

キーワード
 睡眠ブラキシズム
 グラインディング
 クレンチング
 タッピング

睡眠ブラキシズムのパターンおよび筋活動に関する研究

吉見英広

神奈川歯科大学歯科矯正学講座

(受付: 2008年8月29日)

緒言

日常生活における睡眠の質は全身の活動や健康と密接に関連していることは良く知られている。睡眠中には、全身の筋活動や体温、心拍数、血圧の低下とともに、寢言や溜息、嚙下さらにブラキシズムなど種々の口腔系の生理活動が発現する¹⁾。さらにブラキシズムは、睡眠の質を低下させる場合があると言われている。ストレスによって発現が増強されると言われている睡眠ブラキシズムは、動物の攻撃性の発現と同様の生理的意義のあることが示唆され^{2,3)}、動物実験では、噛む行為がストレス性消化器系潰瘍の形成や脳内神経伝達物質の上昇を顕著に抑制することが知られている^{4~11)}。これは本来動物のもっている情動ストレスや情動行動発現の器官としての歯および咀嚼器の役割を明確に示しているものと考えられる。

歯科医療においては、これまでブラキシズムは多くの歯科疾患に関連する要因と考えられてきた。しかしその一方で、ブラキシズムが咀嚼器官の重要な機能であるという考え方が提案され、歯科咬合治療の基盤を下顎のブラキシズム運動におくことが重要となってきた。このことは、患者ごとのブラキシズム活動に対応した咬合治療が個体の特徴を考慮したテーラーメイド咬合治療に繋がる局面と考えられる。しかし、現在の歯科医療における咬合治療においては、睡眠ブラキシズムに対応した咬合を構築するには至っていない。その大きな理由は、睡眠中の下顎の運動や筋活動など個体によって異なるブラキシズム活動を完全に把握するに至っていないからである。

われわれは、個体ごとのブラキシズム活動を把握し、咬合の診断および咬合治療計画に取り入れることを目指して簡便なブラキシズム運動の検査のための方法(ブラックスチェッカー)を開発した¹²⁾。本装置は違和感なく口腔内に装着され、睡眠中に装着することによ

てブラキシズム中の歯の接触パターンが明確に表現されることから、ブラキシズムを基本とする臼歯部干渉のない生理的な咬合を完成するための検査装置として歯科臨床に応用されている。しかし、本装置は咬合接触パターンを知ることはできるが、ブラキシズム時の下顎の運動や筋活動といった、患者ごとのブラキシズムの強さや運動パターンを知ることはできないという欠点がある。

これらの問題を解消するためには、簡便なブラキシズム活動の解析装置の開発が必要である。本研究では、簡便なブラキシズム活動の解析装置の開発とそれを用いたブラキシズム活動や下顎運動パターンなどの解析を目的として、これまで睡眠ブラキシズムの解析に利用されてきたEMGによる筋活動に加え、2軸加速度センサーを応用して睡眠ブラキシズムについて検討した。

材料と方法

1. 被験者

本研究においては、本研究の目的、研究内容、手順などを十分説明した上で同意の得られた19名の被験者(男性:16名,女性:3名,平均年齢28.5±5.8歳)の協力で行われた。各被験者は神奈川歯科大学の睡眠研究室でブラキシズム解析システムを装着して、1晩睡眠をとらせ、その間のデータを蒐集した。

2. ブラキシズムモニターシステム

本研究で用いたブラキシズムモニターシステムは、2軸加速度センサー(ACC, ADXL202E, Analog Devices Co. Ltd, Norwood, MA, USA)、脳波計(EEG, Poly Mate AP1124, TEAC Co. Ltd., Tokyo, Japan)、筋電計(EMG, SN 700, Techno Science Co. Ltd., Tokyo, Japan)から構成される。さらに、睡眠中の頭部の動きを記録するために、赤外線ビデオカメラ(TLV-3060, Daiwa Co. Ltd., Tokyo, Japan)を、また睡眠中の血流を記録するため

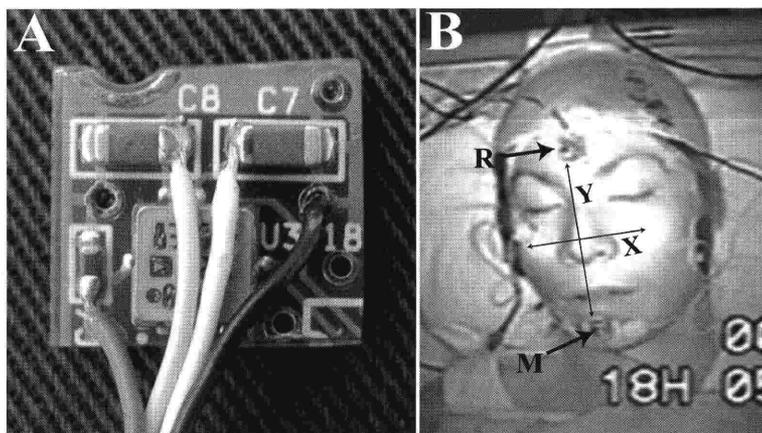


Fig. 1 Panel A shows the ACC used in this study. Panel B shows the attachment sites of the reference ACC (R) and measurement ACC (M). Surface electrodes were located in areas of right and left masseters. (Adapted from Yoshimi, et al²⁸⁾: Head & Face Medi with the permission)

に、レーザードップラー血流計 (CDF-2000, Cyber Med, OAS Co. Ltd., Tokyo, Japan) をそれぞれ用いた。

加速度センサー測定レンジ, 感度を以下に記す。

- 1) 測定レンジ: X 軸 Y 軸とも最大 $\pm 2 G$
- 2) 測定周波数範囲: 0~50 Hz
- 3) 下顎加速度センサー感度:
 - X 軸感度: 3.091 (G/V)
 - Y 軸感度: 3.139 (G/V)

筋電図による咀嚼筋活動は、接着性の表面電極を頬骨弓と下顎下縁を結ぶ線上の咬筋部に装着した。2 軸加速度センサー (ACC) は、前頭部の左右的中心部に基準 ACC を、またオトガイの左右的中心部に運動記録用の ACC をそれぞれ装着した (図 1)。各被験者は、睡眠前に、筋活動の基準として最大噛みしめを 5 秒間、3 回行わせ、その時の咬筋活動 (maximum voluntary contraction, MVC) を記録した。睡眠中の筋活動は、この MVC を 100% の活動として、その活動割合をパーセントで表すこととした。

本研究では、睡眠ブラキシズムの判定基準として、EMG の閾値レベルを最大筋活動の 5% とし、ブラキシズムの最少時間をタッピングでは 250 ミリ秒、クレンチングとグライディングでは 500 ミリ秒、さらにブラキシズム間の時間は最少 3 秒に設定した。

3. ブラキシズムのパターン解析

図 2 にブラキシズムのパターン解析のブロックダイヤグラムを示す。EMG から得られた生データは、まず 50 ヘルツノッチフィルターで交流電源上のノイズを除去。次いで 60 ヘルツのハイパスフィルターによって皮膚電極上のノイズを除去。移動絶対値積分処理の

後、検出レベル判定を視覚的に容易に行う為スムージング処理を行った。ACC から得られた生データは 50 ヘルツノッチフィルターで交流電源ノイズ除去。ついで 10 ヘルツハイパスフィルターにて、上下顎歯列非接触下顎運動を示す低周波領域を除去。移動絶対値積分処理後、同様の理由によりスムージング処理を行った。なお、交流電源のノッチフィルターは 50 ヘルツで減衰率 32 dB 以上の CIC フィルター (Cascaded Integrator Comb Filter) を使用。10 ヘルツ 60 ヘルツのハイパスフィルターは減衰特性 12 dB/oct の FIR デジタルハイパスフィルターを使用した。

これらのデータから段階的にブラキシズムパターンを鑑別して、筋活動をタッピング、クレンチング、およびグライディングに分別した。まず、タッピングは、ACC の Y-軸方向 (顔面に対する垂直方向) にリズムミカルな運動を示すので他のブラキシズム活動と分別された。次いでクレンチングは、筋活動と X-軸 (顔面の横方向) へのぶれの少ない単純な運動としてグライディングから分別した。下顎の X-軸方向の運動を伴う残された筋活動は、グライディング運動と判定した。

4. ブラキシズムのパターン毎の筋活動の解析

タッピング、クレンチング、およびグライディングに分別されたそれぞれのブラキシズム活動は、MVC あたりの筋活動量 (%MVC)、ブラキシズムイベント数、ブラキシズムイベント時間として計算した。

5. ブラキシズムと睡眠段階との関係

睡眠段階の評価は、Lavign ら¹³⁾の方法に従って EEG およびオトガイ筋の活動から、Stage 1~4, REM 睡眠、

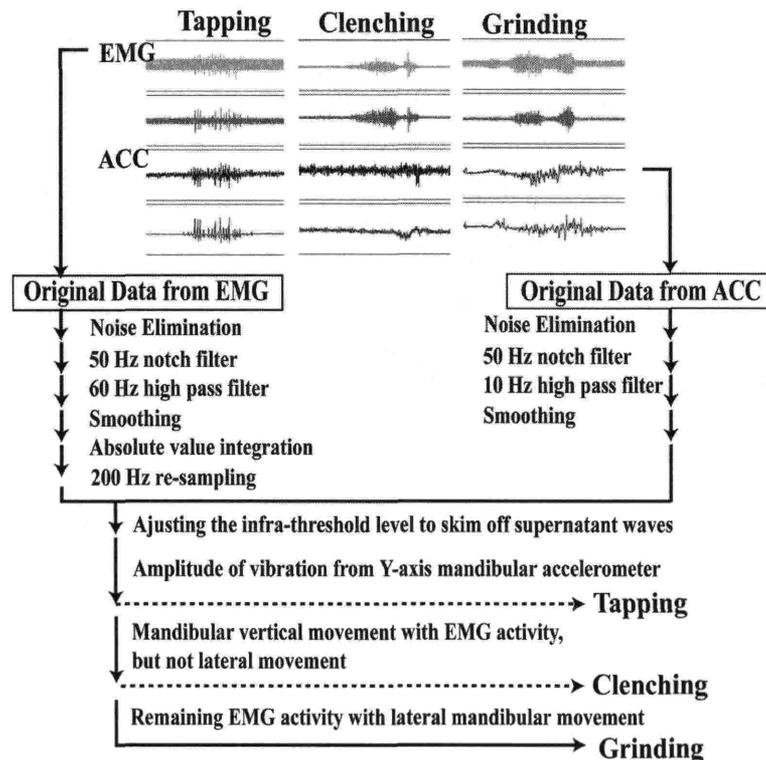


Fig. 2 Block diagram of data recording and analyzing system.

Tapping activity could be separated from raw data based on rhythmic, sharp and short integral EMG activity and Y axis movements. The clenching activity was separated from grinding activity based on the long continuous muscle bursts with no or small deviation of the Y axis, and residual grinding activity showed long continuous muscle bursts with mandibular movement in the Y axis. (Adapted from Yoshimi, et al²⁸⁾: Head & Face Medi with the permission)

および微小覚醒 (MA) に分類した。これらの結果から、総睡眠時間、各睡眠段階の割合を計算した。また、それぞれのブラキシズムパターンの発現を睡眠段階毎に計算して求めた。

結 果

1. ブラキシズムパターン解析

睡眠ブラキシズムの記録において体動に由来する筋活動を除外することが極めて重要である。本研究で用いたブラキシズムモニターシステムは、脳波計および筋電計に加えて加速度センサーを利用しているので全体の筋活動から体動に由来する筋活動を容易に除外することができた。このことはブラキシズム活動の記録に加速度センサーを応用する利点であると考えられる。

さらに、ブラキシズム活動の記録に加速度センサーを応用する最大の利点はこれまで正確な分別が困難であったタッピング、クレンチング、およびグライディング分別が極めて容易になったことである。図 3 は、

本システムのために開発したブラキシズムの解析ソフトでそれぞれのブラキシズムを鑑別した結果を示す。タッピングはブラキシズムの中でリズムックでシャープな短いスパイク様波系として最も容易に識別できることから、最初に分別抽出した。タッピング活動は次の式にて求めた。

$$J = Y \times \text{amplitude magnification}$$

$$Y = (Hm + s. d.) \times 2$$

ここで、J は振幅の大きさ、Hm は平均振幅量、s. d. は標準偏差を示す。

クレンチング活動は比較的長い筋活動と下顎の極めて僅かの Y-軸方向の偏位によって特徴づけられる。また、グライディングは下顎の側方的な偏位を伴う筋活動として区別できる。

2. ブラキシズムパターンとブラキシズム時の筋活動、ブラキシズム時間、ブラキシズムイベント数の比較

ブラキシズム活動をタッピング、クレンチング、お

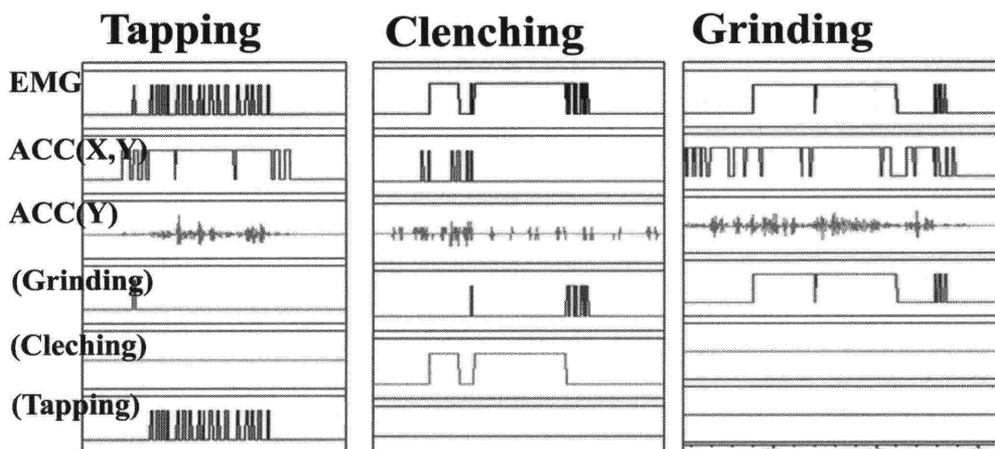


Fig. 3 Characterization of different patterns of bruxism activities.

Combined analysis of EMG and ACC showed that tapping was a rhythmic muscle activity with Y-axis movement, clenching was strong muscle activity with no Y-axis movement, and grinding was muscle activity with X and Y movement. (Adapted from Yoshimi, et al²⁸: Head & Face Medi with the permission)

Table 1 Distribution of muscle activity (%MVC) in different types of sleep bruxism

	Muscle activity (%MVC)			
	Mean	s. d.	Min-Max	(%)
Grinding	32.8	37.7	3.3-115	(59.5)
Clenching	19.7	23.4	0.3-106	(35.6)
Tapping	2.6	3.4	0.3-15.5	(4.9)
Total	55.1	58.5		(100)

(Adapted from Yoshimi et al²⁸: Head & Face Medi with the permission)

およびグライディングに分けてその活動を比較すると、ブラキシズム活動の 59.5%はグライディング活動であることが分かった (表 1)。次いでクレンチング活動が 35.6%であり、タッピング活動は僅かに 4.9%という結果であった。

ブラキシズム活動数を比較すると、クレンチング活

動数が 43.3%で、次いでグライディング活動数が 32.3%であり、タッピング活動数は 24.4%という結果であった (表 2)。また、ブラキシズム時間をタッピング、クレンチング、およびグライディングに分けて比較した結果、クレンチングおよびグライディングはそれぞれ 37.4%、56.8%で、タッピング時間は 5.8%であった。

3. ブラキシズムパターンと筋活動の分布

被験者ごとのブラキシズム時の筋活動を比較すると、ブラキシズム活動は被験者毎に極めて幅の広い多様性のあることがわかる (図 4)。これらの筋活動をタッピング、クレンチング、およびグライディングに分けてそれぞれの筋活動の割合を調べると、ブラキシズム活動の高いものはグライディング活動が高く、タッピングおよびクレンチングは低いという傾向が見られた。

4. ブラキシズムパターンとブラキシズム時間分布

被験者ごとのブラキシズム時間を比較すると、ブラ

Table 2 Distribution of event number, event length in different types of sleep bruxism

	Event number (/hour)				Event length (sec/hour)			
	Mean	s. d.	Min-Max	(%)	Mean	s. d.	Min-Max	(%)
Grinding	6.5	3.4	1.8-15.5	(32.3)	61.3	45.3	17.0-160.0	(56.8)
Clenching	8.7	4.7	1.5-18.9	(43.3)	40.4	51.7	1.60-211.5	(37.4)
Tapping	4.9	3.6	0-10.4	(24.4)	6.3	3.5	1.2-12.7	(5.8)
Total	20.1			(100)	108.0	90.4		(100)

(Adapted from Yoshimi, et al²⁸: Head & Face Medi with the permission)

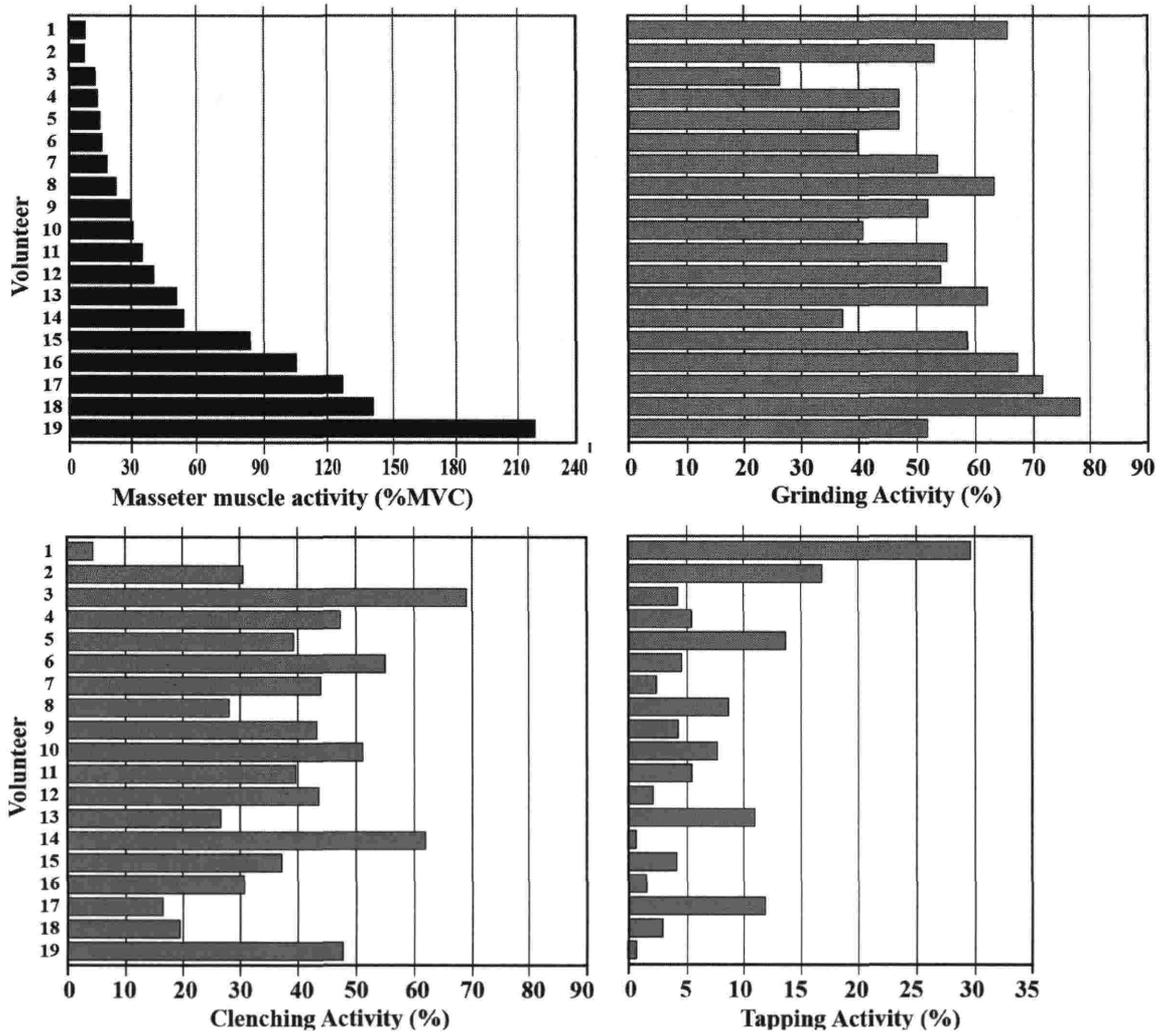


Fig. 4 Distribution of muscle activity (%MVC) into the different patterns of bruxism.

Variation of muscle activity (%MVC) in volunteers was observed. There was a tendency that subjects who had higher muscle activity showed relatively high grinding activity and lower muscle activity (%MVC) subjects showed relatively high clenching or tapping activities. (Adapted from Yoshimi, et al²⁸): Head & Face Medi with the permission)

キシズム時間はほぼブラキシズム活動に比例する傾向がみられた (図 5)。これらのブラキシズム時間をタッピング、クレンチング、およびグラインディングに分けてそれぞれの割合を調べると、ブラキシズム時間の長いものはグラインディング活動が長く、タッピングおよびクレンチングは短いという傾向が見られた。

5. ブラキシズム活動の分布

被験者ごとにブラキシズム活動とブラキシズム時間の分布を観察すると、図 6 に示したようにブラキシズム時間が長くなると筋活動量 (%MVC) も高くなる傾向が見られた。ブラキシズム活動量の平均は 55.1 ± 58.5 (%MVC) であり、ブラキシズム時間の平均は 108.0 ± 90.4 (sec/hour) であった。被験者の 79%はこの標準

偏差内に納まっていることから、この活動量が生理的な範囲のブラキシズム活動として診断的基準に応用できる可能性がある。

6. ブラキシズム活動と睡眠段階

各睡眠段階におけるグラインディングおよびクレンチングの発現を求めた結果、グラインディングおよびクレンチングのいずれにおいても、Stage 2 で最も多く、それぞれ 41.5%、38.5%の発現率であった (表 3)。次いで MA および Stage 1 において 22-25%の発現率であった。

考 察

過剰な筋活動を伴うブラキシズムは、歯の咬耗やア

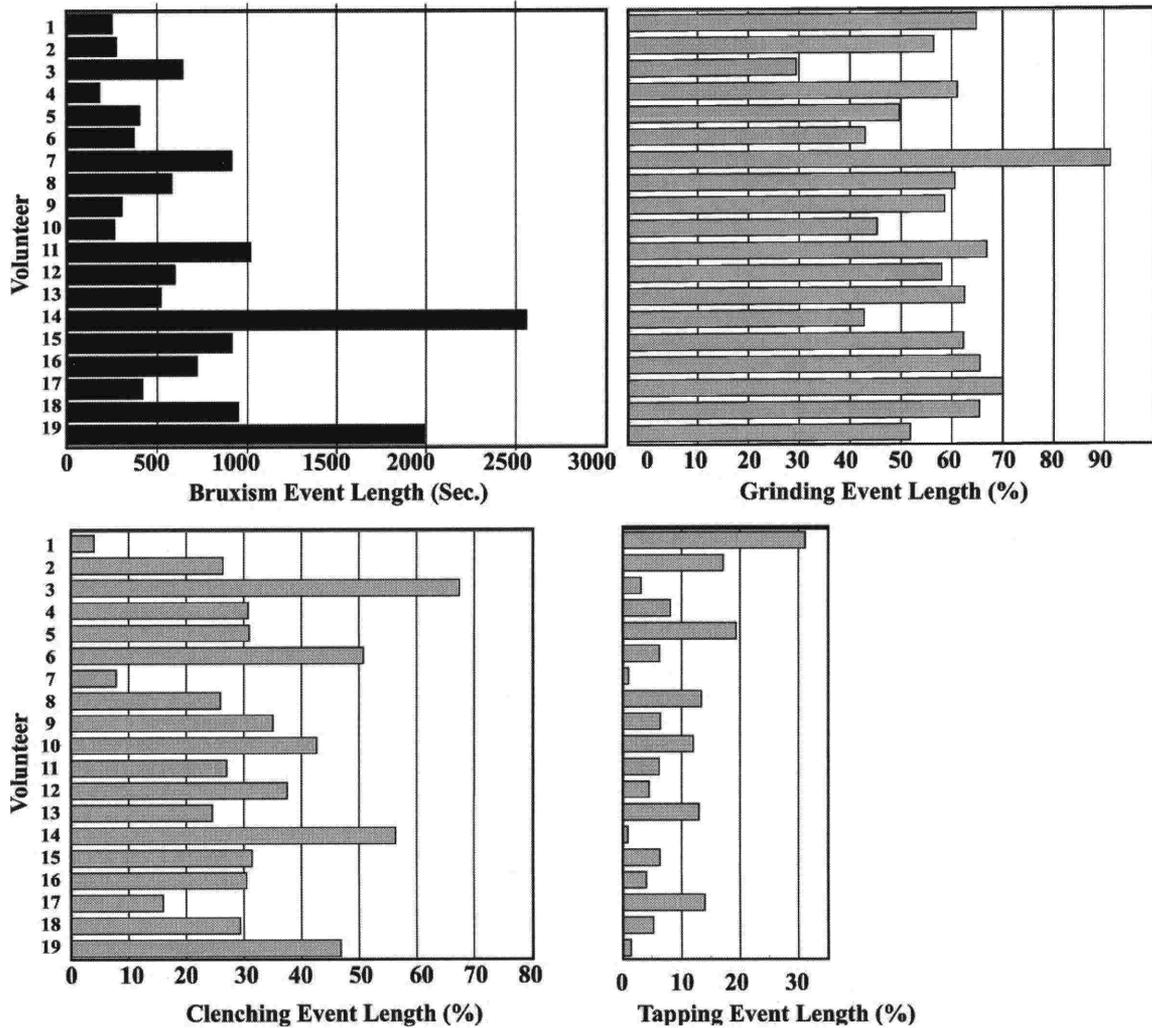


Fig. 5 Distribution of episode duration (sec) into the different patterns of bruxism.

There was a tendency for subjects who had long bruxism event duration to show increasing grinding event duration and decreasing clenching and tapping event durations. (Adapted from Yoshimi, et al²⁸⁾: Head & Face Medi with the permission)

ブフラクション、知覚過敏、歯の動揺、エナメルクラック、歯根破折、歯周疾患、筋肉疲労さらに顎関節症など多様な口腔系疾患と関連していることが示唆されている¹⁴⁻¹⁹⁾。また、これらの口腔疾患の発現は咬合様式とも関連していることから^{2,20,21)}、その予防において歯科咬合治療の重要性が指摘されている。

一般的にブラキシズムをしている個体はブラキサーとして非ブラキサーとは区別されているが、その判定は、ブラキシズムに関する患者自身の自覚あるいはベッドパートナーによる報告を基準として、1週間に少なくとも3日間のブラキシズムが6カ月以上続いていることに加え、歯の咬耗や口腔周囲筋の疲労、咬筋の肥厚などが認められる者という極めて定性的な判断基準となっている^{1,13)}。しかし、多くの場合ブラキシズムは

本人には自覚されていないことも指摘され、判定の困難性が問題となっている。一方、最近の簡易ブラキシズム解析装置（ブラックスチェッカー）を用いた研究によると、睡眠中のブラキシズムは殆どの被験者で認められる現象であることが示されている¹²⁾。これらのブラキシズム研究や歯科医療の背景を考えると、ヒトにおける睡眠中のブラキシズム活動の実態を把握することが極めて重要である。

睡眠ブラキシズムの判断基準は、これまで研究者ごとに独自の設定をもって行われてきた（表4）²²⁻²⁵⁾。それゆえにこの分野の研究結果を比較する際に多少の混乱があり、コンセンサスを得ることが難しい問題を残していた。本研究では、筋活動の閾値レベルは最大活動の5%、ブラキシズムの最少の長さを250~500ミ

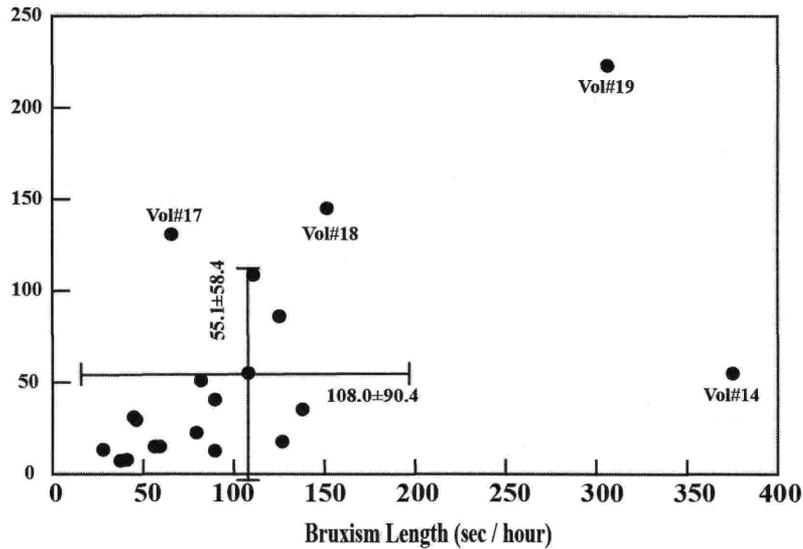


Fig. 6 Relationship between the muscle activity (%MVC) and the bruxism event duration.

Majority of the volunteers were displayed in the lower left quadrant which means that muscle activity (%MVC) and bruxism event duration were not as high as in the volunteers. (Adapted from Yoshimi, et al²⁸⁾: Head & Face Medi with the permission)

Table 3 Occurrence of grinding and clenching activities in different sleep stages

	Grinding activity (/hour)			Clenching activity (/hour)		
	Average	s. d.	Occurrence (%)	Average	s. d.	Occurrence (%)
MA *	36.2	53.9	22.2	28.3	39.7	25.0
REM **	9.7	16.0	5.9	11.1	22.4	9.8
Stage 1	38.9	53.2	23.8	26.4	29.0	23.3
2	67.8	86.9	41.5	43.6	61.3	38.5
3	10.2	19.0	6.2	3.1	6.5	2.8
4	0.6	1.9	0.4	0.7	2.4	0.6

*MA : Micro-arousal ; **REM : Rapid eye movement (Adapted from Yoshimi, et al²⁷⁾: BKDC 36 : 63-68, 2008, Table2 with the permission)

Table 4 Comparison of sleep bruxism criterion in previous reports and this study

	EMG threshold level	Event length	Minimum time interval	Ref.
Lavigne G, et al	Over 20%	Tonic : 2000~msec over burst Phasic : 250~2000 msec, 2~3 inter burst	3 sec	22
Okeson JP, et al	Over 40%	Over 2 sec		23
Miguel V, et al	Over 40%	Over 2 sec	3 sec	24
Yamashita S, et al	Over 5%	Over 1 sec burst	10 sec	25
This Study (Yoshimi)	Over 5%	Clenching, grinding : over 500 msec Tapping : over 250 msec burst	3 sec	

(Adapted from Yoshimi et al²⁷⁾: BKDC 36 : 63-68, 2008, Table3 with the permission)

り秒、最少ブラキシズム間時間を3秒と、これまでの研究における設定と比べると低く抑えることができた。過去の研究では筋電計による筋活動のみをブラキシズムの判定に用いていたために、ノイズレベルの判定が難しく、正確にブラキシズム活動を捉えるためには筋活動の閾値レベルを高く設定する必要がある。このことは、逆に微小なブラキシズム活動はノイズとの区別が困難でデータから除外されてしまうという問題を残していた。本研究では、加速度センサーを用いることによって筋電図のデータのみでなく、下顎の微妙な動きと共にブラキシズム活動が判定できること、さらに加速度センサーによって体動に由来する筋活動を除外して、ノイズレベルを最小にすることなどにより、閾値レベルを低く設定することができた。

睡眠ブラキシズムは、異なる咀嚼筋活動によって構成されていると報告されている¹³⁾。すなわち、ブラキシズム活動は、相動性筋活動であるグライディング、筋緊張型のクレンチング、およびリズムカルな筋活動であるタッピングに分類されている。しかしながら、これらの活動は、主として筋電計による筋活動のパターンによって区別されているが、これらの活動は複雑に混合した形で表れるので、正確に区別することは困難であった。

本研究では、これまでの睡眠ポリグラフによるブラキシズムの記録に加え、加速度センサーによる下顎の動きを記録することでブラキシズム活動をタッピング、クレンチング、およびグライディングに分けて解析することを試みた。その結果、咬筋活動と下顎の動きを組み合わせることによって比較的容易にタッピング、クレンチング、およびグライディングを分別することができた。また、それぞれの筋活動を分析した結果、ブラキシズム活動の中で最も強力な筋活動はグライディング(59.5%)であり、次いでクレンチング(35.6%)であることが明確となった。タッピングは最も弱い活動(4.9%)であった(表1)。最も強力な筋活動を示す下顎のグライディング運動は、上下顎の歯をこすり合わせる活動であることから、犬歯誘導やグループファンクションなどの咬合様式と密接に関連していることが考えられる。

ブラキシズム時の筋活動は、個体毎に極めて多様性が高いことが知られているが^{13,22-25)}、本研究の結果においてもその多様性が示された(図4)。またそのブラキシズム活動の多様性は、タッピング、クレンチング、およびグライディングの構成割合においても認められ、ブラキシズム活動の高い被験者はグライディング活動が高く、クレンチングおよびタッピングは低くなる傾向が認められた。このことは、過剰な筋活動を

予防するためにはグライディング活動をコントロールすることが重要であることを示すとともに、これまでの基礎研究で報告されているように咬合様式を選択が重要であることを意味しているものと考えられる。このことについては、さらに詳細な研究が必要と思われる。

ブラキシズムは大部分の個体で観察される睡眠中の咀嚼筋活動であること、またブラキシズム活動が個体ごとの多様性が大きい活動であることを考慮すると、臨床的には口腔系に為害作用の少ない生理的な範囲のブラキシズム活動と、多くの歯科医学的な問題を発現する過剰な筋活動を伴う非生理的なブラキシズム活動を区別する必要があると思われる。これは、言い換えるとブラキシズムを軽減するような歯科的な治療が必要な個体を診断的に鑑別する基準が必要であることを意味している。本研究の結果では、19名の被験者のブラキシズム活動の平均は、筋活動量としては 55.1 ± 58.5 (%MVC)であり、ブラキシズム時間としては 108.0 ± 90.4 (sec/hour)であった。また、被験者19名のうち15名(79%)がこの標準偏差内に納まっていることから、この範囲のブラキシズム活動量は生理的な範囲として診断的に応用できるかもしれない。しかし、本研究の被験者の中には臨床的に問題となる、いわゆるブラキサーは含まれていないので、今後はそれらの患者のブラキシズム活動を検討して、さらに明確な診断基準を策定する必要があると思われる。

結 論

簡便なブラキシズム活動の解析装置の開発とそれを用いたブラキシズムパターンと筋活動の解析を目的として、EEG、およびEMGと加速度センサーを応用し、19名の被験者を対象として、睡眠ブラキシズムを検討した結果、次のような結論を得た。

1. EEG、EMGと加速度センサーを応用した睡眠ブラキシズム解析によってブラキシズム活動をタッピング、クレンチング、およびグライディングの各構成成分に分別することができた。
2. ブラキシズム活動の中で最も強力な筋活動(%MVC)はグライディング(59.5%)であり、次いでクレンチング(35.6%)であり、タッピングは最も弱い活動(4.9%)であった。
3. ブラキシズム活動の高い被験者はグライディング活動が高く、クレンチングおよびタッピングは低くなる傾向が認められた。
4. ブラキシズム活動の平均は、筋活動量としては 55.1 ± 58.4 (%MVC)であり、ブラキシズム時間としては 108.0 ± 90.4 (sec/hour)であり、被

験者の 79%がこの標準偏差内に納まっていた。

5. グラインディングおよびクレンジングの発現は、睡眠段階 Stage 2 で最も多く、それぞれ 41.5%、38.5%の発現率であった。

これらのことから、睡眠ブラキシズムは、加速度センサーを応用した睡眠ブラキシズム解析システムによって詳細な構成パターンが解析できること、また解析結果を臨床診断へ応用できる可能性が開かれた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご指導と御校閲を頂きました神奈川歯科大学成長発達歯科学講座矯正学分野佐藤貞雄教授に感謝いたします。また論文作成に終始ご協力いただきました神奈川歯科大学歯科顎口腔欠損補綴学講座豊田實教授ならびに神奈川歯科大学歯科理工学講座榎本貢三教授に深謝する次第です。さらに、本研究を遂行するにあたりご協力をいただきました神奈川歯科大学成長発達歯科学講座矯正学分野の諸兄に心よりお礼申し上げます。

本研究は神奈川歯科大学咬合医学研究所において文部科学省オープンリサーチ研究開発拠点整備事業の研究費で行われた。

本論文は以下の論文を学位申請論文としてまとめたものである。

1. Yoshimi, H, Sasaguri K., Tamaki K., Sato S. Development of simple analyzing System for sleep bruxism. *Bull Kanagawa Dent Coll* **34** : 127-129, 2006.
2. Yoshimi H, Sugimoto K, Sasaguri K, Sato S. Development of sleep bruxism analyzing system using EMG and Accelerometer. *Bull Kanagawa Dent Coll* **36** : 63-68, 2008.
3. Yoshimi H, Sasaguri K, Tamaki K*, Sato S. Identification of the occurrence and pattern of masseter muscle activities during sleep using EMG and accelerometer systems. *Head Face Med.* 2009 (In press).

References

1. Kato T, Thie N, Montplaisir J, Lavigne G : Bruxism and orofacial movement disorder. *Dent Clin North Am* **45** : 657-684, 2001.
2. Slavicek R. The function of stress management. In : *The Masticatory Organ—Function and Dysfunction*, Slavicek, R. (Ed), Klosterneuburg, Gamma Medizinisch-wissenschaftliche Fortdungs-AG, pp.281-291, 2002.
3. Sato S, Slavicek R. Bruxism as a stress management function of the masticatory organ. *Bull. Kanagawa Dent. Coll* **29** : 101-110, 2001.
4. Tsuda A, Tanaka M, Ida Y, et al. Expression of aggression attenuates stress-induced increases in rat brain noradrenaline turnover. *Brain Res* **22** ; 474 : 174-180, 1988.
5. Tanaka T, Yoshida M, Yokoo H, Tomita M, Tanaka M. Expression of aggression attenuates both stress-induced gastric ulcer formation and increases in noradrenaline release in the rat amygdala assessed by intracerebral microdialysis. *Pharmacol Biochem Behav* **59** : 27-31, 1998.
6. Tanaka M, Tsuda A, Yokoo H, Yoshida M, Mizoguchi K, Shimizu T. Psychological stress-induced increases in noradrenaline release in rat brain regions are attenuated by diazepam, but not by morphine. *Pharmacol. Biochem. Behav.* **39** : 191-195, 1991.
7. Tanaka M. Emotional stress and characteristics of brain noradrenaline release in the rat. *Ind Health* **37** : 143-156, 1999.
8. Guile MN, McCutcheon NB. Prepared responses and gastric lesions in rats. *Physiol. Psychology* **8** : 480-482, 1980.
9. Vincent GP, Pare WPD, Prenatt JE. Aggression, body temperature, and stress ulcer. *Physiol. Behavior* **32** : 265-268, 1984.
10. Weinberg J, Erskine M, Levine S. Shock-induced fighting attenuates the effects of prior shock experience in rats. *Physiol. Behav* **25** : 9-16, 1980.
11. Onodera K, Kawagoe T, Protacio-Quismundo C, Sasaguri K, Sato S. The use of a BruxChecker in the evaluation of different occlusal schemes based on individual grinding patterns. *J Craniomand Pract* **24** : 292-299, 2006.
12. Lavigne GJ, Rompre PH, Montplaisir JY. Sleep bruxism : validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. *J Dent Res* **75** : 546-552, 1996.
13. Muhlemann H. Ten years tooth mobility measurements. *J Periodontol* **31** : 110-122, 1960.
14. Persson R. Assessment of tooth mobility using small loads II. Effect of oral hygiene procedures. *J Clin Periodont* **7** : 506-515, 1980.
15. Arnold M. Bruxism and the occlusion. *Dental Clin North Am* **25** : 395-407, 1981.
16. Molina OF, Dos Santos J. The prevalence of some joint disorders in craniomandibular disorder (CMD) and bruxers as compared to CMD non bruxer patients and controls. *J Craniomand Pract* **17** : 17-29, 1999.
17. Bream M, Lambrechts P, Vanherle G. Stress-induced cervical lesion. *J Prosthet Dent* **67** : 718-722, 1992.
18. Coleman T, Grippo J, Kinderknecht K. Cervical dentin hypersensitivity. Part II : Associations with abfraction lesions. *Quintessence Int* **31** : 466-465, 2000.
19. McCoy G. Dental compression syndrome : a new look at an old disease. *J Oral Implantol* **25** : 35-49, 1999.

20. Marion LR, Bayne SC, Shugars DA, Bader JD, Guckes AD, Scurria MS, Heymann HO. Effects of Occlusion Type and Wear on Cervical Lesion Frequency. *J Dent Res* **76** : 309, 1997.
 21. Leja W, Hilbe M, Stainer M, Kulmer S. Nicht-kariöse zervikale Läsionen in Relation zum Okklusionstypus und zur Neigung der individuellen Führengselemente. *Dtsch Zahnärztl Z* **54** : 412-414, 1999.
 22. Lavigne GJ, Guitard F, Rompré PH, Montplaisir JY. Variability in SB activity over time. *J Sleep Res* **10** : 237-244, 2001.
 23. Okeson JP, Philips BA, Berry DT, Baldwin RM. Nocturnal bruxing events in health geriatric subjects. *J Oral Rehabil* **17** : 411-418, 1990.
 24. Miguel AMV, Montplaisir J, Rompre PH, Lund JP, Lavigne GJ. Bruxism and other orofacial movements during sleep. *J Craniomand Dis Facial Oral Pain* **6** : 71-81, 1992.
 25. Yamashita S, Yugami K, Ai M. Dynamic State of the stomatognathic system during sleep. Part 1 A new system for continuous evaluation of mandibular movement with muscle activity. *J Jpn prosthodont Soc* **40** : 1147-1154, 1990.
 26. Yoshimi H, Sasaguri K, Tamaki K, Sato S. Development of simple analyzing System for sleep bruxism. *Bull Kanagawa Dent Coll* **34** : 127-129, 2006.
 27. Yoshimi H, Sugimoto K, Sasaguri K, Sato S. Development of sleep bruxism analyzing system using EMG and Accelerometer. *Bull Kanagawa Dent Coll* : 2008.
 28. Yoshimi H, Sasaguri K, Tamaki K, Sato S. Identification of the occurrence and pattern of masseter muscle activities during sleep using EMG and accelerometer systems. *Head Face Med.* 2009 (In press)
-