭点を、真柳はレントゲン写真上で定めた顆頭中心点を結ぶ線を顆頭間軸としているが、今回のそれは描記

表 2 顆頭間軸一致度および彎曲度

被 験 者		H ₁₁₀ (mm)	H _{min} (mm)	H _f (mm)	$\theta \cdot H_{min}$ (°)	$\angle L$ (mm)	D (mm)	Dh (mm)
1	R	0.13	0.07		8.9	— 3.22	0.12	0.08
	L	0.55	0.00		1.5	20.83	0.03	0.01
2	R	0.35	0.16		18.8	9.99	0.06	0.03
	L	0.17	0.08		9.5	4.84	0.18	0.05
3	R	0.25	0.25		14.7	1.21	0.26	0.26
	L	0.20	0.18		16.3	— 2.79	0.16	0.16
4	R	0.09	0.04		4.1	— 2.25	0.12	0.07
	L	0.29	0.05		3.6	9.00	0.32	0.32
5	R	0.12	0.12		13.3	— 0.22	0.14	0.09
	L	0.52	0.21		13.2	14.11	0.15	0.15
6	R	0.43	0.00		0.0	14.24	0.24	0.15
	L	0.33	0.21		10.3	10.64	0.37	0.31
7	R	0.12	0.12		31.1	0.27	0.20	0.02
	L	0.20	0.18		20.4	2.85	0.12	0.11
8	R	0.16	0.11		11.9	2.47	0.06	0.03
	L	0.37	0.14	0.03	39.1	— 9.57	0.29	0.07
9	R	0.27	0.09	0.04	48.2	10.99	0.11	0.06
	L	0.36	0.03		3.9	14.54	0.06	0.02
10	R	0.60	0.06	0.06	79.5	— 15.46	0.12	0.08
	L	0.16	0.13	0.12	85.4	— 2.59	0.14	0.06
11	R	0.24	0.17		26.8	— 4.57	0.19	0.16
	L	0.25	0.23		17.9	2.16	0.15	0.14
12	R	0.24	0.20		24.3	— 4.18	0.12	0.10
	L	0.52	0.34	0.08	38.5	— 12.05	0.08	0.04
13	R	0.89	0.18	0.09	54.6	29.85	0.12	0.04
	L	0.33	0.14		25.8	8.53	0.23	0.12
14	R	0.11	0.05		6.6	— 2.62	0.21	0.20
	L	0.08	0.07		11.6	— 0.41	0.23	0.22
15	R	0.28	0.28		26.2	— 1.85	0.08	0.04
	L	0.12	0.02		2.9	3.48	0.12	0.11
16	R	0.30	0.26	0.02	32.6	— 4.07	0.23	0.01
	L	0.20	0.19		23.0	— 3.60	0.12	0.06
17	R	0.65	0.32	0.23	69.3	— 19.44	0.13	0.13
	L	0.51	0.20		24.1	— 12.16	0.42	0.19
18	R	0.62	0.08		19.0	21.18	0.07	0.05
	L	0.04	0.03		5.6	0.30	0.14	0.03
19	R	0.16	0.14		16.3	1.92	0.42	0.42
	L	0.28	0.00		0.0	— 7.24	0.18	0.18

被 験 者		H ₁₁₀ (mm)	Hmin (mm)	Hf (mm)	θ・Hmin (°)	ΔL (mm)	D (mm)	Dh (mm)
20	R	0.42	0.28	0.13	49.0	— 8.34	0.12	0.00
	L	0.22	0.09		5.6	5.92	0.27	0.24
* 21	R	0.46	0.32	0.17	55.2	—11.50	0.08	0.04
	L	0.23	0.16		26.2	— 4.77	0.16	0.04
22	R	0.02	0.01		3.9	0.52	0.11	0.03
	L	0.26	0.05		3.8	— 6.82	0.23	0.23
23	R	0.66	0.26	0.06	38.4	—14.32	0.10	0.05
	L	0.56	0.07		7.2	17.38	0.21	0.07
* 24	R	0.21	0.08		26.8	5.87	0.17	0.02
	L	0.66	0.08		13.3	21.84	0.12	0.07
25	R	1.04	0.25		18.5	—21.80	0.15	0.15
	L	0.27	0.09		5.0	— 6.76	0.07	0.07
26	R	0.13	0.12	0.09	71.9	0.82	0.15	0.04
	L	0.20	0.04		6.9	5.82	0.16	0.05
27	R	0.21	0.03		2.8	6.53	0.32	0.14
	L	0.33	0.12		12.7	9.42	0.20	0.04
* 28	R	0.52	0.15	0.11	72.9	—13.52	0.10	0.02
	L	0.52	0.26	0.15	59.4	— 8.87	0.14	0.07
出現範囲 (39例)		1.04～ 0.02	0.28～ 0.00	0.13～ 0.00	71.9～ 0.00	29.85～ (-)21.80	0.42～ 0.03	0.42～ 0.00
平 均 値		0.31	0.12	0.01	16.7	7.92	0.17	0.12
* 出現範囲 (17例)		0.65～ 0.16	0.34～ 0.03	0.23～ 0.00	85.4～ 3.9	14.54～ (-)19.44	0.42～ 0.06	0.26～ 0.02
* 平 均 値		0.36	0.17	0.06	40.4	9.03	0.15	0.07

表 3 顎頭間軸一致度および彎曲度

		H ₁₁₀ (mm)	Hmin (mm)	Hf (mm)	ΔL (mm)	D (mm)	Dh (mm)
野 村 14例	出現範囲	0.17～0.98	0.12～0.80		14.71～(-)25.54	0.06～0.46	
	平均値	0.41	0.33		8.06	0.26	
真 柳 16例	出現範囲	0.08～0.52	0.02～0.40	0.00～0.14	11.5～(-)5.4	0.06～0.25	0.02～0.24
	平均値	0.28	0.17	0.02	4.8	0.17	0.09
著者ら 39例	出現範囲	0.02～1.04	0.00～0.28	0.00～0.13	29.85～(-)21.80	0.03～0.42	0.00～0.42
	平均値	0.31	0.12	0.01	7.92	0.17	0.12

法¹⁴⁾によつて求めた全運動軸を顎頭間軸としているので野村、真柳らとは基準軸を異にするという見方もあるが、顎頭間軸一致度(H)ならびに彎曲度(D)をその出現範囲、平均値などから総合的に考慮すると、野村の結果

が一部で僅かに大きい値を示すところもあるが、いずれにおいても大差なき結果を示しているものとも言えよう。

本資料ではそれぞれの顎頭における全運動軸点と平均

表 4 側方運動の分類, 各型の出現頻度
(小は 0.2 mm 以下)

	Hmin (H)	D	野村 (14例)	真柳 (16例)	著者ら (39例)
第 I 型	小	小	2(0)	10(6)	21(11)
第 II 型	小	大	6	0	10
第 III 型	大	小	4	3	6
第 IV 型	大	大	2	3	2

的顆頭点との位置関係を求めているが、河野¹⁾の研究によれば 10 例で 1.2~6.5 mm, 平均 2.9 mm, 特殊な 1 例を除いては平均 2.5 mm と比較的近接した両者間での位置差を示している。全運動軸点は、河野¹⁾の論文に詳述をみるが、必ずしも 1 点として定まってくるものではなく、ほぼ等価と考えても良い点がある範囲内で面積として分布するとのことである。さらに、本資料では描記法に拠っていることから全運動軸点となる条件を少しゆるめて河野¹⁾のこれに関わる分布図(文献¹⁾の図 9 参照)をみると顆路の厚さが 1 mm 以下となる顆頭点の分布範囲は顆頭中心点を含むような状況となつている。以上のことから、顆頭間軸一致度、彎曲度といった問題に関する限り、全運動軸点、顆頭中心点、平均的顆頭点といった形態的にみるこの程度の位置差は、通常大きな意味をもつて現われてはこないのではなかろうかと考えている。

2. 側方運動の分類

顆路の運動方向の 1 つの指標である顆頭間軸一致度(H)と顆路の経路の 1 つの指標である彎曲度(D)とによる側方運動の分類が咬合器の選択法と密接な関係にあることについては既に報告した⁴⁾。この分類法は、臼歯部運動経路延いては臼歯部咬合形態とも深いつながりを持ち、相当に重要な意味をもつので、ここでは大小を分つ基準値を一応 0.2 mm¹⁰⁾としたとき各型の出現頻度について表示した(表 4)。

顆頭間軸一致度の最小値 Hmin, 彎曲度 D とともに小さい第 I 型に属する側方運動が最も多く 21 例で、全例の 54% を占めた。この第 I 型に、これと同様に D の小さい第 III 型を加えるとほぼ 70% となるので、側方運動について顆路の彎曲を考慮しなければならない症例は 30% 程度ということになる。Hmin, D とともに大きい第 IV 型は 2 例、5% と最も少ない側方運動の pattern であつた。こうした傾向は形態的顆頭点に関して顆頭間軸一致度、彎曲度を求めて分類した野村、真柳の結果(表 4)

表 5 全顎補綴を想定した際の側方運動各型の出現頻度
(小は 0.2 mm 以下)

	Hmin (H)	D	野村 (7例)	真柳 (8例)	著者ら (17例)
第 I 型	小	小	0	3(1)	4(2)
第 II 型	小	大	2	0	6
第 III 型	大	小	2	2	4
第 IV 型	大	大	3	3	3

においても同様にみられた。

また、この分類法に沿つて全顎補綴物を作製するとの観点から咬合器を選択しようとするれば、表 5 のような結果となる(平衡側顆路が左右側とも 4 mm 以上移動した被験者 17 名についての結果)。表 5 において被験者は全 4 型に均等に存在し、第 I 型に対応する半調節性咬合器、顆頭間距離可変半調節性咬合器、第 III 型に対応する直線顆路全調節性咬合器、第 IV 型に対応する曲線顆路全調節性咬合器はそれぞれに有用なことがわかつた。また、第 II 型に対応する曲線顆路半調節性咬合器は現在明確な形では存在しないが、最近発表された immediate side shift 機構を具えた各種の半調節性咬合器はある意味ではこれに近い機能を示す咬合器¹²⁾なので、これらの咬合器には考案される必然性があつたとも言える。

しかし、咬合器の調節という面からは水平面投影彎曲度 Dh が最も重要とも考えられるので⁸⁾、先の側方運動の分類を立体的彎曲度 D ではなく、Dh で行うと、39 例中新たに 6 例を加えて 33 例が顆路の彎曲という面で問題がなくなり、第 I 型は 5 例増加して 26 例となるので、顆頭間距離可変半調節性咬合器がもつ実際の意義は相当に高いものと考えられる。

IV. 総 括

全運動軸上で記録した側方運動に対して著者らの教室で確立した 1 つの解析法を適用し、28 名 56 例の側方運動を 4 型に分類して各型の出現頻度を示した。

稿を終るに臨み、種々ご援助下さつた田端教授をはじめとする第 2 歯科補綴学教室の諸先生に深謝致します。

なお、演算には東大大型計算機センターを利用した。

文 献

- 1) 河野正司：下顎の矢状面内運動に対応する顆頭運動の

- 研究, 第二報 マルチフラッシュ装置による矢状面運動軸の解析, 補綴誌, 12: 350~380, 昭43 (1968).
- 2) 長谷川成男, 藍 稔, 河野正司, 坂東永一, 真柳昭絃, 野村孝太郎, 福島俊士, 川口豊造: 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, 昭50 (1975).
 - 3) 中野雅徳: 側方滑走運動における顎路と歯牙路に関する研究, 補綴誌, 19: 461~479, 昭51 (1976).
 - 4) 長谷川成男, 真柳昭絃, 野村孝太郎: 側方運動の Pattern からみた咬合器の選択法, 補綴誌, 18: 122~125, 昭49 (1974).
 - 5) 野村孝太郎: 側方咬合位における咬合器の再現性と運動様式に関する研究, 補綴誌, 15: 239~266, 昭46 (1971).
 - 6) 真柳昭絃: 作業側顎頭の運動様相と咬合器の再現性に関する研究, 補綴誌, 18: 126~133, 昭49 (1974).
 - 7) 長谷川成男, 野村孝太郎, 他: 咬合器の再現性に関する検討, ——Graphic Tracing 法と Checkbite 法について——, 補綴誌, 16: 138~143, 昭47 (1972).
 - 8) 真柳昭絃: 側方滑走運動路における彎曲に関する研究, 補綴誌, 17: 205~213, 昭48 (1973).
 - 9) 長谷川成男, 野村孝太郎, 他: 側方滑走運動における運動様式の検討, 補綴誌, 16: 381~386, 昭47 (1972).
 - 10) 長谷川成男, 塩澤育己: 咬合器の選び方——咬合調整と近似再現と側方運動の診断——, 日本歯科評論, 416: 25~35, 417: 25~33, 昭52 (1977).
 - 11) 河野正司, 福島俊士: 全運動軸の描記法による求め方, 補綴誌, 17: 121~125, 昭48 (1973).
 - 12) 長谷川成男, 新井 泉: 咬合器の分類, 補綴臨床/別冊——調節性咬合器——p. 43~54, 昭52 (1977).