原著論文

自宅睡眠時における律動性咀嚼筋活動のバースト持続時間と 最大活動量の分布様式

松田慎平¹⁾, 山口泰彦^{1,2)}, 三上紗季²⁾, 岡田和樹²⁾, 後藤田章人²⁾, 渡辺一彦¹⁾

¹⁾ 北海道大学大学院歯学研究科顎咬合学教室

²⁾ 北海道大学病院高次口腔医療センター

〔受付：平成22年8月29日〕

Feature of distribution of duration and maximum amplitude of Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA) during sleep at home

Shinpei Matsuda¹⁾, Taihiko Yamaguchi^{1,2)}, Saki Mikami²⁾, Kazuki Okada²⁾,
Akihito Gotouda²⁾, Kazuhiko Watanabe¹⁾

¹⁾ Dept. of Gnatho-occlusal Function, Graduate School of Dental Medicine,
Hokkaido University

²⁾ Dept. of Temporomandibular Disorders, Center for Advanced Oral Medicine,
Hokkaido University Hospital

[Received: August 29, 2010]

Keywords: sleep bruxism, RMMA, phasic burst, electromyography, ambulatory EMG recorder

Abstract: Purpose: Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA) is rhythmic jaw movements similar to mastication approximately at 1 Hz during sleep, and it accounts for a large part of sleep bruxism. The purpose of this study was to clarify characteristic of EMG bursts of RMMA in bruxers.

Methods: Thirty bruxers who fitted the clinical diagnostic criteria of ICSD-2 of AASM participated in this study. EMG activities of the right masseter muscle were recorded during sleep at home by means of an ultraminiature electromyogram measurement system. After selecting RMMA with the threshold of amplitude of 20% MVC, we analyzed only phasic bursts whose maximum amplitude was more than 20% MVC.

Results: The mean value of the number of phasic bursts in RMMA per hour of sleep for each subject was 19.4. The mean value of the number of phasic bursts in RMMA per episode was 6.1. The total subjects' mean value of the mean values of duration of phasic bursts for each subject was 0.72 sec. Bursts with durations of 0.4-0.5sec were the most frequent of all phasic bursts that composed RMMA and the peak of distribution of burst durations shifted to the left with broad right foot. EMG bursts with maximum amplitudes of 20-30% of MVC were the most frequent of all phasic bursts in RMMA and distribution of maximum amplitudes of the bursts showed broad foot toward the right. In 80% of the subjects, the mean values of maximum amplitude of phasic bursts for each subject were less than 50%

MVC.

Conclusion: This study clarified that the distributions of duration and amplitude of phasic bursts that composed RMMA with the threshold of amplitude of 20% MVC have each mode. On the other hand, it was also demonstrated that the distributions have wide ranges and variety of RMMA phasic bursts was suggested.

抄録 目的: Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA) は睡眠時にみられる 1 Hz 程度のリズムカルな咀嚼様運動であり, 睡眠時ブラキシズムの大部分を占める. 本研究の目的は, 歯ぎしり患者における RMMA の phasic burst の波形の特徴を明らかにすることである.

方法: 被験者は AASM の ICSD-2 の臨床診断基準を満たしたブラキサー群 30 人とした. 超小型筋電図測定システムを用い, 自宅睡眠時の右側咬筋筋活動を記録した. 波形の閾値を最大随意咬みしめ (MVC) の 20% として RMMA を選択した後, 20% MVC 以上の phasic burst のみを波形解析の対象とした.

結果: 被験者毎に算出した睡眠 1 時間当たりの phasic burst 数の平均は 19.4, 1 つの episode 当たりの phasic burst 数の平均は 6.1 であった. 被験者毎に算出した phasic burst の平均持続時間の平均は 0.72 秒であった. 個々の波形でみると, 持続時間の分布はピークが左方に偏り (最頻値: 0.4-0.5 秒), 右にすその長い様相を呈した. 個々の波形の最大振幅は 20-30% MVC のものが最も高頻度であり, 右すそ広りの分布を呈した. 8 割の被験者で最大振幅の平均が 50% MVC 以下であった.

結論: RMMA の中に含まれる 20% MVC 以上の phasic burst の持続時間や最大振幅には最頻値が存在すること, 一方で, 分布範囲は幅広いことが明らかになり, その多様性が示唆された.

キーワード: 睡眠時ブラキシズム, RMMA, phasic burst, 筋電図, 携帯型筋電計

I. 緒 言

睡眠時ブラキシズム (SB) は, 一般的には歯ぎしりやくいしばりと呼ばれる非機能的咀嚼筋活動であり, 歯牙や咀嚼筋をはじめとする顎口腔系に為害作用を及ぼす可能性が指摘されてきた¹⁾. 睡眠時ブラキシズムの発現様相の解析やメカニズムの解明は, SB への対応策を考える上で重要であり, SB に関してこれまでに様々な観点から研究が進められてきたが^{2, 3, 4, 5)}, 未だに不明な点が多い.

ブラキシズムの筋活動は持続時間の短い phasic burst と長い tonic burst の 2 種類のバーストに分けられ, これらの筋活動の集合であるブラキシズム episode は, phasic burst だけからなる phasic episode, tonic burst からなる tonic episode, 両者の混合の mixed episode の 3 タイプに分類される. 歯ぎしり患者, 正常者ともに phasic episode, mixed episode が睡眠時咀嚼筋活動全体の約 90% を占めることが明らかになっている^{2, 6, 7)}. さらに, Lavigne らは, 睡眠時咀嚼筋活動の中で, 歯ぎしり音の有無に関わらず 1 つの episode 内に phasic burst が 3 つ以上連続する部分があるものを, Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA) と名付けた⁶⁾.

過去の研究から, RMMA は 1 Hz 程度のリズムカルな咀嚼様運動として観察され, 正常者でも 60% で出現するが, 歯ぎしり患者では, その発生回数, 発生時の筋活動の大きさともに正常者よりも高いことが示されている⁶⁾. RMMA は睡眠時咀嚼筋活動の大部分を占めるとされていることから, 睡眠時ブラキシズムを分析, 評価する上で RMMA の発現状況を知ることが重要と言える^{2, 6, 7, 8)}.

これまで, RMMA の発現個数を報告した論文はいくつかあるが, ブラキサーの RMMA のリズムや個々の波形の大きさなどを詳細に分析したのは, RMMA の提唱者である Lavigne らが 33 名のブラキサーの RMMA について分析した論文において, その中の 8 名についてリズムや振幅が解析されているのみである⁶⁾. RMMA について, 多くのデータが集積されない理由として, これまでの SB 研究が, PSG を用いた宿泊検査主体で, 被験者の負担が大きかったことがあげられる. 我々は, 検査室での宿泊や装置の装着の違和感による被験者の負担が軽減され, しかも電極とアンプをつなぐケーブル部分をコードレス化することでアーチファクト信号の混入を減少させた超小型筋電図測定システム BMS (原田電子工業株式会社) を開発した^{9, 10, 11)}. 我々は, RMMA は咀

嚙様のリズム運動であるため、そのリズムの特性を明らかにし、実際の咀嚼運動との比較などの検討を行えば、その発生メカニズムを検討する一助になるのではないかと考えた。そのためには先ず、Lavigne らのデータにさらに BMS を用いた RMMA のデータを積み重ねてサンプル数を増すことにより、RMMA の個々の波形の特性をより明確化しておくのは有用であると考えた。また、BMS を被験者の自宅で用いることにより、自宅における RMMA に特に検査室宿泊時と異なる特性があるのか否かについても検討できるかもしれないと考えた。

今回の研究では、被験者の自宅においての平常状態で近い状態での睡眠時筋電図計測を行い、歯ぎしり患者における RMMA の phasic burst の波形の特徴を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 方 法

1. 被験者

被験者は、北海道大学病院歯科診療センターの受診患者から選択したブラキシサー群（30人（男性5人、女性25人、平均年齢 41.0 ± 15.4 歳）とした。被験者の組み入れ基準は、American Academy of Sleep Medicine (AASM) の基準 (International classification of sleep disorders. Second Edition: ICSD-2, 2005年)¹⁾を参考に、(A) 睡眠時の歯ぎしり音あるいは歯のくいしばりの訴え、あるいは自覚を有し、(B) さらに以下の2項目のうち1項目以上を認め；(1) 象牙質まで達する歯牙の咬耗、(2) 起床時の顎の痛みまたは疲労感、(C) 他の疾患に起因するブラキシズムではないものとした。

本研究は北海道大学大学院歯学研究科および北海道大学病院の倫理委員会の承認を得ており、被験者に対して研究参加前に十分な説明を行い、文書による同意を得た。

2. 測定法

睡眠時筋活動の記録には BMS（原田電子工業株式会社製）を用いた（図1）。筋電図の測定条件は、増幅アンプのゲイン500倍、周波数特性 10～500 Hz、分解能 8 bit、サンプリング周波数 1 kHz、表面双極電極の直径 12 mm、電極中心間距離 22 mm とした。測定部位は右側咬筋部とし、電極貼付部の皮膚を十分に清拭した後、電極部の導電性粘着ゲルパッドにて送信ユニットを皮膚に粘着させ、さらに上からテープで3箇所固定した。

また、入眠と覚醒の時刻の確認に、腕時計型の小型睡眠センサー、アクティグラフ (A.M.I 社製) または東芝

体動計 NEM-T1（株式会社パラマ・テック）の何れかを用い、利き腕とは反対側の腕に装着した。入眠と覚醒の判定はそれぞれの装置付属のソフトによる睡眠判定アルゴリズムにより行った。また、被験者のうち28名には自己申告による入眠から覚醒までの時間を30分単位で記入してもらった。

記録は被験者の自宅にて行うこととし、連続性を考慮しない2夜以上の睡眠時筋活動を記録した。BMS は、あらかじめ取り扱い方法に関して十分な説明を行った上で、被験者自身が自宅にて測定準備を行った。測定開始後、入眠前に、仰臥位の状態でキャリブレーション運動として最大随意咬みしめ、嚥下、タッピングを行ってもらった。

3. データ解析方法

解析は第一夜効果¹²⁾を排除するために、第2夜目の筋活動データを対象として行った。BMS で記録されたデータは、BMS 付属のソフトでファイル変換した後、Chart5 (ADInstruments 社製) を用いて筋電図波形の解析を行った。筋電図波形は 20 Hz のデジタルハイパスフィルタ処理を行い、解析にはあらかじめ波形の絶対値化を行った後、サンプリング数 15 ポイントにて平滑化処理を行った筋電図波形を用いた。なお、就寝前の最大随意咬みしめによって得られた筋電図波形を同様に絶対値化後、平滑化し、最大値を 100% MVC (maximum voluntary clenching) として筋電図解析の基準に用いた。

解析対象の phasic burst は以下の手順でピックアップした（図2）。

- 1) 0.25秒以上持続し、波形のピークが基線の2倍以上の値を示す筋活動を burst として抽出した後、最大値が20% MVC 以下の burst を除外した¹¹⁾。
- 2) phasic burst ($0.25s \leq \text{burst 持続時間} \leq 2s$) と tonic burst ($\text{burst 持続時間} > 2s$) に分け、phasic burst が3秒間隔以内で3個以上連続する部分を有する phasic episode と mixed episode を選択した。
- 3) 2) で選択された episode 内の burst のうち、20% MVC 以上の phasic burst のみを選択し RMMA phasic burst とした。

4. 解析項目

- 1) 睡眠1時間当たりの phasic burst 数
- 2) 1つの episode に含まれる phasic burst 数
- 3) phasic burst の持続時間 (duration)
- 4) phasic burst の最大振幅 (% MVC)

図1 超小型筋電図測定システム BMS

Fig. 1 The ultraminiature electromyogram measurement system, BMS

図2 MVC 波形と RMMA 波形の例

Phasic episode は全て phasic burst から成り (a), mixed episode は phasic burst と tonic burst が混在する (b). episode は 3 秒より長い interval によって分けられる. MVC: 最大随意咬みしめ

Fig. 2 Examples of wave patterns of RMMA

Phasic episode is composed of only phasic bursts. Mixed episode is composed of phasic bursts and tonic bursts. Episodes are separated by intervals of longer than 3 seconds.

MVC : maximum voluntary clenching

Ⅲ. 結 果

1. 小型睡眠センサーにより記録された入眠から覚醒までの時間の平均±標準偏差 (SD) は 6.7時間±1.4 時間 [範囲: 2.2-9.7時間] であった. 30人中28名の自己申告による入眠から覚醒までの時間の平均は 6.5±1.1時間 [4-9時間] であった. なお, 測定第1日目と測定第2日目の間隔は平均 1.7±1.1 日 [1-5日] であった.
2. 波形のピークが基線の2倍以上を示した phasic

burst 数は1時間当たりで平均 46.1 ± 31.3 [10.9-152.6] であった.

3. 1時間当たりの RMMA phasic burst 数の平均は 19.4 ± 25.1 [0.4-91.8] であった (図3)
4. 被験者毎に算出した1つの episode 当たりの RMMA phasic burst 数の平均は 6.1 ± 4.5 [3-24.3] であったが, 80以上連続する phasic burst を含む mixed episode も認められた (図4).
5. phasic burst の持続時間に関して, 30人分全ての phasic burst では, 0.4-0.5秒の持続時間のものが

図3 被験者毎の睡眠1時間当たりのRMMA phasic burst 数の分布

Fig. 3 Distribution of number of RMMA phasic bursts per hour of sleep for each subject

図8 全ての RMMA phasic burst の最大振幅の分布
Fig. 8 Distribution of maximum amplitude of all RMMA phasic bursts

図10 被験者毎に算出した RMMA phasic burst の最大振幅の平均値分布
Fig. 10 Distribution of mean values of maximum amplitude of RMMA phasic bursts for each subject

図9 被験者毎に算出した RMMA phasic burst の最大振幅の分布割合 (%) の平均
Fig. 9 Mean values of the percentage distribution of maximum amplitude of RMMA phasic bursts for each subject

最大振幅が100% MVC を上回る phasic burst の合計が全体の9.6%と、最大随意咬みしめよりも大きな力が発揮された筋活動がかなりの割合を占める結果になった。また、被験者毎に算出した phasic burst の最大振幅の分布の割合の平均は、20-30% MVC のものが36%と最も大きな値を示し、図8とほぼ同様のグラフの形態となった(図9)。一方、被験者毎に算出した平均最大振幅の平均は50.8 ± 42.9% MVC [26.9-257.9] で、40-50% MVC の範囲に平均を有する被験者が最も多かった。最大振幅の平均が50% MVC 以下であったものが、被験者30人中24人と全体の8割を占めたが、平均が100% MVC を超える大きな値を示した被験者が2人認められた(図10)。この被験者2名について最大咬み

しめとキャリブレーション運動として行ったタッピング運動を比較したところ、タッピングの最大振幅は、被験者Aで170.8% MVC、被験者Bで130.8% MVCであった(図11)。

IV. 考 察

本研究で被験者毎に算出した phasic burst 持続時間の平均は 0.72 ± 0.20 秒 [0.35-1.18秒] を示した。8名のブラキサー群の RMMA 波形を解析した Lavigne らの文献では、burst の持続時間の平均は0.70秒 [0.54-1.14] であったと報告しており⁶⁾、今回の結果はこれに近似していた。サンプル数を増やして、しかも自宅の平常に近い状態でも、同様の結果がみられたことから、被験者毎の phasic burst 持続時間の平均は0.7秒程度であることが示唆された。

一方で、今回抽出した個々の phasic burst の持続時間の分布はピークが左方に偏り、右にすその長い様相を呈した。すなわち、全サンプルの単純な分布でも、被験者内の分布算出後、全被験者の分布を平均化して表した場合の分布でも持続時間0.4-0.5秒をピークに、持続時間が長くなるに従い phasic burst 数は減少する傾向にあることが示され、典型的な RMMA 波形の持続時間は0.4-0.5秒程度であることが新たに明らかになった。被験者毎に算出した持続時間の平均値と最頻値の違いは分布形態に起因し、少数であるが持続時間が長い burst の影響が平均値でみると反映されてしまうためと考えられた。

図11 RMMA phasic burst の最大振幅の平均値が100% MVC より大きい値を示した被験者のキャリブレーション運動時の筋電図波形 MVC：最大随意咬みしめ

Fig. 11 EMGs during calibration movements of subjects whose mean values of maximum amplitude of RMMA phasic bursts were larger than 100% MVC.

MVC: maximum voluntary clenching

phasic burst の最大振幅の分布では、最大振幅が大きくなるに従い phasic burst 数は徐々に減少することが示され、被験者毎に算出した最大振幅の平均が50% MVC以下を示した被験者が8割と、大部分の波形が50% MVC以下であることが明らかになった。一方で、平均が257.9% MVCと2SDを超える大きな値を示した被験者の存在も明らかになった。平均が100% MVCを超えた被験者2名の最大随意咬みしめは、タッピング運動より小さかったことから、これら2名の最大随意咬みしめは、元来比較的小さい部類であり、そのことが大きな% MVC値の原因になった可能性はある。しかし、覚醒時の随意運動では何らかの要因によって制御される力が、睡眠時に無意識下では抑制が働かず過大な力が発揮された可能性も否定できない。これは、SBの為害性が特に増強される場合のメカニズムの1つとして以前から想像されてきたものである。

RMMAの数については、これまでいくつかの報告がある。Rompréらは、1時間当たりのepisode数、1時間当たりのburst数、歯ぎしり音の有無を基準に100人のブラキサーを2群に分けてSBを検討した論文において、睡眠1時間当たりのphasic burst数は重症群で平均43.1 [17.1–126.3]、軽症群で11.1 [0.4–22.0]であったと報告している¹³⁾。この数値を、重症群、軽症群両者を合わせた全体に換算すると28.4/hrとなり、今回の19.4/hrより多い。Rompréら¹³⁾の報告ではブラキサーの選択基準の一つである歯ぎしり音の指摘が週3回以上

となっており、本研究と異なっている。本研究の結果との差には、対象とした歯ぎしり患者の重症度が異なっていたことと、後述のように本研究では20% MVCに閾値を設定してバーストを選択したことが関係しているのかもしれない。

Dutraらは、音声・ビデオを同時記録したポリソムノグラフを用いて検討した論文において、ブラキサーの睡眠時の動きのうち、約30%がSB以外の口腔顔面部の運動と関連していることを示し、音声・ビデオの記録なしに筋電図波形のみでの分析は、SBの発現数を過大評価する可能性があるとして報告している⁸⁾。前述のLavigneら⁶⁾やRompréら¹³⁾の報告では、波形の大きさに関する選択基準は10% MVC以上としているが、さらにそこからビデオによりRMMA以外のその他の動きを除外する作業を行っている。三上らは、嚥下、咳ほか夜間に発現する可能性のあるSB以外の口腔顔面部の運動をシミュレートした際の咬筋活動をBMSで測定し、大部分は20% MVC以下であることを示している¹⁴⁾。本研究ではビデオの同時記録を行っていないため、三上らの報告を参考にして20% MVCを閾値とすることにより、その他の動きの混入防止を図った。

今回得られた筋電図から、波形のピークが基線の2倍以上を示したphasic burstを波形の連続性を考慮せずに全てカウントした場合、その数は1時間当たり平均46.1/hrであった。一方、最大値が20% MVC以上で今回RMMAとして選択したphasic burst数は1時間当た

り平均 19.4/hr であった。残りの除外された 26.7/hr の波形の大部分は嚥下などのその他の動きによる筋活動と考えるが、今回閾値を 20% MVC に設定したことにより、RMMA の一部も除外している可能性は否定できない。前述のように Rompré らの報告¹³⁾ よりも burst 数が少なかった結果には、この点も関係しているのかもしれない。そのため、今回の結果の解釈には注意が必要である。特に、バーストの振幅の平均は、閾値を 20% MVC より小さくした場合、もっと小さくなる可能性があり、その点を考慮するべきである。バースト持続時間については、平均が Lavigne ら⁶⁾ の報告とほぼ同じであり、20% MVC 以下のバーストの除外により RMMA の特徴が大きく変化した可能性は少ないのではないかと考える。しかし、Lavigne ら⁶⁾ の報告では細かな分布まではコメントされていないため、今回の最頻値 0.4-0.5 秒が、Lavigne の分析結果と同様であったかどうかは比較できない。そのため、最頻値 0.4-0.5 秒は、あくまで閾値 20% MVC での筋電図の判定による RMMA の結果と限定して考えておく必要はあろう。

過去の携帯型筋電計を用いた研究で、Gallo ら¹⁵⁾ はブラキシズムの徴候のない健康被験者の tonic burst を含めた夜間筋活動の持続時間と振幅を解析している。また、Ikeda ら¹⁶⁾ は咬耗や起床時の筋疲労などの徴候を示した健康被験者について近接した burst をまとめて event として扱い、3 sec 以上の duration を有する夜間筋活動の持続時間と振幅を解析している。その結果、持続時間は 1-3 秒程度でピークを示したが、Gallo ら¹⁵⁾ の健康被験者で 30 秒、Ikeda ら¹⁶⁾ の徴候を有する被験者では 60 秒程度までの範囲で右すそ広がりを示した。また、最大振幅はいずれの研究においても 20% MVC 前後に最頻値を有し、その分布は健康被験者では 100% MVC、徴候を示す被験者では 200% MVC にまでおよぶものであったと報告されている。本研究では、臨床的診断基準を満たすブラキサーにおいて、20% MVC の閾値で RMMA 中の phasic burst に関して解析したところ、持続時間の分布は 0.25-2 秒の範囲内で 0.4-0.5 秒の部分にピークを認めたが、最大振幅は 20-30% に最頻値を有し、200% 程度までの右すそ広がりを示した (図 5, 図 8)。従って、睡眠中に発生する咬筋バーストのうち、睡眠時ブラキシズム患者における RMMA 中の phasic burst は、持続時間に一定範囲の均一性を有する点で特徴的であるが、最大筋収縮強度に均一性が少ない点では、睡眠中の全ての咬筋バーストと似た特性を有すると考えられた。

本研究では、臨床的組み入れ基準を用いて選択した被

験者 30 人であったが、RMMA の持続時間、振幅の発現状況は、最頻値は存在するものの幅広い分布を示すことが明らかとなった。咬耗は SB の一つの指標にはなりうるが、過去のブラキシズム活動結果の集積であるため、咬耗だけで現状の SB がどの程度であるかを判断するのは難しい面がある^{17, 18)} など、これまで問診や口腔内診査だけでは現在進行形の睡眠時ブラキシズムの評価は難しいことが指摘されている。今回の結果の多様性はそれを再認識させるものであった。

個々の患者のブラキシズムの大きさや持続時間を把握することは、ブラキシズムが生体 (咀嚼筋、歯・歯周組織、顎関節など) に及ぼす負荷を予測し、治療方針を立てる上で重要である。今回ブラキシズムの大部分を占めるとされる RMMA の burst が、幅広い分布を示したことから、臨床所見だけでなく睡眠時の筋活動も測定することの重要性が示された。その際、理想的には現在のブラキシズム検査の gold standard である音声・ビデオ付 PSG を用いるのが望ましい。しかし、コストや被験者の負担を考えると携帯型にもメリットがある。ICSD-2¹⁾ でも、自宅でのポータブル筋電計による睡眠時ブラキシズムの測定は、診断学的な特異性が十分ではないが、平常状態で、治療後の経過をフォローする方法として有用である可能性がコメントされている。

RMMA の発現のメカニズムは不明である。しかし、もし仮に何らかのリズムジェネレーターが関与しているのであれば、20% MVC 以上の RMMA のバースト持続時間の最頻値が 0.4-0.5 秒であったという今回の結果は何らかのヒントになるかもしれない。また、仮に何らかのリズムジェネレーターが関与しているのであれば、今回示された分布の広がり、それを修飾する因子の存在を示していることになるかもしれないし、あるいは全く異なるメカニズムの波形が混在していることを示すのかもしれない。しかし、これらは何れも仮説であり、将来の研究の発展を待たなければならない。

我々の今後の予定としては、持続時間 0.4-0.5 秒が最頻値であった今回の結果を踏まえ、さらに burst 間の筋放電間隔を解析するとともに、同一被験者の咀嚼運動時の筋活動との比較による咀嚼運動と RMMA の関係の検討などに研究を発展させる考えである。

文 献

- 1) AASM. Sleep related bruxism: The international classification of sleep disorders 2nd ed. Westchester: American Academy of Sleep Medicine; 2005.

- 189-192.
- 2) Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, et al. Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians. *J Oral Rehabil* 2008; 35: 476-494.
- 3) Manfredini D, Lobbezoo F. Role of psychosocial factors in the etiology of bruxism. *J Orofac Pain* 2009; 23: 153-166.
- 4) Lobbezoo F, van der Zaag J, van Selms MK, et al. Principles for the management of bruxism. *J Oral Rehabil* 2008; 35: 509-523.
- 5) Lavigne GJ, Kato T, Kolta A, et al. Neurobiological mechanisms involved in sleep bruxism. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14: 30-46.
- 6) Lavigne GJ, Rompré PH, Poirier G, et al. Rhythmic Masticatory Muscle Activity during Sleep in Humans. *J Dent Res* 2001; 80: 443-448.
- 7) Sjöholm T, Lehtinen II, Helenius H. Masseter muscle activity in diagnosed sleep bruxists compared with non-symptomatic controls. *J Sleep Res* 1995; 4: 48-55.
- 8) Dutra KM, Pereira FJ Jr, Rompre PH, et al. Orofacial activities in sleep bruxism patient and in normal subjects: a controlled polygraphic and audio-video study. *J Oral Rehabil* 2009; 36: 86-92.
- 9) Yamaguchi T, Mikami S, Okada K. Validity of a newly developed ultraminiature cordless EMG measurement system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: e22-27.
- 10) Mikami S, Yamaguchi T, Okada K, et al. Influence of motion and posture of the head on data obtained using the newly developed ultraminiature cordless bruxism measurement system. *J Prosthodont Res* 2009; 53: 22-27.
- 11) 三上紗季, 山口泰彦, 岡田和樹ほか. 超小型コードレス筋電図計測システムの夜間睡眠時咬筋筋活動測定への応用. *顎機能誌* 2009 ; 15 : 121-130.
- 12) Edinger JD, Fins AI, Sullivan RJ Jr, et al. Sleep in the laboratory and sleep at home: comparisons of older insomniacs and normal sleepers. *Sleep* 1997; 20: 1119-1126.
- 13) Rompré PH, Daigle-Landry D, Guitard F, et al. Identification of a sleep bruxism subgroup with a higher risk of pain. *J Dent Res* 2007; 86: 837-842.
- 14) 三上紗季, 山口泰彦, 松田慎平ほか. 超小型コードレス筋電図計測システムの実用化に関する検討ー睡眠時ブラキシズムの評価へ向けてー. *顎機能誌* 2009 ; 16 : 40-41.
- 15) Gallo LM, Gross SS, Palla S. Nocturnal masseter EMG activity of healthy subjects in a natural environment. *J Dent Res* 1999; 78: 1436-1444.
- 16) Ikeda T, Nishigawa K, Kondo K et al. Criteria for the detection of sleep-associated bruxism in humans. *J Orofac Pain* 1996; 10: 270-282.
- 17) Abe S, Yamaguchi T, Rompré PH, et al. Tooth wear in young subjects: a discriminator between sleep bruxers and controls? *Int J Prosthodont* 2009; 22: 342-350.
- 18) Baba K, Haketa T, Clark GT, et al. Does tooth wear status predict ongoing sleep bruxism in 30-year-old Japanese subjects? *Int J Prosthodont* 2004; 17: 39-44.