原 著 論 文

マルチテレメータシステムを用いた睡眠時 ブラキシズムの測定と解析

大倉 一夫

The Multi-telemetry Measurement and Analysis of Sleep Associated Bruxism

Kazuo Okura

Abstract : The purpose of this study was to investigate biological signals during sleep associated bruxism. All night polysomnographic measurements were performed for twenty volunteers (mean age : 30.3 yrs, SD 5.7) at home. Polysomnographic data, involving masseter EMG, EEG, ENG, ECG, respiration and jaw movement was recorded using the multi-telemetry system.

Bruxism episodes were basically defined as elevation of masseter EMG activities above 5% MVC and then classified into clenching and grinding types due to their EMG and jaw movement patterns. The results were as follows :

1. The mean number of bruxism episodes was 38.7 per night, 6.1 per hour. The mean duration of bruxism was 8.8 sec, peak activity was 35.0% MVC and accumulated activity was 110.6% MVC · sec. Positive correlation was observed among duration, peak activity and accumulated activity of bruxism episodes ($p < 0.01$).
2. Masseter muscle activity patterns during bruxism episodes did not always correspond to jaw movement patterns during episodes.
3. The sleep stage generally tended to rise lighter after bruxism episodes. The highest frequency of bruxism episodes was observed during sleep stage 2 followed by sleep stage REM, stage 1 and stage 3 in that order. No bruxism episode was observed during sleep stage 4.
4. Heart rate was gradually increased before a bruxism episode. The maximum heart rate was observed right after bruxism episode and then generally decreased thereafter.

Key words : sleep associated bruxism, EMG, jaw movement, sleep stage, heart rate

I. 緒 言

ブラキシズムは歯の臼磨音を発生する睡眠時の口腔習癖として古くから知られており、歯周疾患、歯の過度な咬耗、顎機能障害などを引き起こし、あるいは増悪させる因

子の1つにあげられている¹⁾。特に近年、ブラキシズムと顎関節雑音、咀嚼筋疼痛、開口障害をはじめ頭痛、肩凝りなどの多様な病態を示す顎機能障害との関連が注目されており^{2~4)}、その本態の解明を目的としたさまざまな研究が行われてきたが、現在においてもその詳細については未解明の点が多い。一般的にブラキシズムはその運動様式によりグラインディング、クレンチング、タッピングの3種類に分類されている⁵⁾。Reding ら⁶⁾は、ブラキシズム時の顎運動はほぼ1 Hzの周期であると報告しているが、これはブラキシズムのうちのグラインディングについて言及したものであると考えられる。従来の報告においては筋活動か

徳島大学大学院歯学研究科歯科補綴学第二講座（指導：坂東永一教授）

Department of Fixed Prosthodontics, Graduate School of Dentistry, The University of Tokushima (Director : Prof. Eiichi Bando)

平成8年11月30日受付

ら下顎の動きを推定したものや歯の接触に関して検討したものが多く、ブラキシズム時の顎運動を解析の対象とした例⁷⁻¹⁰⁾は少ない。

本研究では、睡眠時ブラキシズムの本態を解明することを目的として、マルチテレメータシステムと新たに開発したブラキシズム中の顎位を測定する磁気を応用した顎偏位計を用いることにより、被験者に対する拘束の少ない状態でブラキシズム時の顎運動を含めた終夜の生体現象を測定解析し、その特性を検討した。

II. 研究方法

1. 被験者

本学学生ならびに職員から本研究に対して被験者となる同意の得られた20名(平均年齢30.3歳)を選択した。その内訳は男性14名(平均年齢31.2歳)、女性6名(平均年齢29.2歳)であり、精神心理学的な疾患の既往歴がないものを対象とし、測定期間中には入眠剤を含む薬剤の服用を禁止した。

2. 測定方法

図1に測定システムのブロックダイアグラムを示す。睡眠時の生体信号は脳波、眼振図、オトガイ部表面筋電図、両側咬筋表面筋電図、左右側顎運動、心電図の計8チャンネルについて測定した。なお20名の被験者のうち5名はオトガイ部表面筋電図のかわりに鼻部サーミスタによる呼吸曲線を記録している。検出した信号はマルチテレメータシステム(日本光電社製WEB-5000)を用いて無線送信し、データレコーダ(NF回路設計ブロック社製PCMデータレコーダ5870)にサンプリング周波数1kHzで、16bitに量子化して記録した。また赤外線暗視カメラを用いて被験者をモニタした。

測定は被験者自宅にて3夜行い、記録したデータは回収後、光磁気ディスクに格納し、ミニコンピュータ(DEC社製VAX 3800)を用いて解析した。またデータレコーダ

から光磁気ディスクに転送する際、データサイズを縮小する目的で筋電図以外の信号については、連続する4個ごとの信号を加算平均することにより、サンプリング周波数を250 Hzに減少させた後に格納した。

脳波の測定は不関電極を前額部に貼付し、頭頂部と左側耳朶の間(Cz-A1あるいはC3-A1)で脳波用皿電極を用い双極誘導により導出し、眼振図は不関電極を前額部に貼付し、両側眼瞼外縁部より双極誘導により求めた。オトガイ部表面筋電図は左右側口角付近に電極を装着することにより導出し、心電図は不関電極を左側胸壁に貼付し、胸骨上の2点より双極誘導により導出した。顎運動の測定はホール素子(東芝半導体社製HT-130)を応用した顎偏位計(図2)を用い、下顎の左右方向への動きを2チャンネルの信号として検出した。咬筋表面筋電図は左右側咬筋中央部より、電極を筋線維の走行と平行に、電極間距離を2cmに規定して貼付し導出した。なお電極の固定は粘着テープ(アルコア社製シルキーポア)を用いた。

また被験者の日間変動を考慮して、筋活動量を相対値で求めるための最大咬みしめは被験日ごとに測定した。最大咬みしめは、データレコーダ前面のモニタ画面を用いてvisual feedbackを行い、各試行間に十分な休息をとらせたと上で、睡眠前後に10秒間3回ずつ行わせた。

3. 解析方法

1) ブラキシズム判定基準

左右側咬筋筋電図の原波形を時定数60 msecで実効値(root mean square: RMS)に変換した。次いでこの処理後の信号を各被験者の最大咬みしめ時に対する筋活動の比率(percent maximal voluntary contraction: 以下% MVCと呼ぶ)に変換し、以下の基準で咬筋筋活動によりブラキシズム発現期間の判定と分類を行った。なお、% MVCの基準となる最大咬みしめ時の筋活動量は、睡眠前後で測定した記録の最大値を選択した。

まず計算機処理により、

(1) 左右側咬筋のいずれかに5% MVC以上の筋活動の認められる時間をブラキシズムに関係する期間として選択

図1 Block diagram of the polysomnographic recording system

測定装置のブロックダイアグラム

図2 Jaw movement detector that utilizes hall element sensor
ホール素子を用いた顎偏位計

した。

(2) 選択した筋活動の持続が2秒より長い場合には、これをブラキシズムと判定し、その活動様式をクレンチングとした。

(3) 筋活動の持続時間が2秒以下のもので、その間隔が2秒以下の場合には、これを一連の筋活動とし、かつその活動開始から終了までの時間が2秒より長い場合をブラキシズムと判定し、その活動様式をグライディングとした。

以上の基準にて判定したブラキシズムをグラフィックターミナル上で視覚的に確認することにより、体動等の影響による明らかなアーチファクトによるものを除外した。次いで終夜の睡眠判定の結果、筋活動発現前の睡眠段階が覚醒と判定されたものも除外した。また多くの被験者において、低レベル(5% MVC 前後)の数十秒から十数分もの長期間持続する筋活動が認められたが、これはオトガイ部筋活動とほぼ同期しており、REM 睡眠中には認められず、脳波上に変化が認められないことから、睡眠中の抗重力筋の変化と考えて、これも解析から除外した。

以上の筋活動を基準として検出したブラキシズムをさらにブラキシズム発現中の顎運動様式により、以下の基準で分類した。

a. ある顎位に持続して位置している時間が、2秒以上あってかつ筋活動より判定されたブラキシズム持続時間の50%を越えるものをクレンチングと分類した。

b. 上記の条件を満たさないものをグライディングと分類した。

今回、判定されたブラキシズムを、後に行う心拍数に対する解析期間の重複を考慮して、各ブラキシズムの間隔が16.4秒未満のものは、これを一連のブラキシズムとして解析した。このため、ブラキシズムの種類としてはクレンチング型、グライディング型のほかに同一期間に両者が混在する複合型が加わり3種類に分類した。

2) 解析項目

判定されたブラキシズムに対して、以下の項目に関して解析を行った。

- (1) 1夜あたりの発現回数
- (2) 睡眠1時間あたりの発現回数
- (3) 持続時間
- (4) ピーク%MVC 値

%MVC に変換したブラキシズム期間中の筋活動量の最高値のうち左右側の大きい値を選択した。

(5) 累積%MVC 値

%MVC に変換したブラキシズム期間中の筋活動量の総和をそのサンプリング周波数で除し、左右側の和を取ることで求めた。

(6) 睡眠段階

睡眠段階の判定は、Rechtschaffen と Kales のマニユ

アル¹⁾に準じて行い、ブラキシズムの発現前後の30秒に対して解析を加え、ブラキシズムと睡眠段階の関係について解析した。

(7) 睡眠周期

睡眠判定の結果、全被験者のべ60夜において全例で観察された第3睡眠周期までを解析対象とし、ブラキシズムと睡眠周期の関係について調べた。

(8) 心拍数の変動

ブラキシズムの発現直前および直後の、それぞれ16.4秒間を4.1秒ごとに4等分し、記録した心電図より、計算機上でR-R間隔を算出し、各期間の平均心拍数を求めた。

III. 結 果

以下に成人20名、のべ60夜の測定によって記録されたブラキシズムの解析結果を示す。

1. ブラキシズムの概要について

前述の基準をもとに筋活動様式と顎運動様式を用いて分類した典型的なブラキシズムの例を示す(図3)。解析の結果、総計2,324回のブラキシズムが検出された。ブラキシズムの1夜あたりの平均発現回数は38.7回、睡眠1時間あたりの平均回数は6.1回であった(表1)。

ブラキシズムの平均持続時間は8.8(±9.3)秒、ピーク%MVC値は35.0(±23.5)%MVC、累積%MVC値は110.6(±141.0)%MVC・秒であった。また持続時間とピーク%MVC値ならびに累積%MVC値の間にはSpearmanの順位相関により、有意水準1%で正の相関が認められた(表2)。

2. ブラキシズムの分類について

筋活動と顎運動のそれぞれの様式をもとに、ブラキシズムをクレンチング(C)とグライディング(G)に分類したが、一連のブラキシズムとして判定された期間にクレンチングとグライディングの両者が混在する複合型(M)もみられたために、ブラキシズムの分類は合計で9種類の組合せが存在する(表3)。以下に示す各タイプの表示法は(筋活動による分類)-(顎運動による分類)である。タイプ別の出現頻度は、G-Gタイプが44.1%と最も多く、C-Cタイプ、M-Mタイプがこれに続き、筋活動による分類と、顎運動による分類が異なるものは全体の21.8%であった。また各タイプのうち、C-Mタイプ、G-Mタイプ、M-Cタイプ、M-Gタイプは出現頻度が低く、測定を行った3夜中に全く認められない被験者が5名以上存在したため、以下の解析は発現頻度の高いC-C、C-G、G-C、G-G、M-Mの5つのタイプ(典型例を図4に示す)について重点的に行った。

分類した各ブラキシズムの解析結果を表4、5に示す。

図 3 An example of recorded data

ECG : electrocardiogram, Jaw movement : jaw movement sensor output, Masseter EMG : raw signal of masseter muscle electromyogram, Masseter RMS : RMS signal of masseter muscle electromyogram, Chin EMG : chin electromyogram, ENG : electroencephalogram
記録したデータの例

ECG : 心電図, Jaw movement : 顎運動センサ出力, Masseter EMG : 咬筋筋電図原波形, Masseter RMS : 咬筋筋電図実効値, Chin EMG : オトガイ部筋電図, ENG : 眼振図, EEG : 脳波

表 1 The number of bruxism episodes in each subject
各被験者におけるブラキシズムの判定結果

No.	Gender	Age	Number of bruxism episodes/night	Number of bruxism episodes/hour
1	Male	25	49.3	7.3
2	Male	30	59.0	9.0
3	Male	36	90.7	12.7
4	Male	48	60.0	9.9
5	Male	30	26.7	4.0
6	Male	27	49.7	7.3
7	Female	26	47.7	7.1
8	Female	22	37.3	7.1
9	Female	25	40.3	5.9
10	Male	29	25.3	3.9
11	Male	32	60.7	8.4
12	Female	29	32.7	5.0
13	Male	27	25.0	4.8
14	Male	32	13.0	2.1
15	Female	37	48.3	7.2
16	Female	35	15.7	4.2
17	Male	26	24.0	4.3
18	Male	27	28.0	4.6
19	Male	28	28.7	4.3
20	Male	35	12.7	2.5
Total		30.3±5.7	38.7±19.1	6.1±2.6

Mean±S.D.

M-M タイプは Mann-Whitney 順位検定によって、他のいずれのパターンと比較しても、持続時間、ピーク%MVC 値、累積%MVC 値において有意水準 1% で大きな値をとっていた。また C-C タイプと G-G タイプの間で

表 2 EMG activity level and correlation of bruxism episodes
ブラキシズムの強度とその相関

		Spearman の ρ	p 値
Duration	Peak activity	0.452	<0.01
Duration	Accumulated activity	0.719	<0.01
Peak activity	Accumulated activity	0.717	<0.01

表 3 Classification and frequency of bruxism episodes
ブラキシズムの分類とその発現頻度

Classification by EMG	Classification by jaw movement			
	Clenching	Grinding	Mixed	Total
Clanching	C-C type 18.5	C-G type 5.9	C-M type 1.3	25.7
Grinding	G-C type 7.9	G-G type 44.1	G-M type 1.1	53.1
Mixed	M-C type 2.1	M-G type 3.3	M-M type 15.6	21.0
Total	28.5	53.3	18.0	(%)

は、持続時間に関しては有意差が認められなかったが、ピーク%MVC 値、累積%MVC 値について有意水準 1% で C-C タイプが大きな値をとっていた。

また顎運動がクレンチングタイプであるブラキシズムにおいて、咬頭嵌合位で咬みしめをしていたのは 48.9% であり、他は咬頭嵌合位以外の顎位でのクレンチングであった (表 6)。

図 4 Typical jaw movement and EMG patterns of each classified bruxism type

1 : Jaw movement (Right), 2 : Jaw movement (Left), 3 : Masseter RMS (Right), 4 : Masseter RMS (Left)

各ブラキシズムタイプの典型例

1 : 顎運動センサ出力 (右), 2 : 顎運動センサ出力 (左), 3 : 咬筋筋電図実効値 (右), 4 : 咬筋筋電図実効値 (左)

表 4 EMG activity level of each classified bruxism type
各ブラキシズムタイプの筋活動値

Type of bruxism	Number of bruxism episodes	Duration (sec)	Peak activity (%MVC)	Accumulated activity (%MVC · sec)
C-C	430	6.4 ± 6.0	37.0 ± 26.4	137.7 ± 152.6
C-G	137	5.9 ± 4.3	35.2 ± 28.1	110.9 ± 119.2
G-C	184	4.6 ± 3.5	27.9 ± 18.4	45.7 ± 62.5
G-G	1,026	6.7 ± 6.9	31.1 ± 22.2	64.6 ± 108.3
M-M	362	17.8 ± 13.6	42.7 ± 21.4	203.4 ± 162.9
Other type	185	15.2 ± 8.9	43.4 ± 22.1	186.3 ± 156.1
Total	2,324	8.8 ± 9.3	35.0 ± 23.5	110.7 ± 141.0

Mean ± S.D.

表 5 Results of statistical analysis for classified bruxism type
分類したブラキシズムの検定結果

Type of bruxism	Duration	Peak activity	Accumulated activity
C-C C-G	NS	NS	*
C-C G-C	*	**	**
C-C G-G	NS	**	**
C-C M-M	**	**	**
C-G G-C	NS	NS	**
C-G G-G	NS	NS	**
C-G M-M	**	**	**
G-C G-G	**	NS	NS
G-C M-M	**	**	**
G-G M-M	**	**	**

Mann-Whitney U-test ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

3. 睡眠段階および睡眠周期について

睡眠は大きく REM 睡眠と NREM 睡眠に分類され、さらに NREM 睡眠は最も睡眠の浅い睡眠段階 1 から、眠りの深い睡眠段階 4 までの 4 段階に分類される。

表 7 は総計 2,324 回のブラキシズムについて、その発現

表 6 Jaw position during clenching type bruxism episodes

顎運動がクレンチングタイプであるブラキシズム発現時の顎位

Type of bruxism	Number of bruxism episodes	Clenching at intercuspal position	Clenching at eccentric jaw position
C-C	430	54.7%	45.3%
G-C	184	36.4	63.6
M-C	49	44.9	55.1
Total	663	48.9	51.1

前後における睡眠段階の変化をパーセント表示したものである。睡眠時ブラキシズム前後で睡眠段階が浅くなったものが 49.5%, 変化しなかったものが 50.0% であり、約半数のものが睡眠段階の浅化を伴っていた。

ブラキシズム発現前の睡眠段階について解析したところ、ブラキシズムの発現は、睡眠段階 2 に引き続き最も多く認められ、次いで睡眠段階 REM, 睡眠段階 1, 睡眠段階 3 の順であった。また今回の解析では睡眠段階 4 に引き続いてのブラキシズムは観察されなかった。睡眠段階 3 に

引き続き生じたブラキシズムは Mann-Whitney 順位検定によって、他の睡眠段階から発現するものと比較して、その持続時間とピーク %MVC 値、累積 %MVC 値がともに有意に大きい値を示し、次いで睡眠段階 2 に続くブラキシズムが大きい値を示していた (表 8, 9)。

睡眠周期とは REM 睡眠と NREM 睡眠による周期的なリズムのことであり、正常人では約 90~120 分持続し、1 晩に 4~5 回繰り返されるサイクルである。睡眠周期に関しては、Mann-Whitney 順位検定の結果、第 1 睡眠周期におけるブラキシズムの発現数は第 2、第 3 睡眠周期と比較して有意水準 1% で少ないことが明らかになった (図 5)。またその持続時間、ピーク %MVC 値ならびに累積 %MVC 値に関しては、Mann-Whitney 順位検定によって第 1、第 2 睡眠周期の間で累積 %MVC 値に差が認められた以外には一定の傾向を示さなかった (表 10, 11)。

4. 心拍数について

図 6 にブラキシズム発現前後の心拍数変動について示す。心拍数の上昇はブラキシズム発現前より観察され、そのピークは発現直後の 4.1 秒間に認められ、その後徐々に減少していた。ブラキシズム発現前後における各期間の平均心拍数は、相前後する全期間において paired-t 検定により有意水準 1% で差が認められた。

表 7 Sleep stage before and after bruxism episodes
ブラキシズム発現前後の睡眠段階

		After						Total
		Wake	REM	NREM				
				1	2	3	4	
Before NREM	REM	0.99	18.6	5.3	0.09	—	—	25.0
	1	1.6	—	20.6	0.39	—	—	22.6
	2	1.3	0.2	36.9	10.7	—	—	49.1
	3	0.04	—	0.8	2.3	0.09	—	3.2
	4	—	—	—	—	—	—	—
Total		3.9	18.8	63.6	13.5	0.1	—	(%)

n=2,324

表 8 Sleep stage and bruxism episodes
睡眠段階とブラキシズム

Sleep stage	Number of bruxism episodes	Duration (sec)	Peak activity (%MVC)	Accumulated activity (%MVC · sec)
1	526	8.3±10.7	32.4±23.0	80.5±114.5
2	1,143	9.6±9.0	36.0±23.8	128.8±156.3
3	76	15.2±15.6	39.3±21.1	189.8±191.7
REM	579	6.9±6.1	34.4±23.7	91.8±110.6
Total	2,324	8.8±9.3	35.0±23.5	110.7±141.0

Mean±S.D.

IV. 考 察

1. 研究方法

1) 測定方法

従来のブラキシズムに関する研究は、大きく分けて睡眠実験室における詳細な測定と、被験者自宅における簡便な測定の 2 つの研究手法が用いられてきた。Solberg および Rugh^{12,13)} は睡眠時ブラキシズムは非常に繊細な習癖であることから、環境によりその発現が影響を受けるものであり、実験室を用いた研究ではその本来の病態が出現しにくいと報告しており、ポータブル筋電計の使用を推奨している。しかし簡便な装置を用いたのでは詳細な検討が困難であるという問題がある。本研究では拘束の少ないマルチテ

Mann-Whitney U-test ** : p<0.01

図 5 The number of bruxism episodes in each sleep cycle
各睡眠周期におけるブラキシズムの発現数

表 9 Results of statistical analysis for sleep stage and bruxism
ブラキシズム発現前の睡眠段階による検定結果

Sleep stage	Duration	Peak activity	Accumulated activity
1 2	**	**	**
1 3	**	**	**
1 REM	NS	NS	**
2 3	**	*	**
2 REM	**	NS	**
3 REM	**	**	**

Mann-Whitney U-test ** : p<0.01, * : p<0.05

表 10 Sleep cycle and bruxism episodes
睡眠周期とブラキシズム

Sleep cycle	Number of bruxism episodes	Duration (sec)	Peak activity (%MVC)	Accumulated activity (%MVC・sec)
1	467	9.2±9.8	35.4±24.7	105.2±141.4
2	657	9.5±11.3	33.9±22.2	112.2±139.9
3	651	8.3±7.8	33.5±22.2	102.2±125.3
Others	549	8.4±7.3	37.5±25.5	123.5±157.7
Total	2,324	8.8±9.3	35.0±23.5	110.7±141.0

Mean±S.D.

表 11 Results of statistical analysis for sleep cycle and bruxism
ブラキシズム発現時の睡眠周期による検定結果

Sleep cycle	Duration	Peak activity	Accumulated activity
1 2	NS	NS	*
1 3	NS	NS	NS
2 3	NS	NS	NS

Mann-Whitney U-test * : p<0.05

レメータシステムを用いて、被験者自宅において自然に近い状態で測定することでこれらの問題を解決した。なお、この装置の被験者に装着する送信機の部分は、小型軽量 (W 130 mm×H 85 mm×D 30 mm, 250 g) であり、8 チャンネルの生体信号の記録が可能である。

またブラキシズムの発現には日間変動が大きいとされており¹²⁾、1 夜だけの測定ではブラキシズムの実態を十分に把握できない可能性があるため、各被験者に対して 3 夜の測定を行った。

2) 解析方法について

ブラキシズムの判定に用いられている生体情報は、そのほとんどが咀嚼筋の筋電図であり、特に咬筋の筋電図を用いた報告が最も多く、本研究におけるブラキシズムの判定にも従来の報告と対比させるために、咬筋筋電図を使用した。

またブラキシズムの判定に際しては各研究者ごとで異なった基準を用いており、その規格化はいまだなされていない。過去の報告では、判定に歯の臼磨音を用いてグライディングタイプのブラキシズムを測定対象にした報告^{6,14)}や、持続的な筋活動の有害性を重視してクレンチングをその対象にした報告もあり¹⁵⁾、さらにはブラキシズム時の心拍数が増加するという性質を基準に加えたものなどがある¹⁶⁾。筋電図に対する判定基準についても、一定値以上の筋活動量を基準にするものや、%MVC に代表される相対値を用いるものなどさまざまな報告がある。Ikeda らは咬筋筋活動の 10% MVC がその判定に適当であると報告しているが¹⁷⁾、本研究においては、他の生体情報と比較するために筋活動の立ち上がり時点をより正確に判定することができる 5% MVC を基準値とした。また基準となる咬筋活動値を下げることによって増加すると思われる嚥下

[beats per minute]

paired t-test ** : p<0.01

図 6 Variation of heart rate before and after bruxism episodes

B1: 16.4-12.3 sec before, B2: 12.3-8.2 sec before, B3: 8.2-4.1 sec before, B4: 4.1-0.0 sec before, DB: during bruxism, A1: 0.0-4.1 sec after, A2: 4.1-8.2 sec after, A3: 8.2-12.3 sec after, A4: 12.3-16.4 sec after

ブラキシズム発現前後における心拍数の変動

B1: ブラキシズム前 16.4-12.3 秒, B2: ブラキシズム前 12.3-8.2 秒, B3: ブラキシズム前 8.2-4.1 秒, B4: ブラキシズム前 4.1-0.0 秒, DB: ブラキシズム中, A1: ブラキシズム後 0.0-4.1 秒, A2: ブラキシズム後 4.1-8.2 秒, A3: ブラキシズム後 8.2-12.3 秒, A4: ブラキシズム後 12.3-16.4 秒

等の筋電信号のアーチファクトに対しては、最低持続時間を 2 秒とすることや、ビデオモニタの記録を参考にすることにより慎重に除去した。

Ware ら¹⁸⁾はブラキシズム中の筋活動のパターンをリズムミカルな phasic と、接続的な static さらに両者の混在する mixed に分類して解析しており、同様な分類を Velly-Miguel ら¹⁹⁾、Sjöholm ら²⁰⁾も行っている。本研究は、Ware らの基準をもとにブラキシズムと判定された期間に対して、それぞれ筋活動様式による分類と顎運動様式による分類を行い、解析を加えたものであり、その結果ブラキシズム時の筋活動の発現パターンは、実際の顎運動の様式と必ずしも一致しないことが明らかになった。このことは、従来行われているような筋活動を主体とした解析装置

では、ブラキシズムの詳細を正確に把握できない可能性のあることを示している。筋活動と顎運動が一致しないもののうち、比較的頻度の高かった G-C タイプと C-G タイプについて、前者は同じ顎位で間欠的に咬合力を発揮する運動、後者は非常にゆっくりとしたグライディングと考えると理解しやすい。また筋活動と顎運動の複合型はともに、各ブラキシズムの組合せにより出現する。こういった現象は通常存在するが、従来の方法では解析することができなかったものと思われる。ブラキシズム時の顎運動に対する分類は過去に報告がなく、今後適切な分類について議論する必要があるが、顎口腔系の機能状態を知るためには、顎運動の方がよく実態を表していると考えられる。

2. 研究結果

1) ブラキシズムの概要について

ブラキシズムの診断に関して、Lavigne ら²¹⁾は睡眠時間 1 時間あたりのブラキシズムの回数が、4 回以上のものを有ブラキシズム者と判定している。今回の解析結果は、ブラキシズム判定基準が彼らと異なるため、直接の比較対照は困難であるが、1 時間あたりのブラキシズム発現数の平均は 6.1 回であり、この基準に従うと 20 名中の 17 名が有ブラキシズム者と診断される。研究に参加した被験者群に有ブラキシズム者が多く混入した可能性はあるものの、今回の解析結果を各被験者に対する問診表等による臨床所見と比較すると、本研究の被験者のうちの多くが、重度の有ブラキシズム者であるとはいえないと思われる。

またブラキシズムの持続時間とピーク%MVC 値、累積%MVC 値のそれぞれについて相関があったことより、持続時間の長いブラキシズムは、同時に筋活動量の絶対値も大きくなることが明らかになった。

2) ブラキシズムの分類について

ブラキシズムのパターン分類の結果、20 名の被験者のうち G-G タイプが最も多いものが 18 名であり、残りの 2 名は C-C タイプが最も多かった。

ブラキシズム中の咬筋の平均筋活動量は、M-M タイプが最も大きく、次いで静的な咬みしめである C-C タイプ、G-G タイプの順であった。また咬頭嵌合位以外で咬みしめを行うクレンチング例は、同タイプの半数に及んでいることが明らかになった。特に咬合状態の不安定な偏心位においてクレンチングが行われた場合、時にはピボット様の作用が働き、顎関節部において大きな機械的負荷を生じる原因となると推察される。しかしブラキシズム時の歯の接触状態や顎関節空隙の解析に用いるには今回の顎偏位計は精度が不十分であるため、今後より精度の高い 6 自由度顎運動測定器の応用²²⁾が望まれる。

3) 睡眠段階と睡眠周期について

ブラキシズムが発現する睡眠段階に関しては、当初、睡眠段階 REM に最も多いと報告され、夢との関連が議論さ

れていたが^{23,24)}、その後、NREM 睡眠の軽睡眠期（睡眠段階 1, 2）ならびに睡眠段階 REM に多いことが報告され、最近では、あらゆる睡眠段階でブラキシズムは発現しようとする研究が多い^{14,18-21,25-29)}。今回の解析においてブラキシズムの発現は、睡眠段階 2 に引き続き最も多く認められ、次いで睡眠段階 REM、睡眠段階 1、睡眠段階 3 の順であり、睡眠段階 4 に引き続いてのブラキシズムは観察されなかった。

またブラキシズム発現後に睡眠段階が浅くなったものが約半数に認められ、心拍数の変化からも、ブラキシズムが覚醒反応を伴う睡眠習癖であることが確認された。佐藤らはブラキシズムの発現を非特異的覚醒反応の一現象であるとしており、脳内の活性部位のアンバランスにより、時としてブラキシズムが引き起こされると述べている²⁶⁾。一方 Sjöholm らは、本研究の結果と同様、睡眠段階の深い状態からのブラキシズムのほうが咬みしめ強さが強いこと²⁰⁾、局所脳血流の研究により深い睡眠段階には脳内の血流量が減少することより、ブラキシズムの発現には脳内血流量の減少が関与し、これに自律神経系が反応し三叉神経にも影響を与えると報告している。ただし、ブラキシズム発現頻度が比較的高い REM 睡眠時に脳内血流量が増大することに関する説明はなされていない。夜間に交感神経系が優位になることや、心拍数の変動に示すように、自律神経系の変化がブラキシズムの発現に先立って出現していると考えられる。またブラキシズム直後に心拍数のピークが存在することなどから、ブラキシズムそのものが自律神経系に影響を及ぼしている可能性もある。いずれにせよブラキシズムの発現に自律神経系は大きく関与していると思われる。

第 1 睡眠周期におけるブラキシズムの発現頻度は他の 2 つの周期と比較して少なかった。ブラキシズムの測定時に筋活動のみを対象とした場合、入眠時の判定が難しく、測定開始直後のブラキシズムが多い傾向にあるが、今回の結果より推察すると、覚醒期の体動あるいは筋活動が解析結果に混入している可能性がある。よってブラキシズムを評価する際には、少なくとも何らかの入眠の指標となるような情報を測定する必要があると考えられる。

4) 心拍数の変動について

ブラキシズム発現前の心拍数の増加は過去にも多くの報告がある。この現象は睡眠中の非特異的な覚醒反応により、交感神経系の活動が上昇することによるものと解釈されている。心拍数の増加はブラキシズムの発現に先立って発現していることや、有ブラキシズム者は自律神経機構に異常があるという報告もあり³⁰⁾、ブラキシズムに対する自律神経系の関与については、今後のより詳細な研究が待たれる。

V. 結 論

睡眠時ブラキシズムの本態を解明する目的で、成人 20 名のべ 60 夜について生体情報の終夜測定と解析を行い、以下の結論を得た。

1. ブラキシズムの持続時間と、ピーク筋活動量、累積筋活動量の間にはそれぞれ有意の正の相関が認められた。

2. ブラキシズムを筋電図と顎運動により分類した結果、筋電図、顎運動がともにグライディングであったものが最も多く、次いで両者ともにクレンチングであったものが多く、両者ともに複合型であったものの順に観察された。なお、筋活動と顎運動の分類が一致しないものは、全体の 21% を占めていた。顎運動によりクレンチングと判定されたもののうち、51.1% は咬頭嵌合位以外の顎位で咬みしめを行っていた。

3. ブラキシズムの発現に伴い、約半数の例で睡眠段階の浅化を認めた。また筋活動の程度を示すパラメータは、深い睡眠段階において発現したブラキシズムほど、その強度が大きかった。

4. 心拍数の変動はブラキシズムの発現に先立って出現していることから、ブラキシズムの発現に際し、自律神経系の関与が示唆された。

稿を終えるにあたり、終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました坂東永一教授、中野雅徳助教授、ご教授を賜りました松本直之教授、細井和雄教授、金森憲雄助教授、勢井宏義講師に深淵なる謝意を表します。また本研究の被験者の皆様ならびに歯科補綴学第二講座の教員の皆様に厚く御礼を申し上げます。

本研究の一部は文部省科学研究費（試験研究（B2）05557088）に依った。

文 献

- Nadler SC. The effects of bruxism. *J Periodontol* 37 : 311-319, 1966.
- Mealiea WL Jr, McGlynn FD. Temporomandibular disorders and bruxism. In : Hatch JP, Fisher JG, Rugh JD, editors, *Biofeedback : Studies in clinical efficacy* 123-151, New York : Plenum Press, 1987.
- Rugh JD, Harlan J. Nocturnal bruxism and temporomandibular disorders. In : Jankovic J, Tolosa E, editors, *Advances in Neurology* 329-341, New York : Raven Press, 1988.
- Wruble MK, Lumley MA, McGlynn FD. Sleep related bruxism and sleep variables : A critical review. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 3 : 152-158, 1989.
- 藍 稔. 顎機能異常一咬合からのアプローチ-191-200, 東京 : 医歯薬出版, 1983.
- Reding GR, Zepelin H, Robinson JE et al. Nocturnal teeth-grinding : All-night psychophysiologic studies. *J Dent Res* 47 : 786-798, 1968.
- 赤松由崇, 皆木省吾, 佐藤隆志ほか. 睡眠中の下顎運動解析に関する研究—下顎運動記録装置について—. 補綴誌 38 : 91 回特別号 : 144, 1994.
- 大倉一夫, 中野雅徳, 坂東永一ほか. マルチテレメータシステムを用いたブラキシズムの解析. 補綴誌 38 : 92 回特別号 : 92, 1994.
- 山下秀一郎, 高橋重郎, 雨森陽子ほか. 夜間睡眠時における顎口腔系の動的様相. 補綴誌 40 : 1147-1154, 1996.
- Okura K, Nakano M, Bando E et al. Classification of bruxism event by jaw movement and masseter muscle activity. *J Dent Res* 74(Special Issue) : 512, 1995.
- Rechtschaffen A, Kales A (清野茂博). A manual of standardized terminology, technique and scoring system for sleep stages in human subjects (睡眠脳波アトラス 標準用語・手技・判定法 1-55, 東京 : 医歯薬出版, 1971), 1968.
- Solberg WK, Rugh JD. The use of biofeedback devices in the treatment of bruxism. *J So Calif Dent Assoc* 40 : 852-853, 1972.
- Rugh JD, Solberg WK. Electromyographic studies of bruxist behavior. *J Calif Dent Assoc* 43 : 56-59, 1975.
- 高濱靖英. 歯ぎしりの成立機転に関する実験的研究. 口病誌 26 : 64-77, 1959.
- Clarke GN, Townsend CG, Carey ES. Bruxing patterns in man during sleep. *J Oral Rehabil* 11 : 123-127, 1984.
- Kondo K, Clark GT. A method for detecting a bruxism event. *J Dent Res* 70 : 512, 1991.
- Ikeda T, Nishigawa K, Kondo K et al. Criteria for detection of sleep-associated bruxism in human. *J Orofac Pain* 10 : 270-281, 1996.
- Ware JC, Rugh JD. Destructive bruxism : Sleep stage relationship. *Sleep* 11 : 172-181, 1988.
- Velly-Miguel AM, Montplaisir J, Rompré PH et al. Bruxism and other orofacial movements during sleep. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 6 : 71-81, 1992.
- Sjöholm TT, Lehtinen I, Helenius H. Masseter muscle activity in diagnosed sleep bruxists compared with non-symptomatic controls. *J Sleep Res* 4 : 48-55, 1994.
- Lavigne GJ, Rompré PH, Montplaisir JY. Sleep bruxism : Validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. *J Dent Res* 75 : 546-552, 1996.
- 重本修伺, 坂東永一. ブラキシズム解析用顎運動測定器の開発. 補綴誌 40 : 379-389, 1996.
- Dement W, Kleitman N. Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility and dreaming. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 9 : 673-690, 1957.
- Reding GR, Rubright WC, Rechtschaffen A et al. Sleep pattern of teeth-grinding : Its relationship to dreaming. *Science* 145 : 725-726, 1964.
- Tani K, Yasui N, Yashino I et al. Electroencephalographic study of parasomnia : Sleep-talking, enuresis and bruxism.

- Physiol Behav 44 : 959-967, 1966.
- 26) 佐藤豊彦, 原田善郎. 睡眠中の歯軋の生理学的研究. 歯基礎誌 15 : 77-88, 1973.
- 27) 小林義典, 藤井重寿, 中村泰司ほか. ヒト睡眠中の Bruxism に関する臨床的研究 第一報 マルチテレメータシステム応用による咬筋筋電図, 心電図, 呼吸曲線および歯牙滑走雑音の経時的観察所見. 歯学 69 : 131, 1977.
- 28) Okeson JP, Phillips BA, Berry DTR et al. Nocturnal bruxing events : A report of normative data and cardiovascular response. J Oral Rehabil 21 : 623-630, 1994.
- 29) Lavigne GJ, Lobbezoo F, Montplaisir JY. The genesis of rhythmic masticatory muscle activity and bruxism during sleep. In : Morimoto T, Matsuya T, Takada K, editors, Brain and oral functions. Oral motor function and dysfunction 249-255, Amsterdam : Elsevier Science B V, 1995.
- 30) Sjöholm TT, Piha SJ, Lehtinen I. Cardiovascular autonomic control is disturbed in nocturnal teethgrinders. Clin Physiol 15 : 349-354, 1995.