

## 終日筋電図採得分析システム

山田建二郎\*, 須ノ内勇次郎\*\*, 渡辺八十夫\*\*\*  
 石田真奈美\*\*\*, 宮本 圭介\*\*\*, 蔡 吉陽\*\*\*  
 米田 尚登\*\*\*, 山田 哲郎\*\*\*, 山内 和夫\*\*\*

### 24 Hours Masticatory Muscle EMG

Kenjiro Yamada, Yujiro Sunouchi, Yasoo Watanabe, Manami Ishida,  
 Keisuke Miyamoto, Chi-Yang Tsai, Hisato Yoneda,  
 Tetsuro Yamada and Kazuo Yamauchi

(平成5年3月31日受付)

#### 緒 言

咬合機能の営みは食事時に最も旺盛と思われるが、日常的な咬みしめは食事時以外にも頻繁に行われている。食事時以外のこのような種々の咬合様動作も、結果的に歯列や顎顔面の形態形成あるいは咬合の維持安定に重要な関わりをもつと考えられる<sup>1)</sup>。従って、これらの関わりを追究するためには一日を通じての咬合動態を調査する必要があるが、従来は日常生活の場で長時間の動態を記録することが難しく、研究室等の非日常的な場で、短時間の記録を行ったものがほとんどであった。しかし、最近のME機器の進歩によって、咀嚼筋筋電図については日常生活をあまり制約されることなく採得が可能となった<sup>2)</sup>。今回、著者らが開発した終日筋電図採得分析システムは、広く歯科全般に亘って、例えば顎関節症患者の咀嚼筋機能動態の調査<sup>3,4)</sup>等にも、その応用範囲は広いと思われるので報告する。

#### 終日筋電図採得分析システムの概略

日常生活環境における筋電図採得では、種々の電氣的ノイズが発生していることに加え、被験者の動きにより電極とアンプの接続部からノイズを混入しやすい。これらを防ぐため小型生体アンプと電極とを一体

化して皮膚上に設置した(図1)。電極は直径10mmの円形のディスポーザブルのものを17mm間隔においた双極表面電極とした。増幅された筋電図を24時間記録可能な携帯用データレコーダのテープに収録する。筋電図再生時にフィルターを介して包絡線(平滑化)にしたものをA/Dコンバーターでデジタル化しメモリに収納した後、コンピュータで集計する(図2)。

なお、終日筋電図はデータレコーダとアンプ用電源の入った小型ショルダーバッグを携帯して採得するの



図1 終日筋電図採得風景

\* 九州歯科大学歯科矯正学講座(主任:山田建二郎教授)

\*\* 福岡県宗像郡

\*\*\* 広島大学歯学部歯科矯正学講座(主任:山内和夫教授)

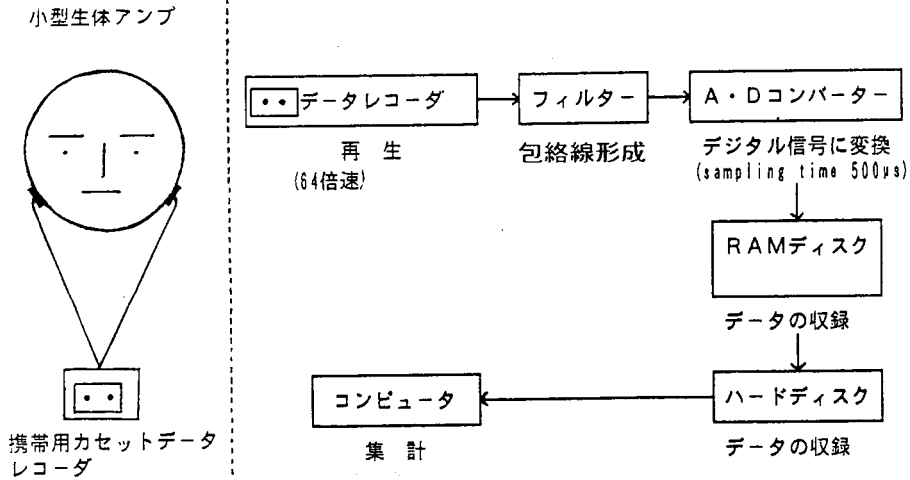


図2 終日筋電図採得分析システム

で、通常の日常生活（入浴を除く）を営むことができる。

### システムおよび分析法

#### (1) 生体アンプの特性

小型生体アンプ（オックスフォード社製、HDX-82、大きさ  $13 \times 13 \times 6$  mm、増幅率  $\times 1000$ ）の周波数特性は DC $\sim$ 800 Hz ( $\pm 3$ dB) である。

小型軽量であるため、電極と一体化して皮膚上に設置しても顎運動機能に支障は生じない。

#### (2) 携帯用データレコーダの特性

ダイレクトアンプを組み込んだ携帯用データレコーダ（TEAC 社製、HR-30J、重さ 580 g、テープ速度 1.5 mm/sec で 1 本のテープに 24 時間の記録が可能）の周波数特性は規格 25 Hz $\sim$ 280 Hz ( $\pm 3$ dB) である（図 3）。

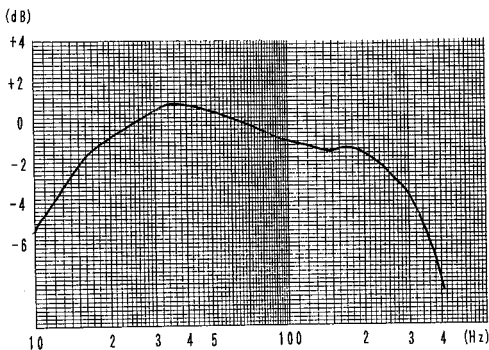


図3 携帯用データレコーダの周波数特性

本システムでの周波数特性はこれに依存し全ての周波数の筋放電は記録し得ない。しかし、強く咬みしめたときの咬筋筋電図の中心周波数が 100 $\sim$ 150 Hz 付近にあることから筋放電の大部分は記録し得る。図 4 は筋電図原波形と本システムでの記録波形の比較であるが、両者の概形はほぼ一致していることを示している。なお、本システムによる生体上の採得可能最低電位は 35  $\mu$ V である。

#### (3) 波形処理

採得した筋電図を実時間の 64 倍速で再生する際、著者らの開発した包絡線形成器を介して平滑化（包絡線）し、A/D コンバーターを用いてサンプリングタイム 500  $\mu$ sec でメモリに収録する。図 5 は、筋電図の波形と著者らの開発した包絡線形成器の出力波形を重ね合わせたもので、バーストの概形を忠実に捉えていることがわかる。包絡線にした理由は、得られた筋電図のバースト 1 つを 1 回の筋活動として捉え、その個数、出力、持続時間を集計するためである。また、サンプリングタイムを長くし、データ数の節減を計ることもなる。包絡線形成器は時定数を可変式にしているので、テープ再生速度に合わせて必要とする包絡線形態を作成することができる。

#### (4) 分析法

筋電図は電極の貼布部位が異なれば記録される活動電位に差が生じることから、単純に電位の大小で筋活動の状態を測ることに問題はあある。その解決策の一つとして、採得可能な最低レベルである生体上の 35

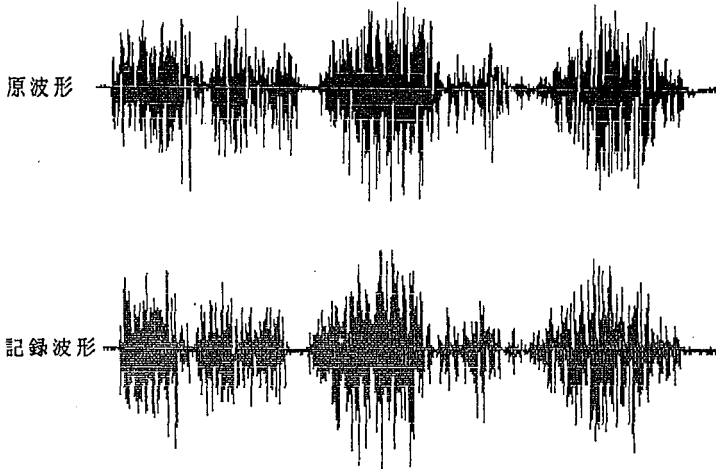


図4 原波形と記録波形の比較

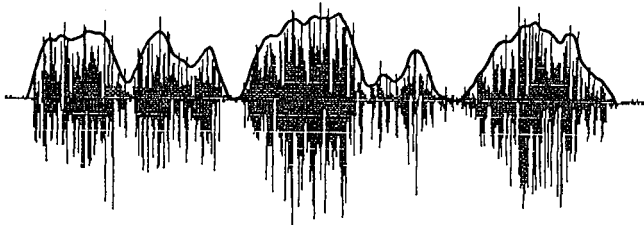


図5 原波形と包絡線形成器の出力波形との重ね合わせ

$\mu V$  に加えて、数回の最大咬みしめを被験者に行なわせ、そのうちの最大電位を基準として、その  $3/4$ ,  $1/2$ ,  $1/4$  の4つの電位をスライスレベルとしている(図6)。図7に各スライスレベルにおけるバーストの出現回数と持続時間の求め方を示した。左の波形では、あるスライスレベルで持続時間  $a$ 、バースト1回

と数え、そして右の波形のように2峰性あるいはそれ以上の波形では持続時間は  $b+c$ 、バーストは1回と数える。

### 考 察

医学分野ではホルター型心電計が普及し、終日の心電図採得が日常的に行われている。しかし、心電図に比べて周波数の高い筋電図を長時間記録するには、記録テープの長さや走行速度に関連して種々の困難な問題が生じる。著者らの知る限り日常生活状態での長時間筋電図の研究としては、Rugh ら<sup>5)</sup>、Clark ら<sup>6)</sup>の報告があるに過ぎない。本システムでは、電極に直結させて小型生体アンプを設置したことにより、ノイズの混入や筋電図の基線のぶれをほぼ完全に防ぐことができ、シールドルームに入ることなく、通常の日常生活状態で筋電図を24時間連続して採得できる。但し、蛍光灯の点滅時に近接したり、歯科用エンジンの金属部分に直接接触すると、ノイズが混入する恐れがあるため、採得にあたってはこの程度の注意は必要である。

また、テープ速度の遅い長時間記録用データレコーダを用いているため、記録可能周波数帯域に制約を受け、周波数解析などには問題があろう。しかし、筋電

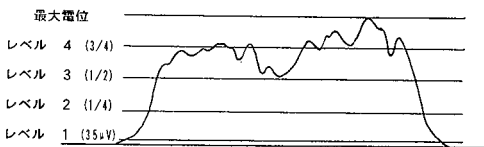


図6 スライスレベルの決め方

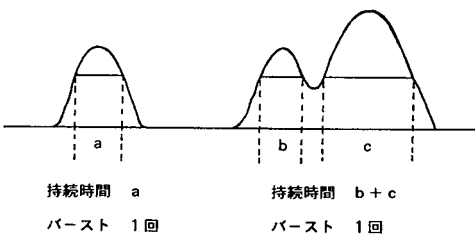


図7 バーストの持続時間と回数の決め方

図の採得目的が干渉波形の分析にあるのではなく、終日の筋活動量の調査を目的としているので、本システムにおける 25~280 Hz の周波数範囲内の採得で十分と考えられる。

従来から行われてきた筋電図による咀嚼筋機能の検査のほとんどが短時間のものであり、長期間に亘る検査においても、筋電図自体は短時間の記録に過ぎなかったのは、上記の筋電図の周波数上の理由と採得した筋電図の処理上の問題が解決できなかったことによると考えられる。長時間に亘る記録は原波形のままではコンピュータを用いるにしても、デジタル信号に変換すると膨大なデータ数となり、記憶容量や処理時間の問題が生じてくる。本システムでは筋電図を包絡化することにより、この問題のほとんどを解決した。

なお、使用した携帯用データレコーダは7チャンネル記録が可能であり、例えば左右咬筋および側頭筋に加えて工夫次第では脳波等の同時記録も可能となる。著者らは、1チャンネルをタイマーとして時刻を同時記録している。これにより、日常生活時の種々の状態、例えば食事時、睡眠時などを区分して集計できる。

### 終日筋電図採得結果の一例

26歳男性の5日間の終日筋電図から得たデータから、一日当りの平均値を算出し、表1、2に示した。終日を平常時、睡眠時、食事時の3つの時間帯に分けて集計した。平常時とは終日から睡眠時と食事時を除

いた時間帯とした。右端の欄は終日に占める食事時の値をパーセントで表したものである。

当被験者の場合、例えば左側咬筋のレベル1におけるバーストの出現回数が、終日で7041.0回でその持続時間の合計が約19.8分であったことを示している。その内訳は、平常時に4246.8回、9.2分、睡眠時に145.6回、0.5分、食事時に2648.6回、10.2分であったことを示している。また、食事時の値が終日のそれに占める割合が、回数で37.6%、時間では51.4%であったことを示している。この%の値は、レベルが高くなるほど大きくなっており、食事時以外の時には強い咬みしめが少ないことを示している。

つぎに、左右側の咬筋の比較では、食事時のすべてのレベルで左側の値が大きくなっており、この被験者は左咬み習慣があると考えられる。一般に習慣性咀嚼側という場合は、食事時のものを指しているようであるが、平常時においてもこの被験者では左側が右側に對して大きい値を示している。

なお、側頭筋については、表情筋の活動電位が混在している可能性があり、今後筋電図採得方法に検討の余地が残されている。

### おわりに

著者らが開発した終日筋電図採得分析システムについて説明し、健康な一被験者の終日の咬筋および側頭筋筋電図調査結果を示したが、さらに多くの被験者が

表1 25歳男性の終日筋電図にみられた左側側頭筋・咬筋のバーストの出現回数と持続時間の合計(5日間の1日当たり平均値)

スライスレベル	終日	平常時	睡眠時	食事時	食事/終日×100 (%)
[左側側頭筋]					
レベル4 回数(回)	772.8	172.0	2.2	598.6	77.5
(3/4) 時間(分)	1.0	0.4	0.004	0.7	64.8
レベル3 回数	2068.6	469.6	6.6	1592.4	77.0
(1/2) 時間	5.0	2.2	0.02	2.8	56.4
レベル2 回数	4828.4	2411.0	42.6	2374.8	49.2
(1/4) 時間	28.7	21.2	0.2	7.3	25.3
レベル1 回数	15133.0	11867.2	196.4	3069.4	20.3
(35 $\mu$ V) 時間	59.7	48.4	0.7	10.6	17.8
[左側咬筋]					
レベル4 回数(回)	427.6	93.8	0.0	333.8	78.1
(3/4) 時間(分)	0.6	0.1	0.0	0.5	77.5
レベル3 回数	1069.2	203.4	0.4	865.4	80.9
(1/2) 時間	1.7	0.3	0.001	1.4	81.3
レベル2 回数	2342.4	510.2	3.6	1828.6	78.1
(1/4) 時間	5.7	1.2	0.01	4.5	79.2
レベル1 回数	7041.0	4246.8	145.6	2648.6	37.6
(35 $\mu$ V) 時間	19.8	9.2	0.5	10.2	51.4

表2 25歳男性の終日筋電図にみられた右側側頭筋・咬筋のバーストの出現回数と持続時間の合計（5日間の1日当たり平均値）

スライズレベル	終日	平常時	睡眠時	食事時	食事/終日×100 (%)
[右側側頭筋]					
レベル4 回数 (回)	848.8	124.2	0.6	724.0	85.3
(3/4) 時間 (分)	1.3	0.3	0.001	1.0	75.5
レベル3 回数	1822.6	356.4	3.4	1463.2	80.3
(1/2) 時間	5.0	2.2	0.01	2.8	55.9
レベル2 回数	4942.4	2515.0	56.6	2370.8	48.0
(1/4) 時間	27.3	19.3	0.3	7.6	27.9
レベル1 回数	15735.6	12403.4	155.6	3176.6	20.2
(35 $\mu$ V) 時間	62.1	49.9	0.8	11.3	18.2
[右側咬筋]					
レベル4 回数 (回)	364.0	30.4	2.8	330.8	90.9
(3/4) 時間 (分)	0.4	0.1	0.01	0.3	86.2
レベル3 回数	900.2	65.8	3.6	830.8	92.3
(1/2) 時間	1.3	0.1	0.01	1.2	91.4
レベル2 回数	1845.8	245.8	7.4	1592.6	86.3
(1/4) 時間	4.1	0.5	0.02	3.6	87.3
レベル1 回数	3581.6	1433.2	27.2	2121.2	59.2
(35 $\mu$ V) 時間	10.1	3.6	0.1	6.4	63.5

らのデータを収集中である<sup>7,8)</sup>。今後、口腔環境の変化、例えば、咬合挙上板やFKOを装着したとき、あるいは義歯を装着した場合の筋機能動態の変化について調査する上で、本システムが有効に利用できると考えている。

## 文 献

- 1) Yamada, K.: The relationship between chewing function and malocclusion. 日矯歯誌 51, Special Issue, 104-111, 1992.
- 2) 山田建二郎, 渡辺八十夫, 蔡 吉陽, 米田尚登, 山内和夫, 須ノ内勇次郎: 終日筋電図による咀嚼筋機能分析 [会]. 日矯歯誌 47, 255-256, 1988.
- 3) 山田建二郎: 顎関節症患者の終日咀嚼筋電図および脳波による検討. 歯医学誌 10, 124-128, 1991.
- 4) 山田建二郎, 山内昌浩, 宮本圭介, 石塚泰男, 山内和夫, 木尾哲朗, 須ノ内勇次郎: 顎関節症患者の一矯正治療例—睡眠時咬筋筋電図および治療後のMRIによる観察—. 日矯歯誌 51, 450-456, 1992.
- 5) Rugh, J.D. and Solberg, W.K.: Psychological implications in temporomandibular pain and dysfunction; in *Temporomandibular joint —Function and Dysfunction—* (Zarb, G.A. and Carlsson, G.E.), the C.V. Mosby Company, St. Louis, 239-268.
- 6) Clark, G.T., Beemsterboer, P.L. and Rugh, J.D.: Nocturnal masseter muscle activity and the symptoms of masticatory dysfunction. *J. Oral Rehabil.* 8, 279-286.
- 7) 山田建二郎, 高口真奈美, 蔡 吉陽, 渡辺八十夫, 山内和夫, 須ノ内勇次郎: 終日筋電図による咀嚼筋機能分析—第2報— [会]. 日矯歯誌 48, 139-140, 1989.
- 8) 石塚泰男, 宮本圭介, 森本徳明, 松浦誠子, 小笠原一行, 山内和夫, 山田建二郎: 携帯用筋電計を使用した成人女子終日咬筋活動の分析 [会]. 広歯誌 23, 244-245, 1991.