



Title	睡眠時ブラキシズムの臨床診断を受けた患者における睡眠時咬筋筋電図波形振幅と波形数の度数分布
Author(s)	工藤, 愛
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第15001号
Issue Date	2022-03-24
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k15001
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/87694
Type	doctoral thesis
File Information	Ai_Kudo.pdf



博士論文

睡眠時ブラキシズムの臨床診断を受けた患者における
睡眠時咬筋筋電図波形振幅と波形数の度数分布

令和4年3月申請

北海道大学
大学院歯学院口腔医学専攻

工藤 愛

抄録

これまで臨床において、睡眠時ブラキシズム(SB)は歯ぎしり音の指摘や、歯の咬耗などの臨床所見により診断・評価されてきたが、その評価には客観性に乏しいという欠点があった。そのような状況に対し、ウェアラブル筋電計を用いた筋電図検査が可能となり、客観的、定量的にSBを診断・評価することが可能となった。筋電図によるSB筋活動は、主に大きさや波形持続時間が一定閾値以上の波形の数で表され、評価されてきた。一部の研究では、それらの閾値以上の波形の大きさ(振幅)も併せて報告されたものもあったが、波形の全体像を分布表示で表したものは非常に少なかった。そこで本研究はウェアラブル筋電計により測定した睡眠時咬筋筋電図波形全体について、その振幅や発現数の度数分布実態を明らかにし、SBにより発揮される力の大きさや頻度を評価するための指標を検討することにした。

被験者はSBの臨床診断を受けた外来患者40名とした。被験者の自宅にて超小型ウェアラブル筋電計FLA-500-SD(株式会社フルサワラボ・アプライアンス)を用いて、睡眠時咬筋筋活動を測定した。筋電図解析条件は、バースト抽出閾値を基線の2倍以上かつ300%MVC未満、バースト持続時間条件を0.25秒以上、60秒未満とした。

被験者毎のバースト数/hの度数分布では、バースト数/hが20回より大きく30回以下の被験者が9人で最も多かった。ブラキサーに該当するエピソード数/h(≥ 5.5 回/h)の被験者28人と、非ブラキサーに該当するエピソード数/h(< 5.5 回/h)の被験者12人のそれぞれの波形振幅平均値は、ブラキサーで平均値37.0%MVC、非ブラキサーで平均値38.0%MVCであり両群間には有意差は認められなかった。また、被験者毎の波形振幅平均の度数分布では、波形振幅平均が15%MVCより大きく20%MVC以下の被験者が最も多く10人だった。被験者40人の全バーストの波形振幅の各階級における平均の度数分布は、6~10%MVCで分布のピークを迎え、その後徐々に分布が小さくなる傾向を示した。ほとんどの被験者が、SB時の波形振幅の度数分布の割合の平均のグラフに近似した度数分布を示したが、大きな%MVC値に分布がシフトしていたものも見られた。

今回の研究結果により、SBに対する睡眠時筋電図検査を行う際には、筋電図の波形振幅の度数分布を表示することにより、個々の被験者のSB時に発揮される力の大きさの評価をより客観的、定量的に行うことができる可能性が示された。また、バースト数、エピソード数の分布表示についても、個々の患者の検査結果が、全体の分布の中のどこに位置するかを認識し、患者のSB回数の重篤度を把握するのに役立つものと思われた。今回得られた度数分布は、そのようなSB評価の指標のひとつとして有用と考えられた。

キーワード：睡眠時ブラキシズム，ウェアラブル筋電計，度数分布，波形振幅，波形数

緒言

睡眠時ブラキシズム (SB) は，クレンチングやグライディングを特徴とする反復的な顎筋活動である [1, 2]．SB は顎関節症，歯周組織の破壊，歯の咬耗や破折，歯冠修復物の脱離を引き起こすリスクファクターと考えられているため [3-5]，歯科臨床において SB を的確に診断・評価することは重要である．

これまで臨床において，SB は歯ぎしり音の指摘や，歯の咬耗などの臨床所見により診断・評価され客観性に乏しいという欠点があったが [6-8]，ウェアラブル筋電計を用いた筋電図検査が可能となり客観的，定量的に SB を診断・評価することが可能となった [9]．

筋電図による SB 筋活動は，主に大きさや波形持続時間が一定閾値以上の波形の数で表され，評価されてきた．一部の研究では，それらの閾値以上の波形の大きさ（振幅）も併せて報告されたものもあった [10-12]．筋電図検査における筋活動量の標準化の手段として，最大随意咬みしめ (Maximum Voluntary Contraction: MVC) に対する相対値である %MVC 値が最も多く用いられている．しかし，振幅の実数にしても相対値 (%MVC 値) にしても，波形の大きさ（振幅）を示した報告の大部分では，振幅の平均値であり，波形の全体像を分布表示で表したものは非常に少なかった．今まで，松田らによって，超小型筋電図測定システムを用いて測定した睡眠時の Rhythmic masticatory muscle activity (RMMA) phasic バーストの %MVC 表示波形の度数分布が示されている [12]．RMMA とは 1 つのエピソード内に phasic バーストが 3 つ以上連続する部分があるもののことである [13]．また，Gallo らによって，SB の兆候のない被験者 21 人のエピソードの波形振幅の度数分布が示されている [11]．さらに，Ikeda らによって，SB の臨床所見のある被験者 9 人の波形振幅の度数分布が示されている [10]．このように，SB の力の大きさを調べた研究はいくつかあるが，いずれも SB の波形全体に関する波形振幅の度数分布は明らかにしていない，あるいは被験者数は多くないという状況であった．

また，SB の発現数についても SB の臨床診断を受けた患者群の波形数度数分布を示したものは少なく，特に，近年の波形数カウントで妥当性が示されている波形抽出基準 [14] である，基線の 2 倍や 5%MVC の振幅を基準とした場合の波形数分布や，波形の集合体であるエピソードをカウントの単位とした場合についての発現数の分布は明らかではなかった．

そこで本研究はウェアラブル筋電計により測定した睡眠時咬筋筋電図波形全

体について、その振幅や SB 発現数の度数分布実態を明らかにし、SB により発揮される力の大きさや頻度を評価するための指標を検討することにした。

方法

1. 被験者

被験者は北海道大学病院歯科を受診し、SB の臨床診断を受けた 40 名（年齢範囲 20～69 歳，平均年齢 42.5 歳，男性 10 名 女性 30 名）とした。SB の臨床診断基準は American Academy of Sleep Medicine の基準 [15] 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；(i) 象牙質まで達する歯牙の咬耗，(ii) 起床時の顎の痛みまたは疲労感，のうち 1 つ以上を認める者とした (図 1)。

SB の原因となる可能性のある疾患を有する者は被験者から除外した。被験者は，20 歯以上を有し，全部被覆冠や固定性ブリッジなど固定性の歯冠修復物を装着している者は含めたが，可徹性有床義歯を装着している者，矯正治療中の者は除外した。

本研究は北海道大学病院自主臨床研究審査委員会の承認（承認番号：010-0303, 015-0122）を得ており，被験者に対し研究前に十分な説明を行い，文書により同意を得た。

2. 測定方法

被験者の自宅にて超小型ウェアラブル筋電計 FLA-500-SD（株式会社フルサワラボ・アプライアンス）（図 2）を用いて，連続性を考慮しない 2 夜以上の睡眠時咬筋筋活動を測定した（図 3）。筋電計貼付前に洗顔，アルコール綿にて貼付部皮膚を十分清拭し，主咀嚼側咬筋部に筋電計を貼付させた。

キャリブレーション運動として，筋電計着脱時，就寝時，起床時に基本動作を行わせた。基本動作は 3 秒間の最大随意咬みしめ，5 回のタッピング運動，3 秒間の最大随意咬みしめである（図 4）。測定中の行動については，その内容と時刻を行動記録表に記入させた。

3. 超小型ウェアラブル筋電計

超小型ウェアラブル筋電計 FLA-500-SD（株式会社フルサワラボ・アプライアンス，図 2）には，電極，増幅器，サンプリング周波数 1kHz の 12 ビット A/D コンバータ，16 ビット CPU，3.7 V コイン型リチウム電池，およびマイクロ SD カードが含まれている。重量は 6g（電池を入れた状態で 9g）である。双極測定電極の表面サイズは直径 6mm，電極の中心間距離は 24mm である。電極と同じサイ

ズの参照電極は 2 つの測定電極の中間の位置に配置されている。アンプのゲインは 250 倍である [16]。

4. データ解析方法

解析は、解析ソフトウェアである W-EMG Viewer(株式会社ジーシー)を用いて行った。筋電図波形は 20Hz のハイパスフィルタ処理後、絶対値化し、サンプリング数 101 ポイントにて平滑化処理を行った。被験者ごとにスプリントを装着しないで睡眠した 1 夜を選択し解析した。筋電図波形(バースト)の抽出閾値は、基線の 2 倍以上かつ 300%MVC 未満、バースト持続時間 0.25 秒以上 60 秒未満とした。抽出波形のうち、バースト持続時間 0.25 秒以上 2 秒未満の波形を phasic バースト、時間条件は 2 秒以上の波形を tonic バーストとした。また、波形群として、以下の 3 種類のエピソードを抽出した：phasic エピソード (phasic バーストが 3 回以上連続)、tonic エピソード (tonic バーストが 1 回以上)、mixed エピソード (phasic バーストと tonic バーストの混合) (図 5)。3 秒より長い波形間隔のものは別のエピソードとしてカウントした。解析区間は高橋らの研究 [17] を参考に、就寝時基本動作 45 分後から起床時基本動作の 30 分前までとした。

5. データ解析項目

以下の 6 項目について、被検者ごとに算出した。

- 1) 1 夜あたりのバースト数
- 2) 睡眠 1 時間あたりのバースト数
- 3) 1 夜あたりのエピソード数
- 4) 睡眠 1 時間あたりのエピソード数
- 5) バーストの波形振幅の平均 (%MVC)
- 6) バーストの最大振幅 (%MVC)

6. 統計解析方法

1 時間あたりのバースト数の度数分布、1 時間あたりのエピソード数の度数分布、波形振幅平均の度数分布、全バーストの波形振幅の度数分布の平均を算出した。1 時間あたりのバースト数と波形振幅平均、1 時間あたりのエピソード数と波形振幅平均のそれぞれに相関があるのかスピアマンの順位相関係数の検定を行った。

また、1 時間あたりのエピソード数が 5.5 回以上で筋電図検査による診断 [14] でブラキサーとみなされる被験者と 1 時間あたりのエピソード数が 5.5 回未満で非ブラキサーとみなされる被験者の咬筋筋電図波形振幅の度数分布の階級ご

との比較をマンホイットニの検定を用いて行った。さらに、咬筋筋電図波形振幅の度数分布への性差・年齢差の関連について重回帰分析を行った。

結果

1. バースト数やエピソード数について

1) 被験者ごとの 1 夜全体のバースト数の平均は 436.43 回、睡眠 1 時間あたりのバースト数の平均は、71.40 回であった。睡眠 1 時間あたりのバースト数の度数分布では、睡眠 1 時間あたりのバースト数が 20 回より大きく 30 回以下の被験者が 40 人中 9 人で最も多かった(図 6)。

2) 被験者ごとの 1 夜全体のエピソード数の平均は 57.40 回、睡眠 1 時間あたりのエピソード数の平均は、9.38 回であった(図 7)。SB 患者に該当する睡眠 1 時間あたりのエピソード数 (≥ 5.5 回/h) の被験者は 28 人、そのうち 7.6 回/h 以上の重症 SB 症例(14)は 19 人であり、全体の 47.5%、SB 患者と判定された 28 人中の 67.9%であった。一方、12 人(30.0%)は、睡眠 1 時間あたりのエピソード数による評価では、SB 患者に該当しなかった。

2. 波形振幅について

1) 被験者ごとの波形振幅平均の度数分布では、波形振幅平均が 15%MVC より大きく 20%MVC 以下の被験者が最も多く 40 人中 10 人だった(図 8)。

2) 被験者ごとの波形振幅平均の全被験者の中央値は 30.0%MVC、平均値は 37.3% MVC であった。

3) 1 時間あたりのバースト数と波形振幅平均、1 時間あたりのエピソード数と波形振幅平均のそれぞれの関連性についてのスピアマンの順位相関係数の検定では、1 時間あたりのバースト数と波形振幅平均の相関係数は 0.136 ($P=0.397$) (図 9)、1 時間あたりのエピソード数と波形振幅平均の相関係数は 0.076 ($P=0.633$) (図 10)であり、どちらも相関係数は非常に低く、有意な相関は認められなかった。

4) 被験者 40 人の全バーストの波形振幅の各階級における平均の度数分布は、6~10%MVC で分布のピークを迎え、その後徐々に分布が小さくなる傾向を示した(図 11)。

5) エピソード数による判定でブラキサーとみなされた被験者 28 人と非ブラキサーとみなされた被験者 12 人の被験者ごとの波形振幅平均は、ブラキサーで中央値 31.8%MVC、平均値 37.0%MVC、非ブラキサーで中央値 22.0%MVC、平均値 38.0% MVC であった。両群間でマンホイットニの検定を行ったところ、P 値は 0.52 となり有意差は認められなかった。また、咬筋筋電図波形振幅の度数分布の階級ご

とに両群間のマンホイットニの検定を行ったところ、全階級においてP値は0.05以上であり、有意差は認められなかった（図12）。

6) 男性被験者10人と、女性被験者30人の間で、咬筋筋電図波形振幅の度数分布の階級ごとにマンホイットニの検定を行ったところ、全階級においてP値は0.05以上であり、有意差は認められなかった（図13）。また、咬筋筋電図波形振幅の各被験者の平均値を目的変数、性別、年齢を説明変数として重回帰分析を行ったところ、性別の偏相関係数が-0.1110、年齢の偏相関係数が0.1141となり、有意な関連性は認められなかった（表1）。

7) 個別に被験者の咬筋筋電図波形振幅の度数分布を観察すると、平均値に近似した分布の被験者（被験者A）（図14）だけでなく、分布ピークが偏位した特徴的な分布を示す被験者（被験者B）（図15）がみられた。

考察

1. 測定方法について

現在、SB診断のゴールドスタンダードとされているのはPSG-AV検査だが[1, 18, 19]、筋電図単独検査におけるブラキサーの判別を筋電図単独検査での適正なカットオフ値を用いることによってPSG-AV検査と同等の正診率でSBを評価できることがMaedaらによって示されている[14]。またYamaguchiらによってウェアラブル筋電計による筋電図単独検査のSB評価の精度は高いことが示されている[9]。今回の研究では、ウェアラブル筋電計を用いて筋電図単独検査を行う際にSBの力の大きさや重篤度を示す指標となる分布状態の提示を目的としており、被験者数を増やす必要があった。そこで、簡便で、実際の外来受診患者に対しても検査が実施できるウェアラブル筋電計による筋電図単独検査を応用した。測定日については、今回の研究では連続性を考慮しない2夜以上の睡眠時咬筋筋活動を測定し、被験者ごと測定した日の中からスプリントを装着しないで測定した日を1夜選択し解析を行った。PSG検査によるSB検査については、2日目、3日目の方がSBが多くなるとの報告[20]がある一方、第一夜効果は明らかではないとする報告もあり、明確な結論は出ていない[21]。ウェアラブル筋電計については、これまで1日目、2日目に有意差は認められておらず[22]、また、日本歯科医学会の「筋電計による歯ぎしり検査」に係わる「基本的な考え方」[23]でも検査を2日目以降に行うことまでは示されていない。これらの点から、本研究では解析日の順番までは特定しなかった。

2. 波形振幅（%MVC値）の分布について

本研究から、SB時の咬筋筋電図波形振幅の度数分布の割合の平均のグラフは、

6～10%MVC にピークを持った分布範囲の広い、なだらかな右下がりの山型をしていることが示された。これまで、睡眠時の無意識下では、意識下の最大咬みしめをはるかに超える大きさの筋活動が生じており、それが歯や顎関節、筋肉に障害をもたらすと推測されてきた [24, 25]。しかし、本研究結果の筋活動の筋電図振幅の分布では、そのような過大な振幅での筋活動の割合は非常に少ないことが示された。その理由として、今回の、被験者層が SB の重症度が少ない患者に偏っていた可能性が推測されるかもしれないが、我々はその可能性には否定的である。なぜなら、対象患者は、実際の外来患者であり、通常の SB の臨床基準に該当する者から選んでいるからである。また、エピソード数に基づく軽症-重症の判別においても、重症に該当する 7.6 回/h 以上のもの [14] が、19 人で全体の 47.5% を占め、SB 陽性と判断される 28 人の被験者のうちでは 67.9% が重症に該当しているからである。この割合の数値は、一般市民集団における SB の有病率を PSG 検査により調べた Maluly の研究 [26] で、重症に該当する被験者の割合が SB 陽性被験者のうちの 53.6% であった結果と比較しても、低くはなく、今回の被験者の中で重症 SB の患者が特に少なかったとは考えられなかった。

過去の研究では、SB 波形の振幅に関する詳細な情報を提示した論文は少ないが、その中では、松田らによって、被験者ごとに算出した RMMA phasic バーストの最大振幅の分布割合の平均は 20～30%MVC のものが最も多く全体の 36% となることが示されている [12]。この研究では、実際の外来患者 30 人 (男性 5 人, 女性 25 人, 平均年齢 41.0 ± 15.4 歳) を被験者としているが、解析対象を RMMA phasic バーストに限っており、持続性の tonic バースト関連の波形まで解析では網羅されていない。また、波形振幅が 20%MVC 以上の比較的大きい波形群を解析対象としている。嚥下、咳、ほか夜間に発現する 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筋活動の大部分は 20%MVC 以下であると示され [27]、それに基づいて 20%MVC を閾値とし、それ以下の大きさの波形は解析から除外している。しかし、その後の SB の筋電図研究では、真の SB 波形でも 20%MVC 以下の振幅のものが占める割合は無視できないことが認識され始め、最近の解析の多くが、基線の 2 倍以上や 5%MVC 以上の比較的小さい波形を網羅したスコアリングとなっている。以上より、過去の報告では、何れもすべての SB を網羅した分布状態とは言えない状態であった。そのため、基線の 2 倍以上で、バースト持続時間が 0.25 秒以上～60 秒未満の全ての波形の咬筋筋電図波形振幅の度数分布を算出した我々の研究との結果に違いがあると考えられた。また、Gallo らの研究 [11] では、各エピソードの平均の波形振幅の度数分布は 20～30%MVC でピークを迎えることが示されているが、この報告では SB の自覚がない健康な被験者 21 人を対象としており、波形の抽出では、被験者ごとに事前にシミュレートされた生理的な顎運動時の最大振幅を超えている波形群 (エピソード) を抽出

しており、波形振幅の計算の方法も異なっている。そのため、今回の結果と比較して考察するのは難しかった。被験者は 9 人と少ないが、SB の臨床所見のある被験者を対象とした Ikeda らの研究 [10] では、被験者の波形振幅が 3%MVC 以上の各 events の最大波形振幅の度数分布は、10～14.9%MVC でピークを迎えることが示されている。この研究では、被験者数が少なく、波形の抽出基準が若干異なるが、我々の結果に比較的近い値を示していた。Nishigawa らは、左右両側第一大臼歯部に咬合力を測定するセンサーをとりつけたスプリントを上下に装着することによって夜間就寝時の咬合力を測定しているが、その研究では各筋活動の最大夜間咬合力の平均は 53.1%MVC であることが示されている [25]。このデータは、全被験者 40 人の中央値が 30.0%MVC、平均値が 37.3%MVC、ブラキサーと判定された 28 人の中央値が 31.8%MVC、平均値が 37.0%MVC であった本研究の結果より大きな値であった。Nishigawa らの研究では、被験者は 10 人で質問票により 5 名は現在または過去に SB の既往があり、3 名は顎関節の片側性のクリックを有していた患者で、すべてが SB の臨床診断に該当している訳ではなかった。また、筋電図ではなく咬合力での評価であり、力の測定方法の違いがあるため単純な比較は難しいと考えられた。

本研究では、6～10%MVC といった比較的小さな%MVC に波形の分布が集中しており 100%MVC やそれを超える波形の割合は非常に少ないことが示された。また、被験者ごとの 1 夜のバースト数の平均は 436.43 回、エピソード数の平均は、57.40 回であり、1 晩当たりの総数にしても一般的な食事 1 食分のバースト数 [28] に満たない。これらの知見は、歯や歯周組織、筋、顎関節への SB による負荷は実際には大きくないように解釈されるかもしれない。これについては、SB、特にグライディングタイプの SB の場合は、SB 時の顎運動時に全歯列が接触するのではなく、一部の歯に力が集中する場合が少なくないと考えられる。そのため、波形振幅分布が小さい%MVC 値に集中していても、SB によって歯周組織の破壊、歯の咬耗や破折、歯冠修復物の脱離等のリスクが生じないと言うことはできない。この点に関しては、今後 SB 時の顎運動経路と筋活動の両者のコンビネーションの解明が必要と考えている。

3. 性差について

これまで SB に関する性差については質問票による評価や筋電図検査での SB 波形数による評価に関してのものが報告されている。Maluly らは、一般市民 1042 人に質問票への回答、睡眠時 PSG 検査を施行し、SB の自覚があり PSG でも SB があるとみなされる群と SB の自覚がなく PSG でも SB がないとみなされる群には有意な性差が認められないことを報告している [26]。Points らの研究でも SB には統計学的に有意な性差が認められなかったと報告されている。この研究で

は、18 歳以上の一般市民 1280 人に質問票へ回答し調査を行った [29]. Cavallo らによっても、SB の有病率は性別による有意差は認められなかったことが報告されている [30]. 一方で、Blanco らは口腔顔面痛のある外来患者 1220 人への質問票による評価で、女性の方が SB の有病率が高いと示している [31]. Baba らの筋電図評価では、女性よりも男性の方が SB 筋活動の時間が長く統計学的に有意差があることを報告している [32]. このように、総体的には性差を認めない報告が多いが、一部、性差に言及しているものもあり、完全に解明された状態までは至っていない. 一方、SB の力の大きさに関しての性差の有無を調べた研究はこれまでなかった. 今回の MVC を基準にした相対値での評価では、SB の全波形の波形振幅を%MVC 表示した度数分布には性差は認められなかった. 今回の研究では実際の外来患者を被験者としたため男性 10 名、女性 30 名と人数比に偏りが生じてしまい、男性は 10 名と被験者数が少ないため今後さらに被験者数を増やし検討する必要はあると考えている.

4. 年齢差について

前述の Maluly らの論文では、SB と年齢には有意な関係がないことが報告されている [26]. 一方で若い年齢層の方が SB の有病率が高いとする報告もある [33]. 性差と同じく、年齢との関連性についても、明確な結論は出ていない. 一方、性差と同じく SB の力の大きさに関しての年齢との関係を調べた研究はこれまでなかった. そこで本研究で解析したところ、SB の全波形の波形振幅を%MVC 表示した度数分布には年齢差にも有意差は認められなかった. 今回の研究では、20 代が 7 名、30 代が 7 名、40 代が 16 名、50 代が 4 名、60 代が 6 名となっており各年代の被験者の数が少数となっており、性差と同様こちらにもさらに被験者数を増やし今後解析を行う必要があると考えている.

5. 波形振幅分布の個人差について

今回の研究結果ではほとんどの被験者が、例として提示した被験者 A のように SB 時の波形振幅の度数分布の割合の平均のグラフに近似した度数分布を示した. 一方、例として示した被験者 B のように大きな%MVC 値に分布がシフトしていたものも見られた. 前述のように、これまで筋電図を用いた SB の診断・評価は波形数を用いて行われてきた. しかし、今回提示したような例が存在したことから、SB に対する睡眠時筋電図検査を行う際には、筋電図の波形振幅の度数分布を表示することにより、個々の被験者の SB 時に発揮される力の大きさの評価をより客観的、定量的に行うことができる可能性が示された. そして、本研究の結果で提示した全被験者の度数分布は、評価の指標の一つとして有用と思われた. また、バースト数、エピソード数の分布表示についても、個々の患者の検

査結果が、全体の分布の中のどこに位置するかを認識し、患者の SB 回数の重篤度を把握するのに役立つものと思われる。今回得られたバースト数、エピソード数の度数分布はその指標として役立つものと思われる。

なお、本研究のサンプル数は、これまでの報告に比べて多いものの、まだ、データの蓄積は十分とは言えない。また、菱川らの研究によって、睡眠時筋活動量の%MVC 値の分布には、覚醒時の最大咬合力の個人差も関与していることが示されている [34] ことから、サンプル数のさらなる増加を図るとともに、筋電図波形発現時の咬合力もある程度推定できる方策を確立し、導入することが、今後の課題と考えている。

結論

本研究で、SB の臨床診断を受けた外来患者における咬筋筋電図波形数と波形振幅の度数分布の状態を明らかにした。これまで筋電図を用いた SB の診断・評価は主に波形数が基準閾値を超えるかどうかで行われてきたが、筋電図の波形振幅の度数分布を表示することにより、個々の被験者の SB 時に発揮される力の大きさの評価をより客観的、定量的に行うことができる可能性が示された。また、波形数の分布表示についても、基準閾値を超えるかどうかだけでなく、個々の患者の検査結果が、全体の分布の中のどこに位置するかを認識し、患者の SB 回数の重篤度を把握するのに役立つものと思われた。本研究で得られた各種度数分布の結果はそれらの指標の一つとして有用と思われた。

謝辞

本研究をすすめるにあたり、懇切なるご指導を賜った北海道大学歯学研究院冠橋義歯補綴学教室、山口泰彦教授に謹んで感謝の意を表します。また、本研究に多大なるご協力を頂いた、冠橋義歯補綴学教室、斎藤未来先生、中島利徳先生、前田正名先生、高橋奏多先生、高橋萌先生、北海道大学病院高次口腔医療センター、三上紗季先生、後藤田章人先生に謹んで感謝の意を表します。

本研究に関して、開示すべき利益相反状態はない。

文献

- [1] Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros AG, Kato T, Koyano K, Lavigne GJ, et al. Bruxism defined and graded: an international consensus. *J Oral Rehabil.* 2013;40(1):2-4
- [2] Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T, et al. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *J Oral Rehabil.* 2018;45(11):837-44.
- [3] Bader G, Lavigne G. Sleep bruxism; an overview of an oromandibular sleep movement disorder. REVIEW ARTICLE. *Sleep Med Rev.* 2000;4(1):27-43.
- [4] Carra MC, Huynh N, Fleury B, Lavigne G. Overview on Sleep Bruxism for Sleep Medicine Clinicians. *Sleep Med Clin.* 2015;10(3):375-84, xvi.
- [5] Stuginski-Barbosa J, Porporatti AL, Costa YM, Svensson P, Conti PC. Agreement of the International Classification of Sleep Disorders Criteria with polysomnography for sleep bruxism diagnosis: A preliminary study. *J Prosthet Dent.* 2017;117(1):61-6.
- [6] Jonsgar C, Hordvik PA, Berge ME, Johansson AK, Svensson P, Johansson A. Sleep bruxism in individuals with and without attrition-type tooth wear: An exploratory matched case-control electromyographic study. *J Dent.* 2015;43(12):1504-10.
- [7] Yachida W, Arima T, Castrillon EE, Baad-Hansen L, Ohata N, Svensson P. Diagnostic validity of self-reported measures of sleep bruxism using an ambulatory single-channel EMG device. *J Prosthodont Res.* 2016;60(4):250-7.
- [8] 山口泰彦, 三上紗季, 前田正名, 斎藤未来, 後藤田章人. 睡眠時ブラキシズムに対する睡眠時筋電図検査の保険収載と歯科医療革命. *日本補綴歯科学会誌.* 2021;13(1):28-33.
- [9] Yamaguchi T, Mikami S, Maeda M, Saito T, Nakajima T, Yachida W, et al. Portable and wearable electromyographic devices for the assessment of sleep bruxism and awake bruxism: A literature review. *Cranio.* 2020;1:1-9.
- [10] Ikeda T, Nishigawa K, Kondo K, Takeuchi H, Clark GT. Criteria for the detection of sleep-associated bruxism in humans. *J Orofac Pain.*

- 1996;10(3):270-82.
- [11] Gallo LM, Gross SS, Palla S. Nocturnal masseter EMG activity of healthy subjects in a natural environment. *J Dent Res.* 1999;78(8):1436-44.
 - [12] 松田慎平, 山口泰彦, 三上紗季, 岡田和樹, 後藤田章人, 渡辺一彦. 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. *顎機能誌.* 2010;17(1):29-37.
 - [13] Lavigne GJ, Rompré PH, Poirier G, Huard H, Kato T, Montplaisir JY. Rhythmic masticatory muscle activity during sleep in humans. *J Dent Res.* 2001;80(2):443-8.
 - [14] Maeda M, Yamaguchi T, Mikami S, Yachida W, Saito T, Sakuma T, et al. Validity of single-channel masseteric electromyography by using an ultraminiature wearable electromyographic device for diagnosis of sleep bruxism. *J Prosthodont Res.* 2020;64(1):90-7.
 - [15] AASM. Sleep related bruxism: the international classification of sleep disorders. (Diagnostic and coding manual). 2nd ed. Westchester: American Academy of Sleep Medicine; 2005. p.189-92.
 - [16] Yamaguchi T, Mikami S, Saito M, Okada K, Gotouda A. A newly developed ultraminiature wearable electromyogram system useful for analyses of masseteric activity during the whole day. *J Prosthodont Res.* 2018;62(1):110-5.
 - [17] 高橋萌, 山口泰彦, 三上紗季, 斎藤未来, 中島利徳, 前田正名. 令和2年度日本補綴歯科学会東北・北海道支部学術大会 プログラム・抄録集 P27
 - [18] Lavigne GJ, Rompré PH, Montplaisir JY. Sleep bruxism: validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. *J Dent Res.* 1996;75(1):546-52.
 - [19] American Academy of Sleep Medicine. International classification of sleep disorders. 3rd ed. IL: American Academy of Sleep Medicine; 2014
 - [20] Miettinen T, Myllymaa K, Hukkanen T, Töyräs J, Sipilä K, Myllymaa S. Home Polysomnography Reveals a First-Night Effect in Patients With Low Sleep Bruxism Activity. *J Clin Sleep Med.* 2018;14(8):1377-86.
 - [21] Hasegawa Y, Lavigne G, Rompré P, Kato T, Urade M, Huynh N. Is there a first night effect on sleep bruxism? A sleep laboratory

- study. *J Clin Sleep Med*. 2013;9(11):1139-45.
- [22] 佐久間俊光, 山口泰彦, 前田正名, 谷内田渉, 斎藤大嗣, 中村裕信, et al. 睡眠研究室の睡眠ポリグラフ環境下と自宅無拘束環境下での睡眠時咀嚼筋活動の比較. *顎機能誌*. 2019;25(2):114-5.
- [23] 日本歯科医学会. 「筋電計による歯ぎしり検査」に係わる「基本的な考え方」. <https://www.jads.jp/basic/pdf/document-200401-4.pdf>
- [24] Clarke NG, Townsend GC, Carey SE. Bruxing patterns in man during sleep. *J Oral Rehabil*. 1984;11(2):123-7.
- [25] Nishigawa K, Bando E, Nakano M. Quantitative study of bite force during sleep associated bruxism. *J Oral Rehabil*. 2001;28(5):485-91.
- [26] Maluly M, Andersen ML, Dal-Fabbro C, Garbuio S, Bittencourt L, de Siqueira JT, et al. Polysomnographic study of the prevalence of sleep bruxism in a population sample. *J Dent Res*. 2013;92(7 Suppl):97S-103S.
- [27] 三上紗季, 山口泰彦, 岡田和樹, 後藤田章人, 松田慎平. 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(2):121-30.
- [28] 渡辺一彦, 山口泰彦, 後藤田章人, 岡田和樹, 三上紗季, 菱川龍樹. 超小型ウェアラブル筋電図測定システムを用いた無拘束終日咬筋筋活動解析. *顎機能誌*. 2013;19(2):125-36.
- [29] Pontes LDS, Prietsch SOM. Sleep bruxism: population based study in people with 18 years or more in the city of Rio Grande, Brazil. *Rev Bras Epidemiol*. 2019;22:e190038.
- [30] Cavallo P, Carpinelli L, Savarese G. Perceived stress and bruxism in university students. *BMC Res Notes*. 2016;9(1):514.
- [31] Blanco Aguilera A, Gonzalez Lopez L, Blanco Aguilera E, De la Hoz Aizpurua JL, Rodriguez Torronteras A, Segura Saint-Gerons R, et al. Relationship between self-reported sleep bruxism and pain in patients with temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil*. 2014;41(8):564-72.
- [32] Baba K, Haketa T, Sasaki Y, Ohyama T, Clark GT. Association between masseter muscle activity levels recorded during sleep and signs and symptoms of temporomandibular disorders in healthy young adults. *J Orofac Pain*. 2005;19(3):226-31.
- [33] Wetselaar P, Vermaire EJH, Lobbezoo F, Schuller AA. The prevalence of awake bruxism and sleep bruxism in the Dutch adult population.

J Oral Rehabil. 2019;46(7):617-23.

- [34] 菱川龍樹, 山口泰彦, 斎藤未来, 三上紗季, 後藤田章人, 岡田和樹. 睡眠時ブラキシズムの筋電図% MVC 表示と最大咬合力の関係. 顎機能誌. 2013;19(2):111-24.

表 1 咬筋筋電図波形振幅の各被験者の平均値を目的変数，性別，年齢を説明変数として行った重回帰分析の結果

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	偏相関係数	F値	P値
定数項	28.5315	16.4736	28.5315		2.9997	0.0916
性別 (女性0, 男性1)	-7.2101	10.6143	-0.1117	-0.1110	0.4614	0.5012
年齢	0.2496	0.3572	0.1149	0.1141	0.4882	0.4891

臨床診断基準(AとBを満たすこと)

A. 睡眠時の歯ぎしり音あるいは歯のくいしばりの訴え, あるいは自覚を有する.

B. 以下の項目のうち1項目以上認めるものとする.

(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

図1 SBの臨床診断基準



図2 超小型ウェアラブル筋電計

FLA-500-SD (株式会社フルサワラボ・アプライアンス)



図3 ウェアラブル筋電計による睡眠時咬筋筋活動の測定方法

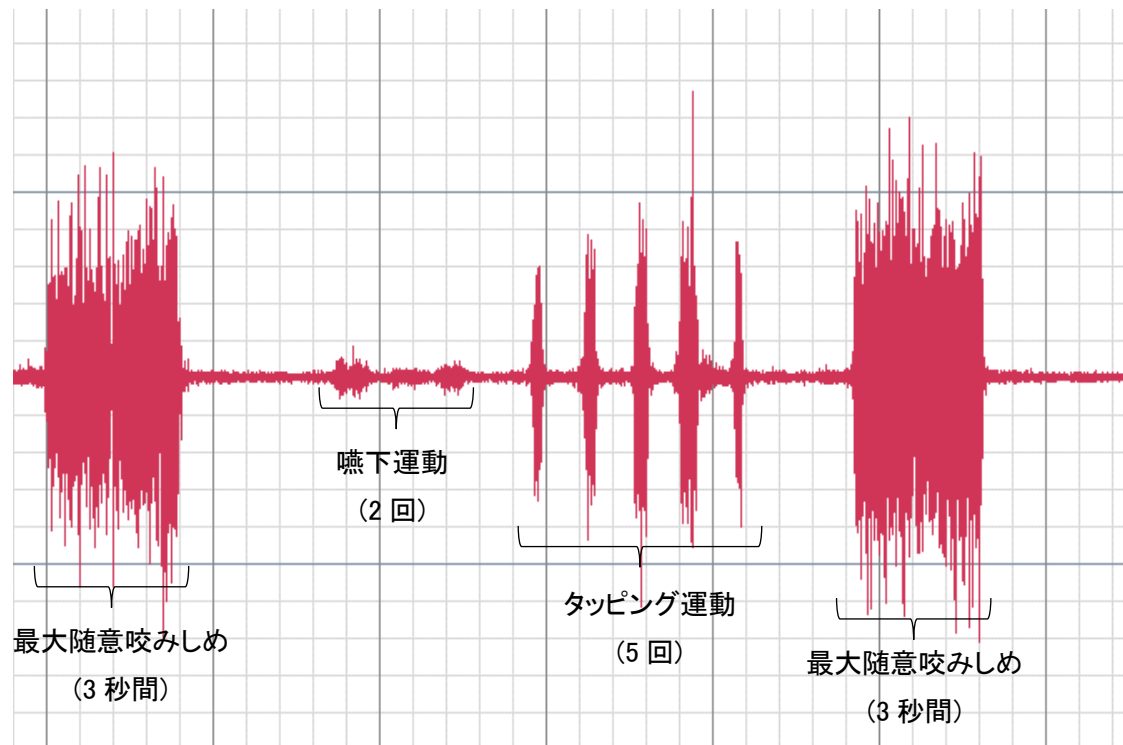


図 4 基本動作の筋電図波形

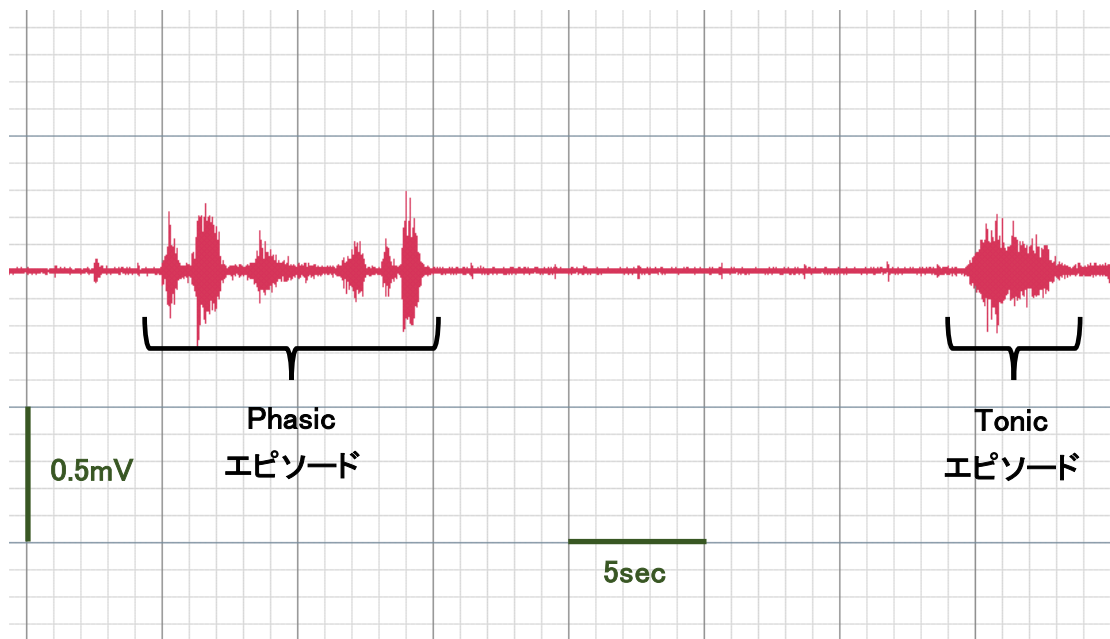


図 5 Phasic エピソードと tonic エピソードの筋電図波形の例

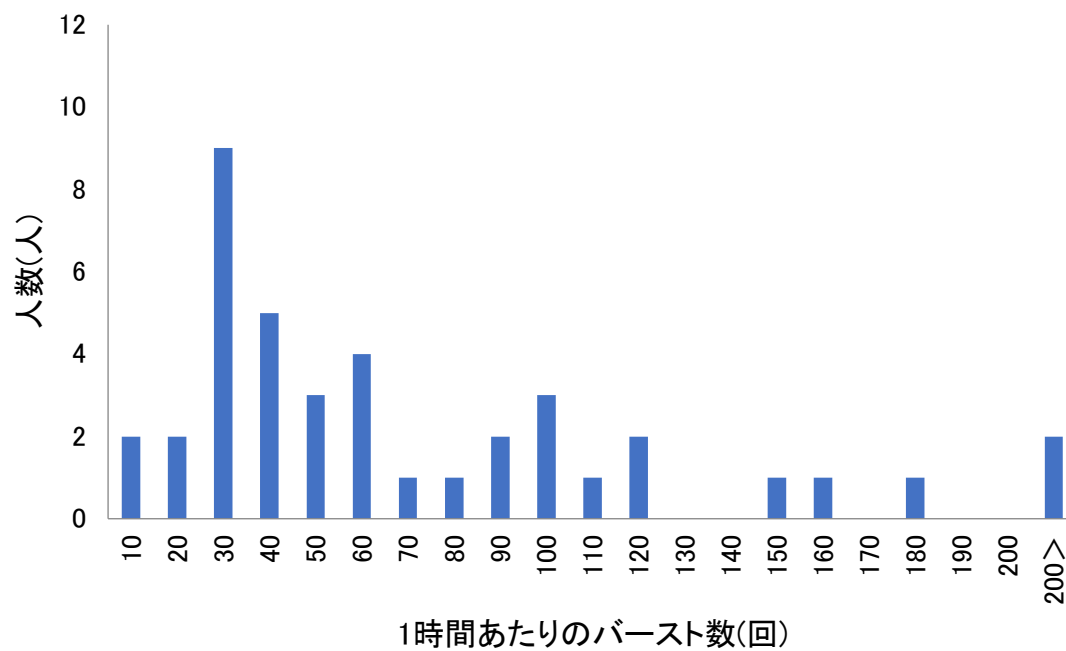


図6 睡眠1時間あたりのバースト数の度数分布
横軸：1時間あたりのバースト数(回)，縦軸：人数(人)

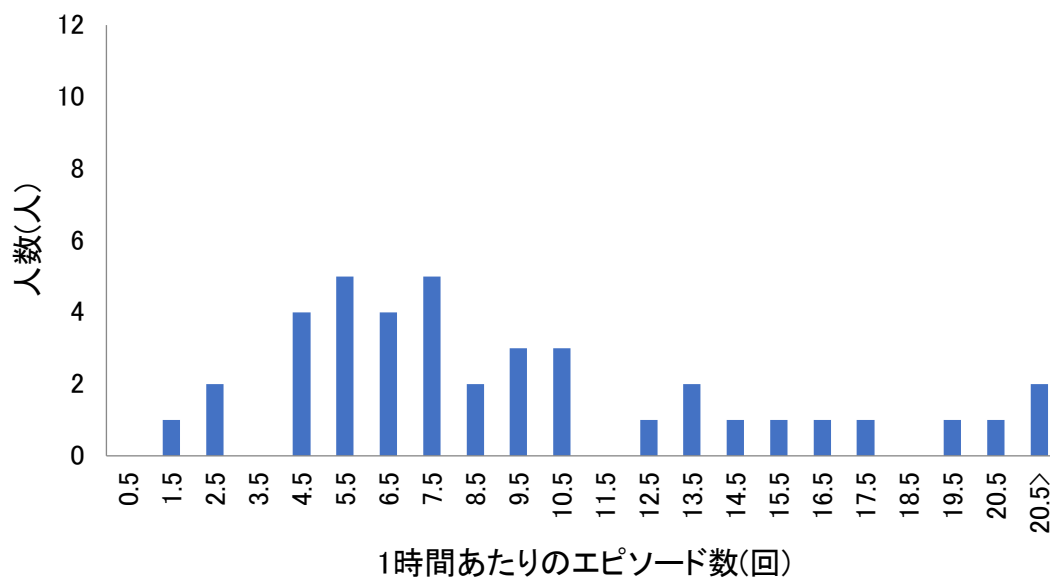


図7 睡眠1時間あたりのエピソード数の度数分布
横軸：1時間あたりのエピソード数(回)，縦軸：人数(人)

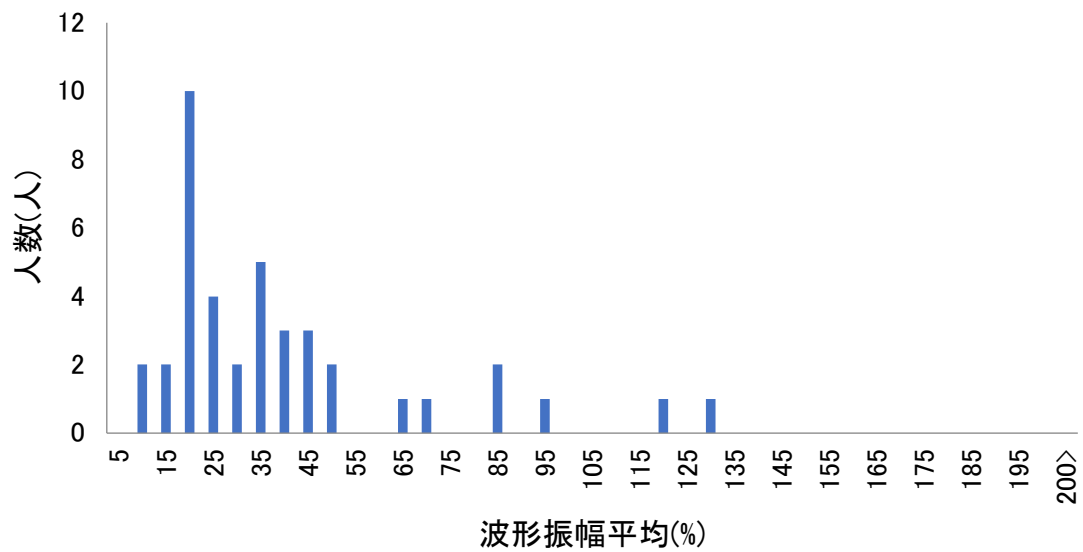


図 8 被験者ごとの波形振幅平均の度数分布
横軸：波形振幅平均 (%), 縦軸：人数 (人)

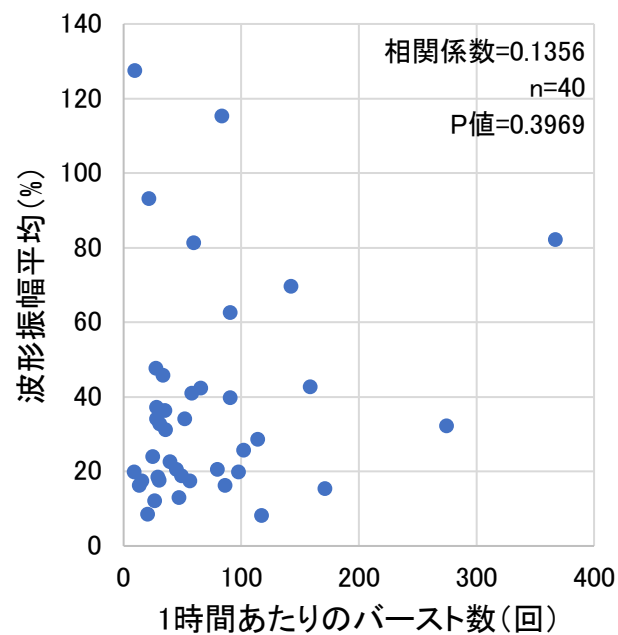


図 9 1 時間あたりのバースト数と波形振幅平均の散布図とスピアマンの順相関係数の検定の結果
横軸：1 時間あたりのバースト数 (回), 縦軸：波形振幅平均 (%)

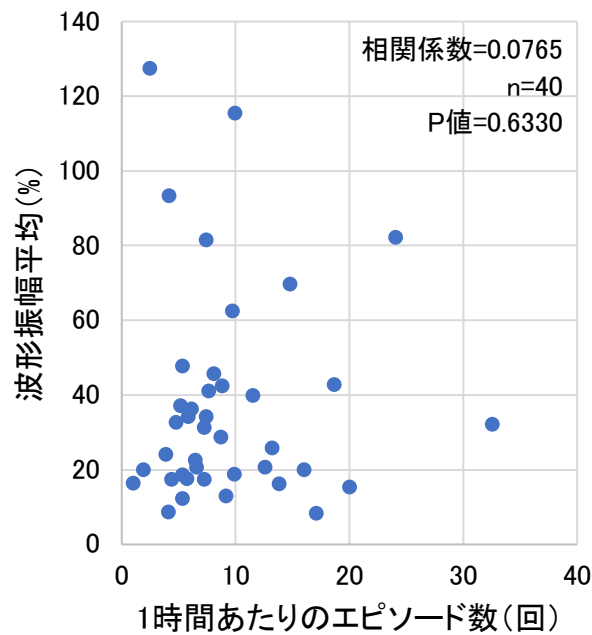


図 10 1 時間あたりのエピソード数と波形振幅平均の散布図とスピアマン順位相関係数の検定の結果

横軸：1 時間あたりのエピソード数(回)，縦軸：波形振幅平均(%)

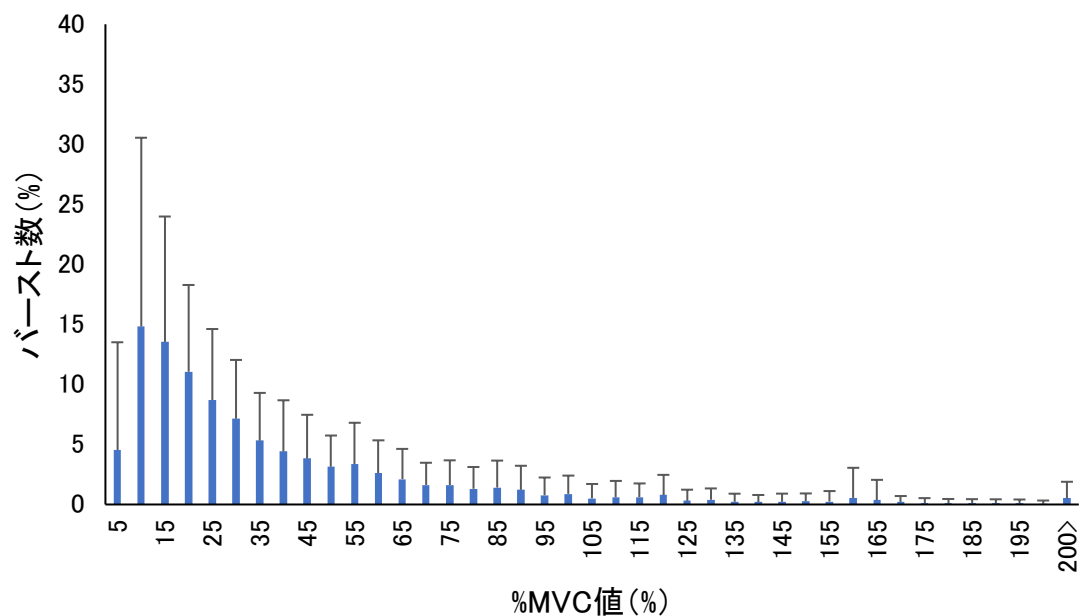


図 11 被験者 40 人の全バースト波形振幅の各階級における平均の度数分布
横軸：%MVC 値(%)，縦軸：バースト数(%)

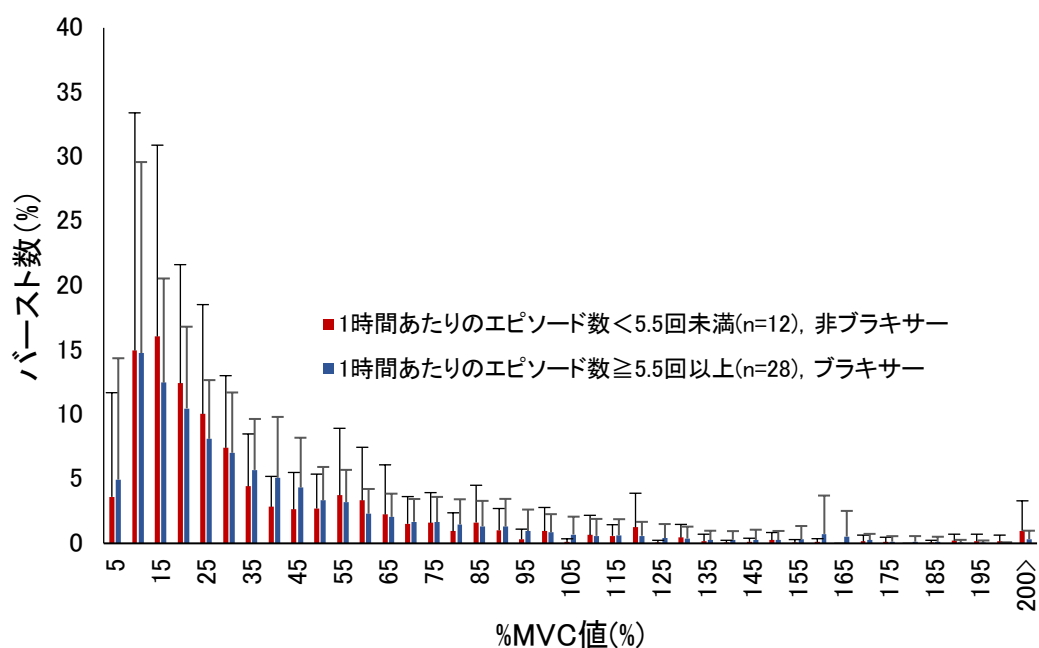


図 12 1時間あたりのエピソード数による全バースト波形振幅の各階級における平均の度数分布の比較
横軸：%MVC 値(%), 縦軸：バースト数(%)

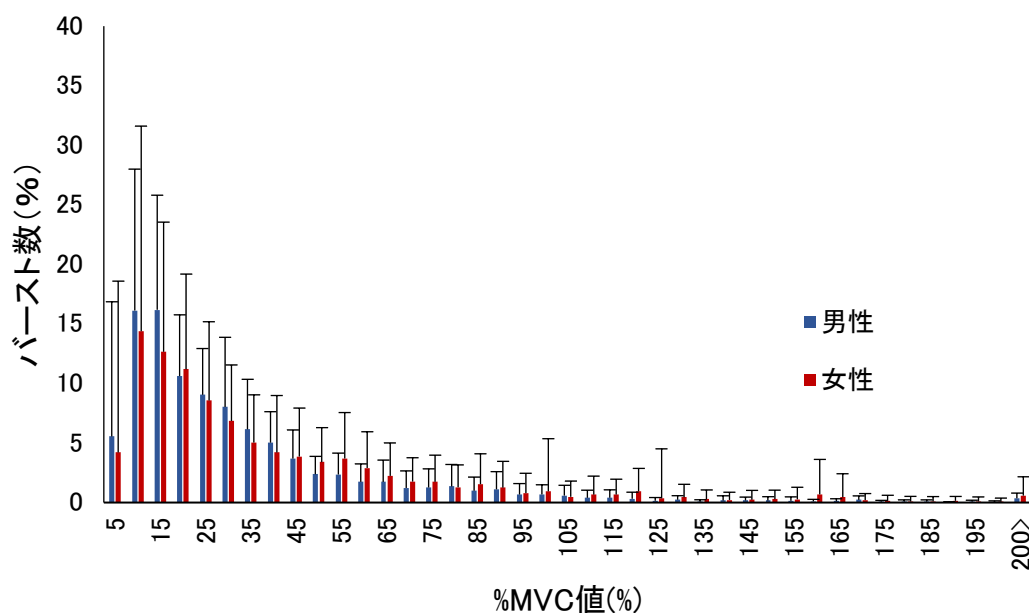


図 13 性別による全バースト波形振幅の各階級における平均の度数分布の比較
横軸：%MVC 値(%), 縦軸：バースト数(%)

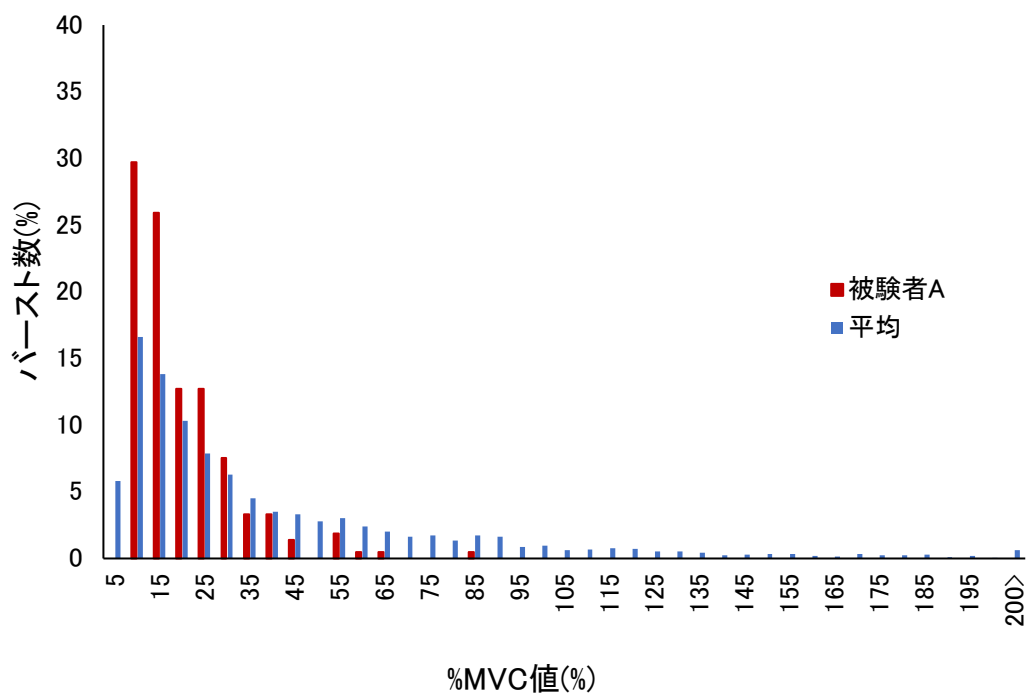


図 14 被験者 A の全バースト波形振幅の各階級における平均の度数分布
横軸：%MVC 値(%), 縦軸：バースト数(%)

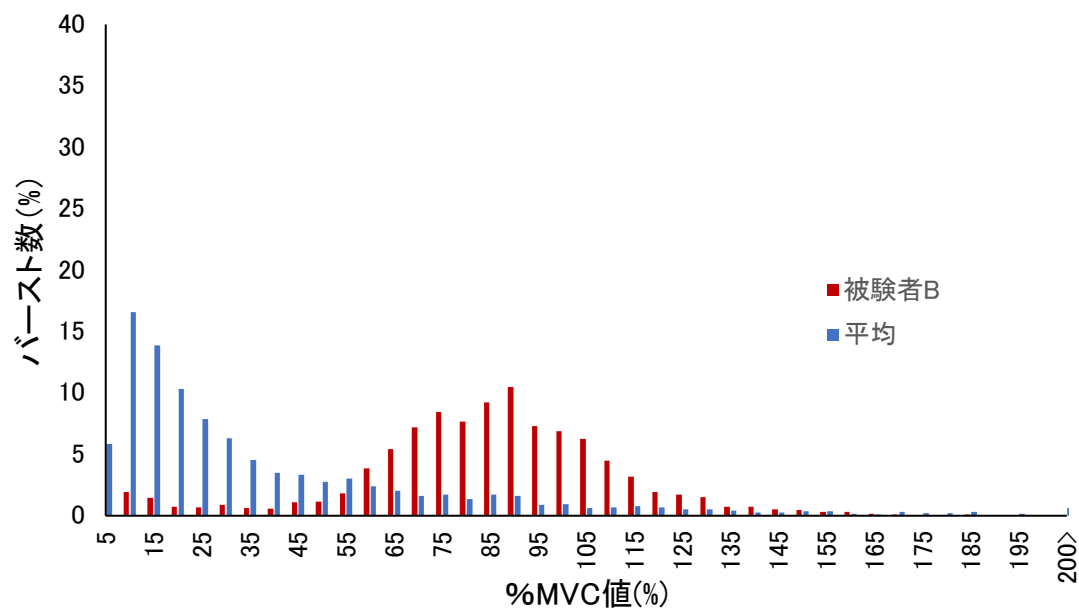


図 15 被験者 B の全バースト波形振幅の各階級における度数分布
横軸：%MVC 値(%), 縦軸：バースト数(%)

英文

Title

Frequency distribution of electromyography waveform amplitude and waveform number of masseter muscle during sleep in patients with clinical diagnosis of sleep bruxism

Abstract

In clinical practice, sleep bruxism (SB) has been diagnosed and evaluated based on such as gnashing noise and tooth attrition, but the assessment methods using clinical findings has a drawback of having poor objectivity. Electromyography of masticatory muscle during sleep using a wearable EMG device has become possible, and SB became able to be diagnosed and evaluated objectively and quantitatively. EMG assessment for SB has been conducted mainly based on the number of EMG waveforms whose size and duration exceed a certain threshold. In some studies, distribution of magnitude (amplitude) of waveforms exceeding a certain threshold was also reported, but very few showed results of analysis on the overall the waveform. Therefore, this study aimed to clarify the distribution of the amplitude of SB bursts and the frequency of SB emergences in the entire EMG waveform during sleep measured by the wearable EMG device. Additionally, we aimed to examine possibility of the distribution analyses as an index for evaluating magnitude of force during SB and severity of number of SB emergences.

The subjects were 40 outpatients who received a clinical diagnosis of SB. Masseteric activity during sleeping was measured at home using an ultra-compact wearable EMG FLA-500-SD (Furusawa Lab Appliance Co., Ltd.). EMG analysis conditions were as follows: threshold for burst extraction was set at least twice the baseline and less than 300% MVC, and the burst duration was set at 0.25 seconds or more and less than 60 seconds.

In the frequency distribution of the number of burst/h for each subject, the class of distribution of 20/h or more and less than 30/h was the most, to which 9 subjects belonged. The mean value of waveform amplitudes of 28 bruxer subjects with the number of episodes/h being 5.5 or more and 12 non bruxer subjects with the number of episodes/h being less than 5.5 were 37.0% MVC and the 38.0% MVC, respectively, and no significant

difference was observed between the values of the two groups. In the frequency distribution of the average waveform amplitude of each subject, 15% MVC or more and less than 20% MVC was the most, to which 10 subjects corresponded. The frequency distribution of the waveform amplitudes of all bursts in 40 subjects tended to peak at 6-10% MVC, and then tended to gradually decrease. Most subjects showed a frequency distribution similar to the average graph of the frequency distribution of waveform amplitudes in SB, but some subjects had a shift to larger % MVC value.

Based on the results of this study, it was suggested the magnitude of the force exerted during the SB of each subject can be more objectively and quantitatively evaluated by displaying the frequency distribution of the EMG waveform amplitude when performing sleep EMG analysis for SB. Also, regarding the distribution display of the number of bursts and the number of episodes, it was thought to be helpful to recognize where the results of individual patients are located in the overall distribution and to grasp the severity of the number of SBs of patients. The frequency distribution obtained in the present study was considered to be useful as one of the indicators for such SB evaluation.