下顎運動記録装置とパーソナルコンピューターにより構成した咀嚼運動自動分析システム

A Chewing Movement Recording-analyzing system Composed of Mandibular Movement Recording Apparatus and a Personal computer

志賀博、林清平、浜中秀由喜、小林義典

Hiroshi SHIGA, Kiyohi HAYASHI, Hideyuki HAMANAKA, and Yoshinori KOBAYASHI

日本歯科大学歯学部歯科補綴学教室第一講座

Department of Partial and Complete Denture, School of Dentistry at Tokyo,
The Nippon Dental University

緒言

咀嚼系の機能を明らかにするためには、正確な下顎運動の記録と分析が必須である。

近年、咀嚼系の神経筋生理学研究の進展やエレクトロニクスの発達に伴ない、各種の下顎運動記録装置が開発、発表されているが、解析システムを併せもつものは少ない。特に、市販されているものでは Sirognathograph (Siemens 社製) を用いた解析システム (シロナソアナライザー) ¹⁾ があるが、同システムは下顎運動解析に際して重要な中心咬合位付近の認識が不十分であり、咀嚼ストロークを各ストロークに分解、表示することができない。また、同解析システムでは、咀嚼運動経路を代表する平均経路の算出方法として、咀嚼経路を中心咬合位から下方に向い水平に層分し、各層での平均点を求めているが、この方法に従えば、開口量が一定である場合以外には最大開口付近の正確な経路が算出できなくなり、その部分が消失してしまう。この点について、同様な解析システムを使用し、咀嚼運動を分析している Mongini ²⁾ は、咀嚼サイクルには変動性があるため、平均経路について評価することは困難であると述べている。

演者らはこれらの問題点を考慮し、中心咬合位の認識および新たな平均経路の算出が可能な M K G とパーソナルコンピューターによる咀嚼運動自動分析システムを開発し、その概要について日本歯科大学歯学会第 356 回例会において発表した ³⁾。

今回は、本システムを M K G 以外の下顎運動記録装置にも応用し、咀嚼系の機能の診断を正

確に、客観的に行なうことができるようなデータが得られるようにシステムの改良および拡張を行なった。

システムの構成機器

システムの構成機器は、以下に示す通りである。

1. M Y O - T R O N I C S R E S E A R C H 社製 Mandibular Kinesiograph (M K G - K 5 型)
2. S I E M E N S 社製 Sirognathograph
3. 日本電気三栄社製 Signal processor・7T17
4. T E A C 社製 データレコーダー (X R - 50)
5. 日本電気社製 P C 9 8 0 1 F
6. R O L A N D D G 社製 X-Y plotter DXY-980

システムの原理と概要

まずはじめに、下顎運動を M K G (K 5 型)あるいは Sirognathograph を用いて、データレコーダに記録すると同時に、Signal processor 7T17に入力し A/D コンバーターによりアナログ信号をデジタル信号に変換 (Sample数 3000、Sampling time 10msec) する。次いで、咀嚼ストロークを独自の認識法により各ストロークに自動的に分解し、グラフィックディスプレイに咀嚼ストロークの第 1 ストロークから第 30 ストロークまでを出力 (図 1)、確認後、教室の計測基準 ³⁾ (図 2) に従い各ストロークの open-

図1 本研究の認識法により自動的に分解した咀嚼ストローク

図2 下顎運動分析の計測基準

図3 各ストロークの開口相，閉口相，咬合相の認識

図4 各ストロークを10分割し，算出した座標成分

ing, closing, occluding の各時間成分を認識し（図3）、さらに各ストロークを上下的に水平に等分割し対応する座標成分を算出する（図4）。

これらの各データをRS232CによってパーソナルコンピューターPC9801Fに伝送し、伝送データをディスクに記録する。

データの分析および表示

咀嚼ストロークの第1ストロークから第30ストロークまでを各ストローク毎にグラフィックディスプレイを行なうが、各ストロークの開口相と閉口相を色分けして表示することにより区別する。また、全ストロークの重ね合せ表示と平均経路の算出、表示後(図5-A)、平均経路と各咀嚼ストロークとの標準偏差、変動係数を算出し、標準偏差を表示後(図5-B、表1、2)これらのデータをディスクに記録する。さらに、以下に示す各項目における数値を算出、表示する(表3)。1) 開口量、2) 閉口時最大側方距離、3) 閉口時最大側方距離、4) 咀嚼幅、5) 開口相時間、6) 閉口相時間、7) 咬合相時間、8) Cycle time、9) 開口時最大速度、10) 閉口時最大速度

図5 A: 全ストロークの重ね合せ表示と平均経路,
B: 平均経路と標準偏差, CO: 中心咬合位

Opening Chewing Path				
	Mean		SD	
	(X)	(Y)	(X)	(Y)
level 0	0.00	0.00	0.03	0.03
1	-0.37	-1.35	0.28	0.13
2	-0.64	-2.84	0.37	0.25
3	-0.84	-4.33	0.40	0.37
4	-1.08	-5.82	0.45	0.49
5	-1.32	-7.32	0.49	0.61
6	-1.60	-8.81	0.53	0.73
7	-1.72	-10.30	0.59	0.85
8	-1.89	-11.79	0.73	0.97
9	-2.07	-13.29	0.85	1.09
10	-2.35	-14.78	0.79	1.21

(mm)

表1 開口時の平均経路と標準偏差

Closing Chewing Path				
	Mean		SD	
	(X)	(Y)	(X)	(Y)
level 0	0.00	0.00	0.03	0.03
1	-1.09	-1.35	0.18	0.13
2	-1.97	-2.84	0.33	0.25
3	-2.67	-4.33	0.41	0.37
4	-3.16	-5.82	0.42	0.49
5	-3.42	-7.32	0.46	0.61
6	-3.47	-8.81	0.52	0.73
7	-3.34	-10.30	0.61	0.85
8	-3.11	-11.79	0.64	0.97
9	-2.82	-13.29	0.72	1.09
10	-2.35	-14.78	0.79	1.21

(mm)

表2 閉口時の平均経路と標準偏差

Cycle time		
1: 0.52	11: 0.57	21: 0.58
2: 0.57	12: 0.57	22: 0.56
3: 0.54	13: 0.57	23: 0.58
4: 0.54	14: 0.57	24: 0.59
5: 0.56	15: 0.57	25: 0.63
6: 0.58	16: 0.59	26: 0.67
7: 0.58	17: 0.57	27: 0.63
8: 0.57	18: 0.57	28: 0.62
9: 0.55	19: 0.55	29: 0.60
10: 0.60	20: 0.53	30: 0.60

(1-30) Average : 0.58 SD : 0.031 (sec)

Opening time		
1: 0.17	11: 0.22	21: 0.26
2: 0.20	12: 0.23	22: 0.22
3: 0.19	13: 0.22	23: 0.23
4: 0.19	14: 0.24	24: 0.25
5: 0.22	15: 0.24	25: 0.25
6: 0.25	16: 0.25	26: 0.29
7: 0.23	17: 0.23	27: 0.26
8: 0.18	18: 0.21	28: 0.30
9: 0.20	19: 0.20	29: 0.21
10: 0.23	20: 0.21	30: 0.25

(1-30) Average : 0.23 SD : 0.030 (sec)

Closing time		
1: 0.20	11: 0.17	21: 0.14
2: 0.18	12: 0.16	22: 0.17
3: 0.18	13: 0.16	23: 0.18
4: 0.18	14: 0.17	24: 0.17
5: 0.16	15: 0.15	25: 0.20
6: 0.16	16: 0.18	26: 0.20
7: 0.18	17: 0.16	27: 0.19
8: 0.21	18: 0.15	28: 0.16
9: 0.18	19: 0.18	29: 0.20
10: 0.20	20: 0.17	30: 0.16

(1-30) Average : 0.18 SD : 0.018 (sec)

Occluding time		
1: 0.15	11: 0.18	21: 0.18
2: 0.19	12: 0.18	22: 0.17
3: 0.17	13: 0.19	23: 0.17
4: 0.17	14: 0.16	24: 0.17
5: 0.18	15: 0.18	25: 0.18
6: 0.17	16: 0.16	26: 0.18
7: 0.17	17: 0.18	27: 0.18
8: 0.18	18: 0.21	28: 0.16
9: 0.17	19: 0.17	29: 0.19
10: 0.17	20: 0.15	30: 0.19

(1-30) Average : 0.18 SD : 0.013 (sec)

表3 咀嚼ストロークのサイクルタイム, 開口相時間, 閉口相時間, 咬合相時間

図6 A : 本研究の認識法により自動的に分解した咀嚼ストローク, B : 全ストロークの重ね合せ表示と平均経路, C : 平均経路と標準偏差, CO : 中心咬合位

図7 A：本研究の認識法により自動的に分解した咀嚼ストローク，B：全ストロークの重ね合せ表示と平均経路，C：平均経路と標準偏差，CO：中心咬合位

図8 A：本研究の認識法により自動的に分解した咀嚼ストローク，B：全ストロークの重ね合せ表示と平均経路，C：平均経路と標準偏差，CO：中心咬合位

まとめ

MKG同様、実際の臨床において簡単にしかも自然な状態で下顎運動を記録でき、さらに精度的にも優れている Sirognathograph を用いて咀嚼運動自動分析システム⁴⁾の改良と拡張を行った。この結果、我々のシステムはMKG、Sirognathographの両方の装置について分析ができ、咀嚼運動を多方面から客観的に解析することが可能であり、咀嚼系の機能の診断に際して極めて有効なものと考えられる。

文献

1) 丸山剛郎，西尾公一：新しい下顎運動記録装置 Sirognathograph と同解析コンピューター・システム，歯界展望，63：1536-1546，1984。

2) Mongini, F., Tempia-Valenta, G. and Benvegna, G. : Computer-based assessment of habitual mastication, J Prosthet Dent, 55 : 638-649, 1986.

3) 伊藤陽介，林清平，小林義典：実験的咬合干渉と下顎運動一連続歯牙tapping運動の分析一，顎機能，第1輯：123-128, 1982。

4) 志賀博，浜中秀由喜，林清平，小林義典：MKGとパーソナルコンピューターにより構成した下顎運動分析システム，歯学，74(7)：1550-1551, 1987。

5) 志賀博，浜中秀由喜，高草木章，小林義典：咀嚼運動の恒常性に関する研究，一同一食品における咀嚼運動経路について一，歯学，74(7)：1566-1567, 1987。