Pantronic の特性について

第1報 非作業側運動路の再現性について

宝田 一郎 財部 正治 野嶋 昌彦
西村 臣史 中村 正幸 松原 秀憲
斎藤 文明 腰原 好 羽賀 通夫

Characteristics of Pantronic

1. Record of Balancing Movement

Ichiro Takarada, Masaharu Takarabe, Masahiko Nojima,
Shinji Nishimura, Masayuki Nakamura, Hidenori Matsubara,
Fumiaki Saito, Yoshimi Koshihara and Michio Haga

I. 緒 論

下顎運動の診査, 診断に際して, 種々の記録装置が用いられているが, 運動の再現性を考慮すると, 現在のところパントグラフが最も信頼され得るものとして評価されている¹⁻⁶⁾.

ところで最近の電子工学の著しい発展に伴い, 電子装置を応用した下顎運動記録装置の開発が進められ^{7,8)}, アナログ表示のみならずデジタル表示も可能となりつつある。

この両者の利点を考慮して, 従来のパントグラフの両側下顎頭部記録装置にフォトセンサーを組込むことにより, 運動記録路をアナログデータ, およびデジタルデータとして同時に記録できるパントロニックがディナー社により開発された。本装置は, 従来のパントグラフの持つ操作性の煩雑さを解消するとともに, 咬合器上への運動再現時の技術的誤差をも取り除き得るなどの利点が予想される。また, 下顎運動様相を数値として把握するとともに, 同時に表示されるアナログデータから視覚的にとらえることも可能である。

しかし, 本装置は基本的には従来のパントグラフと同様の機構を有した口外記録装置であり, 上顎クラッチにはレコーディングテーブル, 下顎クラッチにはフォトセンサーを内蔵したスタイラスを装着するいわゆるトラッキングスタイラス・タイプのものであり, センサー部のスタイラスが弾筆であるため, 運動距離や様相に歪を生ずることが考えられる。

そこで著者らは本装置の臨床応用に先立ち, 基本的な特性を知る目的で研究を行っており, 今回は第1報として, 特に非作業側の運動路の再現性について検討した。

II. 研究方法

1. パントロニックの構成

本装置は, 上下顎歯列へ装着するセンサー部とプリンターを内蔵するコンピューターボックスから成る(図1)。センサー部は, ヒンジアキシスを基準として, 上顎サイドアームには, 直交する3面からなるレコーディングテーブルを装着し, 下顎サイドアームには, レコーディングテーブルの各面に直交する弾筆機構のスタイラスを装着する(図2)。

両側下顎頭部のセンサー部においては, この部それぞれの3次元的運動の計測が可能であり, さらにこのデータがマイクロコンピューターによって演算処理されプリントアウトされる。したがって本装置に備えられている

東京歯科大学補綴第II講座(主任:羽賀通夫教授)
2nd Department of Prosthetic Dentistry, Tokyo Dental
College (Director: Prof. Michio Haga)
昭和58年9月30日受付

図 1 パントロニックの全景

図 2 パントロニックのセンサー部

図 3 記録面と生体のリファレンスプレーンとのなす角の計測

前方描記板は、従来のパントグラフに備えられているもののほどの重要性は減じ、単に中心位および運動経路の確認に用いられるだけである。

また、本装置の左右サイドアームの位置的誤差を修正するため、記録面と生体のリファレンスプレーンとのなす角度およびクラッチアングルをあらかじめ所定の方法で測定し(図3), 装置の設定条件として演算部へ入力し

DEAR PANTRONIC	
NAME	
NO.	
DATE	-19.....
R.R.P.	
Ø 10 DEG.	
L.R.P.	
Ø 10 DEG.	
C.R.	
Ø 0 DEG.	
RISS	1.1 MM.
LISS	1.0 MM.
PPSS	8 DEG.
LPSS	6 DEG.
RORB	48 DEG.
LORE	49 DEG.
RPRO	36 DEG.
LPRO	36 DEG.
RSWI	FLAT
LSWI	FLAT
RPRO	36 DEG.
LPRO	36 DEG.
RSWI	ST
LSWI	ST
RRIW	10 DECF
LRIW	10 DECF
RTHL	20 DECU
LTHL	25 DECU

図 4 プリンターより表示されるデジタルデータの一例

ておく必要がある。

下顎運動の記録は、右側方運動3回、左側方運動3回、前方運動3回、の順序に従って行う。入力された3回の前方および側方運動のデータは演算処理され平均値として算出され、さらに conversion factor が加味される。演算処理されたデジタルデータは図4に示すごとくプリントアウトされ、これとは別に各々3回のアナログデータとして図5に示すごとくプリントアウトされる。

運動記録から算出されたデジタルデータ、すなわち咬合器の各調節機構のデジタル表示される項目およびその略号は次に示すとおりである。

- 右 Immediate Sideshift : RISS
- 左 Immediate Sideshift : LISS
- 右 Progressive Sideshift : RPSS
- 左 Progressive Sideshift : LPSS
- 右 Orbiting Paths : RORB
- 左 Orbiting Paths : LORE
- 右 Protrusive Paths : RPRO
- 左 Protrusive Paths : LPRO
- 右 Superior Wall Inserts : RSWI
- 左 Superior Wall Inserts : LSWI
- 右 Superior Wall Inserts を加味した PRO : RPRO'
- 左 Superior Wall Inserts を加味した PRO

図 5 プリンターより表示されるセンサー部の運動の記録

: LPRO

右 Medial Wall Inserts : RMWI

左 Medial Wall Inserts : LMWI

右 Rear Wall Inclination : RRWL

左 Rear Wall Inclination : LRWL

右 Top Wall Inclination : RTWL

左 Top Wall Inclination : LTWL

以後、本論文中においてもこれら調節機構について、これに対する略号を用いる。また、左右の区別の必要がない場合は、略号の最初の右側を示すRまたは左側を示すLの記号を除いた。

これらのデジタルデータに基づき、ディナー D5A, ディナー SE などの調節性の高い咬合器への調節要素が決定できる。

2. 実験装置の設定

本研究では、パントロニックの基本的特性を知るために、各運動の誘導機構が明示できるディナー SE 咬合器を生体に模し、パントロニックを装着した後、各調節機構に種々の条件を与え運動を記録した。そして得られたデータの再現性について検討を行った。咬合器を運動させる際には、術者による誤差を可及的に除くため、同一術者とするとともに、前方要素はセンターベアリングスクリーンの誘導により運動を行った。

表 1 誘導要素の変化に伴う各種計測部への影響

1. PRO の変化に伴う影響
(PRO = 20°, 25°, 30°, 35°)
2. ISS の変化に伴う影響
(ISS = 0 mm, 1 mm, 2 mm)
3. PSS の変化に伴う影響
(PSS = 5°, 10°, 15°)

3. 実験条件 (表1)

(1) PRO の変化に伴う各計測部位への影響

ディナー SE 咬合器のそれぞれの調節機構を左右側同様に、ISS=0 mm, PSS=5°, RWL=0°, TWL=0°, SWI=FLAT, MWI=ST の一定条件とし、左右の PRO を 20°, 25°, 30°, 35°, とした時、それぞれの条件で運動させて得られるデータから、各計測部位に及ぼす影響を検討した。

(2) ISS の変化に伴う各計測部位への影響

DENAR SE 咬合器のそれぞれの調節機構を左右側同様に, PRO=30°, PSS=5°, RWL=0°, TWL=0°, SWI=FLAT, MWI=ST の一定条件とし, 左右の ISS を 0 mm, 1 mm, 2 mm, とした時, それぞれの条件で運動させて得られるデータから, 各計測部位に及ぼす影響を検討した。

(3) PSS の変化に伴う各計測部位への影響

DENAR SE 咬合器のそれぞれの調節機構を左右側同様に, PRO=30°, ISS=0 mm, RWL=0°, TWL=0°, SWI=FLAT, MWI=ST の一定条件とし, 左右の PSS を 5°, 10°, 15° とした時それぞれの条件で運動させて得られるデータから, 各計測部位に及ぼす影響を検討した。

III. 結 果

(1) PRO の変化に伴う各計測部位への影響 (表2)

咬合器の PRO を 20°, 25°, 30°, 35°, と変化させてパントロニックから得られた PRO のデジタルデータは、他の条件をすべて一定にした場合、19.5°, 24.7°, 30.0°, 36.0°, と誘導条件にきわめて近似した結果が得られた。また ISS は 0 mm に設定したものが、0.07 mm, 0.05 mm, 0.19 mm, 0.04 mm の値を示し、PSS は 5° に設定したものが、5.0°, 4.7°, 5.6°, 4.9° と PRO の大きさにかかわらずほぼ一定の値が得られた。ORB は PRO より 3.0°~6.7° 大きくなったが、その差は PRO が大きいほど、大きくなる傾向がみられた。SWI は PRO が 25° 以上の場合には設定条件と同様に FLAT の表示が得ら

表 2 PRO の変化に伴う各計測部位への影響

PRO の変化		ISS	PSS	ORB	PRO	SWI	PRO'	MWI	RWL	TWL
20°	Mean	0.07	5.0	22.5	19.5	*	*	ST	0	*
	S.D.	0.05	0	0.5	0.5					
25°	Mean	0.05	4.7	29.4	24.7	FLAT	24.7	ST	0	*
	S.D.	0.05	0.5	0.5	0.5		0.5			
30°	Mean	0.19	5.6	36.2	30.0	FLAT	30.0	ST	0	*
	S.D.	0.07	0.7	0.9	0.7		0.7			
35°	Mean	0.04	4.9	42.7	36.0	FLAT	36.0	ST	0	*
	S.D.	0.05	0.3	0.5	0		0			
設定条件		0 mm	5 DEG	DEG	DEG	FLAT	DEG	ST	0 DEG	0 DEG

表 3 ISS の変化に伴う各計測部位への影響

ISS の変化		ISS	PSS	ORB	PRO	SWI	PRO'	MWI	MWL	TWL
mm	Mean	0.19	5.6	36.2	30.0	FLAT	30.0	ST	0	*
	S.D.	0.07	0.7	0.9	0.7		0.7			
mm	Mean	1.10	4.5	36.4	29.1	FLAT	29.1	ST	5.5F	9.5U
	S.D.	0.09	0.5	0.5	0.3		0.3		4.4F	3.7U
mm	Mean	2.05	4.7	36.0	29.1	FLAT	29.1	ST	0	1.0U
	S.D.	0.08	0.5	0	0.3		0.3			2.1U
設定条件		mm	5 DEG	DEG	30DEG	FLAT	30DEG	ST	0 DEG	0 DEG

れたが、20° の場合には測定不能の*が表示された。また PRO' は、インサートの形状を FLAT にしたところ PRO が 25° 以上の場合には PRO と全く等しい結果が得られるが、20° の場合は計測不能の*の表示となった。MWI, RWL の値は PRO がいずれの場合においても、それぞれ設定値と同様に ST、0° の結果が得られた。TWL は PRO がいずれの場合も測定不能の*が表示された。図6は PRO の変化に伴う ISS, PSS, PRO のデータの変動を示したものである。

(2) ISS の変化に伴う各計測部位への影響 (表3)

咬合器の ISS を 0 mm, 1 mm, 2 mm と変化させて得られた ISS のデジタルデータは、他の条件をすべて一定とした場合、それぞれ 0.19 mm, 1.10 mm, 2.05 mm と誘導条件に極めて近似した結果が得られた。ORB は、ISS の大きさにかかわらず、本実験の条件下では 36.0°~36.4° のほぼ一定した値となった。PRO' は、SWI を FLAT としたところ、ISS の大きさがいずれの場合においても、すべて PRO の値と一致した結果が得られた。SWI および MWI の形状は ISS の大小にかか

図 6 PRO の変化に伴う ISS, PSS, PRO のデータの変動

わらず、設定条件通りすべて FLAT および ST が表示された。RWL は ISS が 1mm の時のみ 5.5°F が表示され、0mm, 2mm の時はそれぞれ設定条件通り 0° の表示が得られた。TWL は ISS が 0mm の場合は計測不能の*が表示され、1mm, 2mm の場合は 9.5°U, 1.0°U の値となった。図 7 は ISS の変化に伴う ISS, PSS, PRO のデータの変動を示したものである。

(3) PSS の変化に伴う各計測部位への影響 (表 4)

咬合器の PSS を 5°, 10°, 15° と変化させた時に得られた PSS のデジタルデータは、他の条件をすべて一定にした場合、5.6°, 10.0°, 14.1° と誘導条件にきわめて近似した結果が得られた。また PRO は 30° に設定したものが 30.0°, 29.7°, 31.0° の値を示し、ISS は 0mm

に設定したものが、0.19mm, 0.06mm, 0.01mm と PSS の大きさにかかわらず、ほぼ一定の値が得られた。ORB は PSS の大小にかかわらず、本実験の条件下では 29.7°~31.0° のほぼ一定した値となった。PRO' は SWI を FLAT としたところ、PSS の大きさがいずれの場合においても、すべて PRO の値と一致した結果が得られた。SWI および MWI の形状は PSS の大小にかかわらず、設定条件通りすべて FLAT および ST が表示された。RWL は PSS が 5° の時に 0 が表示されたが 10°, 15° の時にはそれぞれ 9.5°F, 10.5°F の値となった。TWL のいずれの場合においても、計測不能の*が表示された。図 8 は PSS の変化に伴う ISS, PSS, PRO のデータの変動を示したものである。

図 7 ISS の変化に伴う ISS, PSS, PRO のデータの変動

IV. 考 察

1. 実験方法について

本実験では、ディナー SE 咬合器を生体に模し、各調節機構に種々の条件を与え、パントロニックを用いて運動を記録した。この方法においては、ディナー SE 咬合器の調節機構に与えた条件が必ずしもすべてが独立したものでなく、一部調節機構においては 2 つの要素が影響を及ぼし合うことが考えられる。そこでこれらについてはあらかじめ咬合器に与えた設定値と実際に運動した実効理論値の差を把握するため解析幾何学的検討を加えた。まず、お互いに影響を及ぼし合う因子としては、PRO と RWL, PRO と TWL, PRO と PSS, TWL と ISS, TWL と PSS および TWL と RWL が考えられる。この中で、非作業側の運動路を対象とした本研究において、最も大きな影響を及ぼすものは PRO と PSS との関係である。

PRO と PSS との関係は図 9 に示すとおりであり、

表 4 PSS の変化に伴う各計測部位への影響

PSS の変化		ISS	PSS	ORB	PRO	SWI	PRO'	MWI	MWL	TWL
5°	Mean	0.19	5.6	36.2	30.0	FLAT	30.0	ST	0	*
	S.D.	0.07	0.7	0.9	0.7		0.7		0	
10°	Mean	0.06	10.0	36.4	29.7	FLAT	29.7	ST	9.5F	*
	S.D.	0.08	0.8	0.5	0.8		0.8		4.4F	
15°	Mean	0.01	14.1	36.5	31.0	FLAT	31.0	ST	10.5F	*
	S.D.	0.03	0.6	0.5	0.7		0.7		1.6F	
設定条件		0 mm	DEG	DEG	30DEG	FLAT	30DEG	ST	0 DEG	0 DEG

図 8 PSS の変化に伴う ISS, PSS, PRO のデータの変動

$$\tan \Delta = \frac{\tan PS}{\cos PR}$$

Δ : 理論値

PS : PSS (設定値)

PR : PRO

図 9 解析図

PRO の設定値を PR, PSS の設定値を PS とした場合, PRO の理論値 Δ との間には,

$$\tan \Delta = \frac{\tan PS}{\cos PR} \quad \text{の式が成立する.}$$

PRO を 20°, 25°, 30°, 35° と設定し, PSS をそれぞれ 0°, 5°, 10°, 15° と設定した時の PSS の理論値を表 5 に示す. PRO の設定値が大きいほど, また PSS の設定値が大きいほど, PSS の理論値は設定値より大きくなるということが認められる. しかし PRO を 35°, PSS を 15° に設定した場合も, PSS の設定値と理論値の差は 3.1° であり, 咬合器における PSS の調節機構が 1 目盛 5° 単位であることを考え合わせると, この差は 1 目盛以内に収まるものと考えられる.

表 5 PSS の設定値と理論値

PSS \ PRO	20°	25°	30°	35°
5°	5.3°	5.5°	5.8°	6.1°
10°	10.6°	11.0°	11.5°	12.1°
15°	15.9°	16.4°	17.2°	18.1°

図 10 Immediate Sideshift の測定方法

図 11 Progressive Sideshift の測定方法

2. 実験結果について

(1) PRO の変化に伴う各計測部位への影響

ディナー社が示す本装置における ISS の算出方法を図 10 に示す. 非作業側の運動路を水平面投影し, 原点 A から前方 8 mm の点 B をとり, B から $\overline{AB}$ に垂線を立て運動路と交わる点を H, $\overline{AB}$ の中点 (A から前方 4 mm の点) から垂線を立て運動路と交わる点を F とする. A から $\overline{AB}$ に対して垂線を立て, $\overline{FH}$ を延長した直線と交わる点を C とした時, $\overline{AC}$ 間距離を ISS としている. また PSS については図 11 に示すように非作業側の運動路を水平面投影し, 原点から前方に 4 mm および 10 mm の 2 点を取り, これから垂線を立て運動路と交わる点を A, C, とし, $\overline{AC}$ が矢状面となす角 $\angle CAB$ を PSS としている. PRO の変化に伴う ISS の変化は, ISS を 0 mm に設定したのに対し, PRO を 20° から 35° まで設定条件をかえたにもかかわらず, いずれの場合の測定値においても設定値にほぼ一致した結果が得られた. また PSS の測定値も PRO の大小にかかわらず, 設定値 5° に近似した結果となった. さらに PRO は設定値と測定値がほぼ一致した.

ISS, PSS, PRO は主に非作業側の運動路から算出さ

れるものであり、作業側より相対的な運動量の大きい非作業側の運動経路から得られたデータは、ほぼ設定条件と一致した傾向になるものと推察される。これに対し作業側の運動量はきわめて小さく、さらにパントロニックのセンサースタイラスの目盛りが、0.2mm 間隙であるため、微小な運動の識別が困難で、TWL の表示がすべて*となったのも、この原因によるものと考えられる。

また SWI は PRO を 20° 以下に設定した場合、計測不能の*を表示したが、このことはパントロニックでは演算不可能な範囲が存在することを示唆するものであると考えられる。

(2) ISS の変化に伴う各計測部位への影響

ISS を 0mm, 1mm, 2mm と設定値を変えた時の PSS の計測値は、ISS の量がいずれの場合も設定値の 5° とほぼ等しい値が得られた。また PRO も同様に設定値 35° にほぼ一致した結果が得られた。ISS は設定値と測定値がほぼ一致した。これらは前述のとおり比較的運動量の大きい非作業側の運動路から算出されるものであるため、設定値と計測値がほぼ一致したものと思われる。これに対して、主に作業側の運動路から算出される RWL, TWL はデータの変動が大きく、なお検討の余地を残すものと思われる。

(3) PSS の変化に伴う各計測部位への影響

PSS の設定値を 5° , 10° , 15° と変化させた場合、ISS の測定値は設定値の 0mm, PRO の測定値は設定値の 30° とほぼ等しい結果が得られた。また PSS の測定値は PSS の設定値がいずれの場合においてもほぼ一致した。

このことは前述のとおり、これらのデータが主に非作業側運動路から算出されているためと考えられる。また、この場合においても主に作業側の運動路から算出されていると思われる RWL のデータの変動は大きく、さらに TWL はすべての場合、計測不能の*が表示された。このことは、作業側の運動量が小さいために生じた結果と考えられる。

3. パントロニックの非作業側調節機構の再現性について

非作業側運動路によって算出された PRO, PSS, ISS のデータは設定条件とほぼ近似した値が表示された。特に水平成分や上下成分のみの変化への追従性は優れているものと思われる。パントロニックで得られたデータは、ディナー SE, ディナー D5A などの咬合器の調節機構の設定値となるわけであるが、これらの咬合器の調節機構は PRO が 5° 単位, PSS が 5° 単位, ISS が 0.2mm 単位であることを考え合わせれば咬合器の非作業側にお

いては、調節機構の設定に役立ち得るものと思われる。

V. 結 論

エレクトリックパントグラフ、ディナーパントロニックの非作業の再現性について検討するため、ディナー SE 咬合器を生体に模し、咬合器の調節機構に種々の条件を与え、設定値とパントロニックによって得られた計測値について比較を行ったところ以下の結果を得た。

1. PRO の設定値を変化させ、ISS, PSS を一定値としたところ、いずれの場合も PRO, ISS, PSS の設定値と計測値はほぼ一致した。
2. ISS の設定値を変化させ、PRO, PSS を一定値としたところ、いずれの場合も PRO, ISS, PSS の設定値と計測値はほぼ一致した。
3. PSS の設定値を変化させ、PRO, ISS を一定値としたところ、いずれの場合も PRO, ISS, PSS の設定値と計測値はほぼ一致した。
4. パントロニックによって算出されたデータは、非作業側または前方運動については下顎運動様相の把握および、咬合器の調節機構のチェックに役立ち得るものと思われる。

文 献

- 1) 真柳昭紘：側方滑走運動における顎頭運動に関する研究，補綴誌，14：158～183，1970。
- 2) Clayton, J.A., Kotowicz, W.E. and Zahler, J.M. : Pantographic tracing of mandibular movements and occlusion, J. Prosthet. Dent., 25：389～396, 1971.
- 3) 鶴見祐三：咬合非誘導と咬合誘導における顎路の変化に関する研究，歯科学報 75：1401～1434, 1975。
- 4) 斎藤文明：パントグラフについて，日本歯科医師会雑誌，34：1254～1263, 1982。
- 5) Guichet, N.F. 著，保母須弥也，大矢政男，永海弘和訳：ギシエーの咬合学第1版，医歯薬出版，東京，1973。
- 6) Guichet, N.F. 著，波多野泰夫訳：ギシエーの咬合治療入門，第1版，朝倉書店，東京，1982。
- 7) 斎藤文明，塩崎泰雄，幡 茂樹，畑中政利，谷 繁信，中尾一成，腰原 好，羽賀通夫：Mandibular Kinesio-graph の特性について，補綴誌，21：312～322, 1977。
- 8) 羽賀通夫，腰原 好，中尾一成，平尾文昭，塩崎泰雄，幡 茂樹，財部正治，中村正幸：咀嚼サイクルに関する研究（第4報）（講演抄録），歯科学報，78：1257～1258, 1978。