



Title	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ブラキシズム発現数の比較
Author(s)	佐久間, 俊光
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第13850号
Issue Date	2020-03-25
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/doctoral.k13850">https://doi.org/10.14943/doctoral.k13850</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/84698">https://hdl.handle.net/2115/84698</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Toshimitsu_Sakuma.pdf



# 博士論文

---

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  
ブラキシズム発現数の比較

---

令和2年3月申請

北海道大学  
大学院歯学研究科口腔医学専攻

佐久間 俊光

## 抄録

睡眠時ブラキシズム (SB) は歯ぎしりやくいしばりに特徴づけられた反復性の筋活動である。SB の臨床の場における診断は、現状では、問診による本人の自覚やスリープパートナーの指摘、咀嚼筋の疲労や疼痛の自覚の確認、咬耗などの臨床所見に委ねられるが、それらの評価方法は客観性に乏しく、正診率も十分とは言い難い。SB の客観的測定法である咀嚼筋筋電図検査は、大きく、携帯型筋電計、睡眠ポリグラフ (PSG) の二種類に分けられる。PSG に音声・ビデオ (AV) を併用した PSG-AV が現在最も信頼性が高く、SB 診断におけるゴールドスタンダードだとされている。しかしながら、その煩雑性により、実際の臨床での SB 診断への導入はほとんどされていないのが現状である。また、慣れない測定場所や複雑なセンサーの貼付という測定環境が本来のブラキシズムの発現と異なった結果をもたらす可能性が指摘されている。

そこで、本研究では、慣れた自宅無拘束環境下と睡眠研究室 PSG-AV 環境下における SB 発現数は異なるのではないかと仮説のもと、同一被験者においてコードレスウェアラブル筋電計を用いた被験者自宅での咀嚼筋筋活動測定と、睡眠研究室での PSG-AV を用いた咀嚼筋筋活動測定を行い、両者の関係を検証した。

被験者は SB を有する健常者 20 名である。SB の臨床的診断基準は American Academy of Sleep Medicine (AASM) の International classification of sleep disorders (ICSD-2) を参考にした。

測定は自宅及び研究室にあるシールドルームにて行った。自宅での測定では、超小型ウェアラブル筋電計を主咀嚼側 (右側 14 名、左側 6 名) 咬筋相当部に貼付し、筋電図を測定した。研究室での測定では PSG-AV の測定を行い、それと並行して咀嚼筋筋電図測定は自宅での測定と同様に、超小型ウェアラブル筋電計を主咀嚼側咬筋に貼付し測定した。半数の被験者は、1 日目に自宅測定、2 日目に睡眠研究室測定とし、残りの半数はその逆の順序とした。どちらの順序にするかは無作為に決定した。

振幅が基線振幅の 2 倍以上、波形持続時間 0.08 秒以上、波形間隔 0.08 秒以上の条件で波形を抽出し、その中から、基線振幅の 2 倍以上、最大振幅の %MVC 表示 (波形振幅を最大随意咬みしめ (maximum voluntary clenching, MVC) の振幅で除した値) が 5%, 10%, 20%MVC 以上の各振幅条件で 0.25 秒以上持続する筋活動波形をブラキシズム burst として抽出した。ブラキシズム burst の集合体をブラキシズム episode とし、以下の定義に従い抽出した。振幅が基線 2 倍以上であり、波形持続時間 0.25 秒以上のものを抽出し、3 回以上の burst があ

り各 burst が 0.25 秒以上 2.0 秒未満持続した波形群を phasic episode, 1 回の burst が 2 秒以上持続した波形群を tonic episode, phasic 及び tonic episode の両方から成る mixed episode とした. なお, 3 秒以内の間隔で隣接して発現しているものは 1 つの episode とした. 以上の項目を睡眠時間にて除し, 各被験者における 1 時間あたりのブラキシズム波形数 (burst 数, episode 数) を算出した. そして, 各被験者の自宅と研究室における 1 時間あたりのブラキシズム burst 数と episode 数を比較した. また, 自宅, 研究室関係なしに 1 日目測定日, 2 日目測定日間についても比較した.

その結果, 全ての波形抽出条件において, 研究室 PSG-AV 環境下での測定では, 自宅無拘束環境下と比較し, 有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ ). 一方, 1 日目測定日, 2 日目測定日間の間では, 何れの波形抽出条件においても両者の間に有意な差は認められなかった ( $p > 0.05$ ).

双方のブラキシズム波形数に有意な差がでた原因の一つとして, 自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の測定時に被験者の睡眠段階に差が存在し, その差が影響を及ぼした可能性が考えられる. 本研究における自宅での測定は, ウェアラブル筋電計のみを使用しているため, 睡眠効率や睡眠ステージに関しては自宅での推測の域を超えることはできないが, 研究室 PSG-AV 環境下とは違う推移をしている可能性も考えられ, ブラキシズム波形数の差への睡眠の質の差の影響は, 今のところ否定できるものではない.

我々が知る限り, 自宅無拘束環境下及び研究室 PSG-AV 環境下でのブラキシズム波形数を定量的に解析し, 比較した研究は本研究が初めてである. 本研究による比較の結果, 自宅無拘束環境下では, 現在ゴールドスタンダードと呼ばれている研究室 PSG-AV 環境下よりも有意に多くのブラキシズム波形が発現することが明らかとなった. 本研究で, 自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の測定で有意な差が認められたことから, ブラキシズム発現には測定環境が影響する可能性が示された. ブラキシズムの筋電図波形数の評価に際しては, 自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下という測定環境の違いも考慮に入れて, 得られた測定数値を解釈する必要があることが示唆された.

**キーワード** : 睡眠時ブラキシズム, ウェアラブル筋電計, 睡眠ポリグラフ, 睡眠研究室, 睡眠環境

## 緒言

睡眠時ブラキシズム (SB) は歯ぎしりやくいしばりに特徴づけられた反復性の筋活動であり<sup>1)</sup>、歯の咬耗や破折<sup>2)</sup>、歯周組織の破壊<sup>3)</sup>、顎関節症<sup>4,5)</sup>、歯冠修復物の脱離<sup>6)</sup>等の様々な歯科疾患のリスクファクターとして危惧されている。これまで、SB の発現と交感神経活動の亢進や睡眠状態、さらには遺伝的な要因<sup>7-9)</sup>との関連性について研究が進められてきた。しかし、その実態や発現メカニズムには依然として不明な点が多い。

SB の臨床の場における診断は、現状では、問診による本人の自覚やスリープパートナーの指摘、咀嚼筋の疲労や疼痛の自覚の確認、咬耗などの臨床所見に委ねられるが、それらの評価方法は客観性に乏しく、正診率も十分とはいえない<sup>10-13)</sup>。

SB の客観的測定法である咀嚼筋筋電図検査としては、大きく、携帯型筋電計と睡眠ポリグラフ (PSG) の二種類に分けられ、PSG に音声・ビデオ (AV) を併用した PSG-AV が現在最も信頼性が高く、SB 診断におけるゴールドスタンダードだとされている<sup>14)</sup>。PSG-AV は、脳波、眼電図、オトガイ部の筋電図を測定することで睡眠ステージを判定し、筋電図を咀嚼筋相当部に貼付することにより、SB に関わる口腔顔面筋活動を測定することが可能であり、睡眠関連の生理学的事象を定量的に把握することができる。また AV 情報の追加により、SB 以外の口腔顔面筋活動を判別することが可能である。しかしながら、その煩雑性により、実際の臨床での SB 診断への導入はほとんどされていないのが現状である。過去の研究より、ブラキシズムと心理的要因の関係が推測されている<sup>15-20)</sup>。そのため、慣れない測定場所や複雑なセンサーの貼付という測定環境が、本来の自宅での SB の発現と異なった結果をもたらす可能性が推測されている。測定場所に関しては、これまでも携帯型筋電計や簡易 PSG を用いた自宅における睡眠時咀嚼筋筋活動を測定した報告はされている<sup>21-29)</sup>。しかしながら、それらの装置もコードにてつながっており、完全な無拘束とは言えず、違和感などによる心理的な影響が懸念された。そこで我々は超小型コードレス筋電計<sup>30-32)</sup>やウェアラブル筋電計<sup>30, 33-35)</sup>の開発を行い、それを使用することにより自宅無拘束下にて咀嚼筋活動を測定し、より自然に近い状態での SB の発現を測定することに成功している。

上述のようにブラキシズムと、心理的要因の関係が推測され、慣れない測定場所や複雑なセンサーの貼付という測定環境が、本来の SB の発現と異なった結果をもたらす可能性が推測されてはいるものの、同一被験者で宿泊 PSG 検査と自宅での筋電図検査による SB の発現数を比較した研究は、有線の携帯型筋電計、無拘束ウェアラブル筋電計ともにこれまでなされていないため、実際に PSG 検査の研究室での宿泊や複雑なセンサーの貼付が SB の発現数

に及ぼす影響は明らかではない。

そこで、本研究では、慣れた自宅無拘束環境下と睡眠研究室 PSG-AV 環境下における SB 発現数は異なるのではないかと仮説のもと、同一被験者においてコードレスウェアラブル筋電計を用いた被験者自宅での咀嚼筋筋活動測定と、睡眠研究室での PSG-AV を用いた咀嚼筋筋活動測定を行い、両者の関係を検証した。

## 方法

### 1. 被験者

被験者は SB を有するボランティアの健常者 20 名（男性 12 名，女性 8 名，平均年齢 21.9 歳（標準偏差，SD：1.8 歳））である。

SB の臨床的診断基準は American Academy of Sleep Medicine (AASM) の International classification of sleep disorders (ICSD-2) の基準<sup>36)</sup>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 つ以上を認めるものとした。

被験者は、20 歯以上を有する者とし、レジン充填やインレー等の修復物，及びクラウンやブリッジ等の固定性補綴装置を装着している者は含めたが、可撤性有床義歯を装着している者，矯正治療中の者，ブラキシズムの原因となる可能性のある疾患を有する者，あるいは原因となる可能性のある薬剤を服用している者は除外した。

なお、本研究は北海道大学病院の歯学研究院臨床・疫学研究倫理審査委員会の承認（承認番号：2016 第 1 号）（承認番号：2018 第 5 号）を得ており，被験者に対し，研究参加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

測定は自宅及び研究室内にあるシールドルームにて行った。自宅での測定では，超小型ウェアラブル筋電計 FLA-500-SD（フルサワ・ラボ・アプライアンス）（図 1）を主咀嚼側（右側 14 名，左側 6 名）咬筋相当部に貼付し，筋電図を測定した。入眠及び起床のタイミングは被験者の自由とした。入眠前と起床後に最大随意咬みしめ (maximum voluntary clenching, MVC) を行い，その間を睡眠時間として抽出した。飲酒や睡眠薬等の内服は控えるよう指導した。

研究室での測定では音声・ビデオ付きポリソムノグラフィ (PSG-AV) Alice6（フィリップ

ス・レスピロニクス合同会社) (以下, PSG-AV) を用い, 脳波, 眼電図, オトガイ筋電図, 下肢筋電図, 心電図, いびきセンサー, 体位センサーの7項目の測定を行い, それと並行し咀嚼筋筋電図測定は自宅での測定と同様に, FLA-500-SD (フルサワ・ラボ・アプライアンス) を主咀嚼側咬筋に貼付し測定した (図2).

シールドルームにはベッドを設置し, 入眠前の室温, 明るさ等の睡眠環境への配慮を行った. 測定時間は6時間以上とし, 入眠のタイミングは被験者の自由とし, 起床時刻は午前6時とした. 入眠前と起床後に最大随意咬みしめ (maximum voluntary clenching, MVC) を行った. 睡眠時間は消灯から翌朝の点灯までとした.

半数の被験者は, 1日目に自宅測定, 2日目に睡眠研究室測定とし, 残りの半数はその逆の順番とした. どちらの順番にするかは無作為に決定した.

### 3. データ解析方法

解析は自宅及び研究室における筋電図データを対象として行った. 記録されたデータは chart8 (ADInstruments) を用いて波形解析を行った. 筋電図波形はハイパスフィルタ 20Hz, 絶対値化後, 平滑化 101 ポイント (0.1s) で処理した<sup>33,37)</sup>. 睡眠前後に行った最大随意咬みしめのうち振幅が最大の波形を各被験者における MVC 波形とした.

まず, 振幅が基線振幅の2倍以上, 波形持続時間 0.08 秒以上, 波形間隔 0.08 秒以上の条件で波形を抽出し, その中から, 基線振幅の2倍以上, 最大振幅の%MVC 表示 (波形振幅を MVC 振幅で除した値) が 5%, 10%, 20%MVC 以上の各振幅条件で 0.25 秒以上持続する筋活動波形をブラキシズム burst として抽出した<sup>33,38)</sup>

次に, ブラキシズム burst 波形の集合体をブラキシズム episode とし, 以下の定義に従い抽出した. 振幅が基線 2 倍以上であり, 波形持続時間 0.25 秒以上のものを抽出し, 3 回以上の burst があり各 burst が 0.25 秒以上 2.0 秒未満持続した波形群を phasic episode, 1 回の burst が 2 秒以上持続した波形群を tonic episode, phasic 及び tonic episode の両方から成る mixed episode とした. なお, 3 秒以内の間隔で隣接して発現しているものは 1 つの episode とした.

以上の項目を睡眠時間にて除し, 各被験者における 1 時間あたりのブラキシズム波形数 (burst 数, episode 数) を算出した.

### 4. 統計解析

各被験者の自宅及び研究室における 1 時間あたりのブラキシズム burst 数, 及び episode 数を比較した. 統計解析にはエクセルアドインソフト Statcel3 (オーエムエス出版) を用

い、解析対象項目の正規性の有無に合わせて、対応のある t 検定、ウィルコクソンの符号付順位和検定の何れかを行った。有意水準は5%とした。また、自宅、研究室関係なしに1日目測定日、2日目測定日間についても比較した。

## 結果

### 1. 自宅及び研究室におけるブラキシズム burst 数の比較

被験者ごとの自宅及び研究室における基線 2 倍以上、5%MVC 以上、10%MVC 以上、20%MVC 以上のブラキシズム burst 数の値を図 3, 4 に示す。基線 2 倍以上の burst 数では平均値が自宅での測定が 75.4 回/h に対し研究室での測定が 47.4 回/h と約 1.6 倍多く、最大値は自宅が 264.5 回/h、研究室が 102.8 回/h。最小値は自宅が 22.4 回/h、研究室が 18.1 回/h。中央値は自宅が 63.23 回/h、研究室が 44.83 回/h であった。5%MVC 以上の burst 数では、平均値が自宅での測定が 63.8 回/h に対し研究室での測定が 35.9 回/h と 1.8 倍多く、最大値は自宅が 237.5 回/h、研究室が 78.5 回/h、最小値は自宅が 22.4 回/h、研究室が 12.3 回/h、中央値は自宅が 43.3 回/h、研究室が 30.2 回/h であった。10%MVC 以上の burst 数では、平均値が自宅での測定が 48.5 回/h に対し研究室での測定が 21.5 回/h と 2.3 倍多く、最大値は自宅が 187.4 回/h、研究室が 63.2 回/h、最小値は自宅が 13.6 回/h、研究室が 3.67 回/h、中央値は自宅が 29.5 回/h、研究室が 15.5 回/h であった。20%MVC 以上の burst 数では、平均値が自宅での測定が 26.3 回/h に対し研究室での測定が 9.8 回/h と 2.7 倍多く、最大値は自宅が 79.6 回/h、研究室が 40.0 回/h、最小値は自宅が 5.25 回/h、研究室が 0.0 回/h、中央値は自宅が 9.58 回/h、研究室が 7.08 回/h であった。

全ての条件において、研究室 PSG-AV 環境下での測定では、自宅無拘束環境下と比較し、有意に低い値を示した（ウィルコクソン符号順位和検定、 $p < 0.05$ ）。

### 2. 自宅及び研究室におけるブラキシズム episode 数の比較

被験者ごとの自宅及び研究室における基線 2 倍以上のブラキシズム episode 数の値を図 5 に示す。

基線 2 倍以上の episode 数では平均値が自宅での測定が 10.2 回/h に対し研究室での測定が 7.4 回/h と約 1.4 倍多く、最大値は自宅が 24.3 回/h、研究室が 13.4 回/h。最小値は自宅が 4.2 回/h、研究室が 1.7 回/h。中央値が自宅が 63.23 回/h、研究室が 44.83 回/h であった。

ブラキシズム burst 数同様、ブラキシズム episode 数においても、研究室 PSG-AV 環境下

での測定では、自宅無拘束環境下と比較し、有意に低い値を示した（対応のある t 検定,  $p < 0.05$ ）。

### 3. 1日目測定と2日目測定の比較

全被験者の1日目の測定データと2日目の測定データを比較したところ、基線2倍以上、5%MVC以上、10%MVC以上、20%MVC以上のブラキシズム burst 数（ウィルコクソン符号順位和検定）、基線2倍以上のブラキシズム episode 数（対応のある t 検定）、何れにおいても両者の間に有意な差は認められなかった（ $p > 0.05$ ）（図6-8）。

## 考察

我々が知る限り、自宅無拘束環境下及び研究室 PSG-AV 環境下でのブラキシズム波形数を定量的に解析し、比較した研究は本研究が初めてである。そして、本研究による比較の結果、自宅無拘束環境下では、現在ゴールドスタンダードと呼ばれている研究室 PSG-AV 環境下よりも有意に多くのブラキシズム波形が発現することが明らかとなった。

睡眠時のブラキシズムエピソードの波形振幅に関しては、世界的な基準である AASM の基準<sup>14)</sup>、PSG-AV を使用した論文<sup>39,40,41)</sup>など、最近では基線2倍を閾値として、2倍以上の波形を抽出しているものが多い。本論文では、それを参考にブラキシズムエピソードの抽出には基線2倍を閾値とした。ブラキシズムバースト数については、最近の論文では基線2倍以上や5%MVC以上など比較的低い振幅閾値で波形を抽出した方が、SB診断のゴールドスタンダードである PSG-AV によるブラキシズムエピソード数の結果との相関は高いことが明らかになっている<sup>35)</sup>。本論文では、基線2倍以上や5%MVC以上に加えて、波形振幅が10%MVC以上、20%MVC以上での抽出も行った。これは、自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下での測定環境の影響が、波形の大きさにより異なるかどうかを確認するためであった。しかし、波形振幅10%MVC以上、20%MVC以上と比較的大きな波形に絞った場合でも、自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の間には差が認められ、自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の環境の差が発現波形数に及ぼす影響は、一部の大きさのブラキシズム波形にだけ限定されるものではない可能性が高いものと考えられた。

過去の PSG の研究では、ブラキシズム発現への第一夜効果は全ての被験者に当てはまるものではなく、第一夜効果は明らかなものではないという報告がある<sup>42)</sup>。一方、最近の自宅用 PSG を用いた研究では、軽症のブラキサーにおいては、1夜目より2夜目か3夜目の発現数が大きいことが示されている<sup>43)</sup>。そのため、自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の測

定順序の影響を可及的に取り除くために、被験者の半数は、測定1日目を自宅無拘束環境下、2日目を研究室 PSG-AV 環境下、残りの半分はその逆とした。その結果、測定1日目と2日目の間で有意な差は認められなかった。本研究では、測定1日目と2日目で測定場所や環境が異なっているので、本研究の測定1日目と2日目の比較結果が単純に第1夜効果を否定できるものではないが、少なくとも、本研究の自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の測定結果の違いは、第1夜効果に左右されるほど僅かなものではないと考えられた。

今回、双方のブラキシズム波形数に有意な差がでた原因の一つの可能性として、睡眠の質の差が考えられる。一般的にブラキシズムはノンレム睡眠のステージ3の深い眠りから、眠りが浅くなってきたノンレム睡眠のステージ1,2の段階で発生することが多いとされている<sup>8,44)</sup>。そのため、本研究の自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の測定時に被験者の睡眠段階に差が存在し、その差がブラキシズム発現数に影響を及ぼした可能性が考えられる。本研究と測定場所、測定装置等、同じ測定条件で PSG-AV 測定を行った Maeda らの研究<sup>35)</sup>では、研究室における睡眠効率 (Sleep efficiency) は平均 87.2% と比較的高いものであった。また Maeda らの論文では、研究室 PSG-AV 環境下での睡眠ステージの分布はステージ1が 8.1%、ステージ2が 45.5%、ステージ3が 29.1%、レムが 17.2% であった。この数値は過去の Lavigne ら<sup>8)</sup>の研究結果やその他の PSG 研究の結果と概ね一致している。また、自宅にて PSG を用い睡眠効率や睡眠ステージを測定した Miettinen 2018 らの研究<sup>43)</sup>ではステージ1が 9.7~10.6%、ステージ2が 44.3~45.4%、ステージ3が 23.2~25.3%、レムが 20.1%~21.9% とされている。これらから、本研究の PSG-AV 環境下での睡眠状態に関しては、今後、詳細に解析予定であるが、従来報告されている PSG 環境下での睡眠状態と大きく離れたものではないことが推測される。一方、自宅での測定については、ウェアラブル筋電計のみを使用しているため、睡眠効率や睡眠ステージに関しては推測の域を超えることはできないが、研究室 PSG-AV 環境下とは違う推移をしている可能性も考えられ、ブラキシズム波形数の差への睡眠の質の差の影響は、今のところ否定できるものではない。その他の原因としては、心理的因子の関連も考えられる。ブラキシズムの発現には、交感神経活動の亢進が伴うことが報告<sup>45)</sup>されていることなどから、ストレスなど心理的因子の関連が推測されている。そのため、慣れない測定環境が何らかの心理的影響を与えることで、ブラキシズムの発現状態にも変化を及ぼした可能性が考えられる。

ブラキサー群と非ブラキサー群の識別のカットオフ値としては、PSG-AV による判定では、基線 2 倍以上のブラキシズムエピソード数が 2 回/h 以上が最近のスタンダードであるが

<sup>14, 46, 47)</sup>, 20%MVC以上の波形1時間あたり25回<sup>48)</sup>という基準もある。ブラキサー群と非ブラキサー群の平均値については、自宅で超小型コードレス筋電計を用いた三上ら<sup>38)</sup>のブラキサー群、42.1回、非ブラキサー群6.7回、PSG-AVを用いたLavigneら<sup>48)</sup>のブラキサー群、36.1回、非ブラキサー群6.2回、PSGを用いたVan Der Zaggら<sup>49)</sup>のブラキサー群41.7回、非ブラキサー群11.6回などがある。言うまでもなく、ブラキシズムの筋電図波形数の多寡を評価する際には、波形数のカウントの仕方、すなわち、波形数が1つずつの波形（バースト）で算出されたものか、波形群（エピソード）の数として算出されたものか、また、波形数算出のために抽出された波形の波形振幅や波形持続時間に関する抽出閾値がどのように設定されたものかなど、波形数のカウント条件を勘案して測定結果の筋電図波形数の取り扱いを行わなければならない。今回、自宅無拘束環境下と研究室PSG-AV環境下の測定で有意な差が認められたことから、ブラキシズムの筋電図波形数の評価に際しては、波形数のカウント条件だけでなく、自宅無拘束環境下と研究室PSG-AV環境下という測定環境の違いも考慮に入れて、得られた測定数値を解釈する必要があることが示唆された。

測定環境の違いに関しては、今回の研究では、1chの超小型ウェアラブル筋電計による自宅無拘束環境下と睡眠研究室に宿泊でのPSG-AV環境下という、いわば両極端の測定環境の2条件を比較した。両者の測定条件の違いの中には、測定場所の違い、部屋の構造の違い、多数の電極をはじめとする各種生体信号用センサーの装着、センサーと装置を繋げるコードの存在、ビデオ撮影による観察の有無、睡眠時間帯の指定の有無など様々な条件の違いが統合されて含まれている。これらの条件の違いの要素の中の、どれがブラキシズム波形発現数に影響を与えたかについては、今回の実験系からは判断できない。そこで、我々の研究グループでは後続研究として、研究室にてウェアラブル筋電計のみ貼付し測定を行う、自宅にて簡易PSGも併用しウェアラブル筋電計にて測定を行うなど、様々な条件の環境での測定を行い、より細かな環境要因毎の違いによるブラキシズム発現への影響を検証する研究に着手している。

ウェアラブル筋電計は自宅無拘束環境下でのブラキシズム評価を可能とするが、筋電計単独での測定については、マイクによる音やビデオによる映像の情報がなく、また脳波も測定していないため、中途覚醒中の筋活動やその他の顎口腔運動に伴う筋活動を見分けることが困難なことが欠点として挙げられていた<sup>39, 50)</sup>。しかしながら、最近のPSG-AVによる評価とウェアラブル筋電計単独での評価を比較した研究では、識別のカットオフ値を筋電計単独用に適した値に補正して、ブラキサーの識別を行うことにより、ウェアラブル筋電計単独でも

PSG-AV と同程度の正診率を得られることが示されており、その欠点も補うことが可能となっている<sup>4)</sup>。さらに、本研究で、現在ゴールドスタンダードと呼ばれている研究室 PSG-AV 環境下と自宅無拘束環境下でブラキシズム発現数に差が出るということが明らかになったことから、今後、ウェアラブル筋電計による自宅無拘束環境下での筋電図測定による睡眠時ブラキシズム評価の重要性が益々高まるものと考えられた。

## 結論

本研究による比較の結果、自宅無拘束環境下では、現在ゴールドスタンダードと呼ばれている研究室 PSG-AV 環境下よりも有意に多くのブラキシズム波形が発現することが明らかとなった。本研究で、自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下の測定で有意な差が認められたことから、ブラキシズム発現には測定環境が影響する可能性が示された。ブラキシズムの筋電図波形数の評価に際しては、自宅無拘束環境下と研究室 PSG-AV 環境下という測定環境の違いも考慮に入れて、得られた測定数値を解釈する必要があることが示唆された。

## 謝辞

稿を終えるにあたり、研究開始から終始、懇切なる御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深謝の意を表します。また、本研究に多大なる御協力を頂いた、冠橋義歯補綴学教室、前田正名先生、谷内田渉先生、斎藤大嗣先生、中村裕信先生、斎藤未来先生、中島利徳先生、佐藤華織先生、高次口腔医療センター顎関節治療部門、三上紗季先生に深く感謝致します。

## 利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反関係のある企業などはない。

## 文献

- 1) Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros AG, Kato T, Koyano K, Lavigne GJ, de Leeuw R, Manfredini D, Svensson P, Winocur E: Bruxism defined and graded: an international consensus. J Oral Rehabil 40: 2-4, 2013.
- 2) 畢良佳, 池田雅彦, 菅原哲夫, 坂上竜資, 川浪雅光, 加藤熙: 咬合性外傷に関する研究外傷力による歯根吸収及び歯牙破折について; 日歯周誌 40(秋季特別号), 150, 1998.

- 3) 加藤熙, 坂上竜資, 畢良佳, 王佳敏, 小西秀和, 的場一成, 池田雅彦, 谷口威夫: 歯周炎と咬合性外傷の合併による歯周組織破壊のメカニズムの解明—とくに Bruxism による歯周組織の破壊について; 日歯医誌 19, 1981-1986, 2000.
- 4) Dao TT, Lund Jp, Lavigne GJ: Comparison of pain and quality of life in bruxers and patients with myofascial pain of the masticatory muscles; JOrfac Pain 8, 350-356, 1994.
- 5) Kampe T, Edman G, Bader G, Tagdae T, Karlsson S: Personality traits in a group of subjects with long-standing bruxing behaviour; JOral Rehabil 24, 588-593, 1997.
- 6) 菅原哲夫, 池田雅彦, 大村修一, 大森広雄, 加藤 熙: ブラキシズムが歯冠修復物の脱落に与える影響 について; 日歯周誌 38(春季特別号), 144, 1996.
- 7) Hublin C, Kaprio J, Partinen M, Koskenvuo M: Sleep bruxism based on self-report in a nationwide twin cohort. J Sleep Res 7: 61-68, 1998.
- 8) Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, Yamaguchi T, Raphael K: Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians. J Oral Rehabil 35: 476-494, 2008.
- 9) Abe Y, Suganuma T, Ishii M, Yamamoto G, Gunji T, Clark GT, Tachikawa T, Kiuchi Y, Igarashi Y, Baba K: Association of genetic, psychological and behavioral factors with sleep bruxism in a Japanese population. J Sleep Res 21: 289-296, 2012.
- 10) Koyano K, Tsukiyama Y, Ichiki R, Kuwata T. Assessment of bruxism in the clinic. J Oral Rehabil 2008; 35: 495-508.
- 11) Abe S, Yamaguchi T, Rompré P, Grandmont P, Chen A, Lavigne G. Tooth wear in young subjects: a discriminator between sleep bruxers and controls? Int J Prosthodont 2009; 22:342-350.
- 12) Jonsgar C, Hordvik PA, Berge ME, Johansson AK, Svensson P, Johansson A (2015) Sleep bruxism in individuals with and without attrition-type tooth wear: An exploratory matched case-control electromyographic study. J Dent 43(12):1504-10.
- 13) 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; 60:250-257.
- 14) American Academy of Sleep Medicine. International classification of sleep disorders. 3rd ed. IL: American Academy of Sleep Medicine; 2014. Rugh JD, Harlan J: Nocturnal bruxism and temporomandibular disorders. *Adv Neurol* 49:329-342, 1988
  - 15) Rugh JD, Harlan J: Nocturnal bruxism and temporomandibular disorders. *Adv Neurol* 49:329-342, 1988
  - 16) Pierce CJ, Chrisman K, Bennett ME, et al: Stress, anticipatory stress, and psychology measures related to sleep bruxism. *J orofac Pain* 9:51-56, 1995
  - 17) Phayon MM, Li KK, Guilleminault C: Risk factors for sleep bruxism in the general population. *Chest* 119:53-61, 2001
  - 18) Slavicec R, Sato S: Bruxism -a function of the masticatory organ to cope with stress. *Wien Med Wochenschr* 154:584-589, 2004
  - 19) Rosales VP, Ikeda K, Hizaki K, et al: Emotional stress and Brux-like activity of the masseter muscle in rats. *Eur J Orthod* 24:107-117, 2004
  - 20) 広瀬俊司, 建林学, 斎藤久美ほか: ブラキシズムの心理的要因の研究. *日本心身医学会* 55:864-872, 2015
  - 21) Solberg, W.K., Clark, G.T. Rugh, J.D.: Nocturnal electromyographic evaluation of bruxism patients undergoing short term splint therapy, *J Oral Rehabil*, 2: 215-223, 1975.
  - 22) Rivera-morales, W.C. and McCall Jr, W.D.: Reliability of a portable electromyographic unit to measure bruxism, *J Prosthet Dent*, 73: 184-189, 1995.
  - 23) Ikeda, T., Nishigawa, K., Kondo, K, et al.: Criteria for the detection of sleep-associated bruxism in humans, *J Orofac Pain*, 10: 270-282, 1996.
  - 24) Gallo, L.M., Lavigne, G., Rompre, P, et al.: Reliability of scoring EMG orofacial events: polysomnography compared with ambulatory recordings, *J Sleep Res*, 6: 259-263, 1997.
  - 25) 市来利香, 築山能大, 古谷野潔: 携帯型筋電図測定システムの開発と睡眠時咬筋活動の日間変動の観察への応用, *顎機能誌*, 6: 67-77, 1999.
  - 26) Bowley, J.F, and Marx, D.B.: Masticatory muscle activity assessment and reliability of portable electromyographic instrument, *J Prosthet Dent*, 85:

- 252-260, 2001.
- 27) 坂上竜資, 加藤熙, 土田泰之 ほか: ブラキシズム自動解析システムの開発, 日 歯保存誌, 45: 349-355, 2002.
  - 28) Haketa T., Baba K., Akishige S. et al.: Utility and validity of a new EMG-based bruxism detection system, Int J Prosthodont, 16: 422-428, 2003.
  - 29) Harada T., Ichiki Y., Tsukiyama Y. et al.: The effect of oral splint devices on sleep bruxism: a 6-week observation with an ambulatory electromyographic recording device, J Oral Rehabil, 33: 482-488, 2006.
  - 30) 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(5):22-7.
  - 31) Mikami S, Yamaguchi T, Okada K, Gotouda A, Gotouda S. 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(1):22-7.
  - 32) Yamaguchi T, Abe S, Rompré PH, Manzini C, Lavigne GJ. Comparison of ambulatory and polysomnographic recording of jaw muscle activity during sleep in normal subjects. J Oral Rehabil 2012;39(1):2-10.
  - 33) 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 : 125-136.
  - 34) 山口泰彦, 三上紗季, 斎藤未来 ほか. 超小型ウェアラブル筋電計を用いた夜間睡眠時ブラキシズム評価. 日補綴会誌 2017 ; 9 : 365-373.
  - 35) Maeda M, Yamaguchi T, Mikami S et al. Validity of single-channel masseteric electromyography by using an ultraminiature wearable electromyographic device for diagnosis of sleep bruxism. J Prosthodont Res 2019.
  - 36) AASM. Sleep related bruxism: The international classification of sleep disorders. (Diagnostic and coding manual) 2nd edition, Westchester: American Academy of Sleep Medicine; 2005, 189-192.
  - 37) 中島利徳, 山口泰彦, 三上紗季, 斎藤未来, 渡辺一彦, 岡田和樹ほか. 顎機能異常者の睡眠時と食事時における咬筋活動の比較検討. 北海道歯学会誌 2016 ; 37: 11-19.

- 38) 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 : 121-130.
- 39) Yamaguchi T, Abe S, Rompré PH, Manzini C, Lavigne GJ. Comparison of ambulatory and polysomnographic recording of jaw muscle activity during sleep in normal subjects. J Oral Rehabil 2012;39(1):2-10.
- 40) Maluly M, Andersen ML, Dal-Fabbro C, Garbuio S, Bittencourt L, de Siqueira JT, Tufik S: Polysomnographic study of the prevalence of sleep bruxism in a population sample. J Dent Res 92: 97-103, 2013.
- 41) Maeda M, Yamaguchi T, Mikami S et al: Validity of single-channel masseteric electromyography by using an ultraminiature wearable electromyographic device for diagnosis of sleep bruxism. J Prostho Research 2018
- 42) 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;15;9(11):1139-45.
- 43) 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; 15;14(8):1377-1386.
- 44) Kato T, Rompré PH, Montplaisir JY, Sessle BJ, Lavigne GJ: Sleep bruxism an oromotor activity secondary to microarousal. J Dent Res. 80: 1940-1944, 2001.
- 45) Huynh N, Kato T, Rompré PH et al. Sleep bruxism is associated to micro-arousals and an increase in cardiac sympathetic activity. J Sleep Res. 2006;15: 339-346.
- 46) Rompré PH, Daigle-Landry D, Guitard F, Montplaisir JY, Lavigne GJ. Identification of a sleep bruxism subgroup with a higher risk of pain. J Dent Res 2007;86: 837-42.
- 47) Carra MC, Huynh N, Lavigne G. Sleep bruxism: a comprehensive overview for the dental clinician interested in sleep medicine. Dent Clin North Am 2012;56: 387-413.
- 48) Lavigne G. J., Rompre P. H., Montplaisir J. Y. : Sleep bruxism validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study, J Dent Res, 75: 546-552, 1996.
- 49) Van Der Zaag J., Lobbezoo F., Visscher CM. et al. : Time-variant nature of sleep

- bruxism outcome variables using ambulatory polysomnography: implications for recognition and therapy evaluation, *J Oral Rehabil*, 35: 577-584, 2008.
- 50) Dutra KMC, Pereira JR, Rompre PH, Huynh N, Fleming N, Lavigne GJ. Oro-facial activities in sleep bruxism patients and in normal subjects: a controlled polygraphic and audio-video study. *J Oral Rehabil* 2009;36 :86-92.



図1 超小型ウェアラブル筋電計 FLA-500-SD



図2 研究室での測定環境

シールドルーム内に、睡眠ポリグラフ(Alice6)の本体、ビデオカメラ、マイクが設置されている。

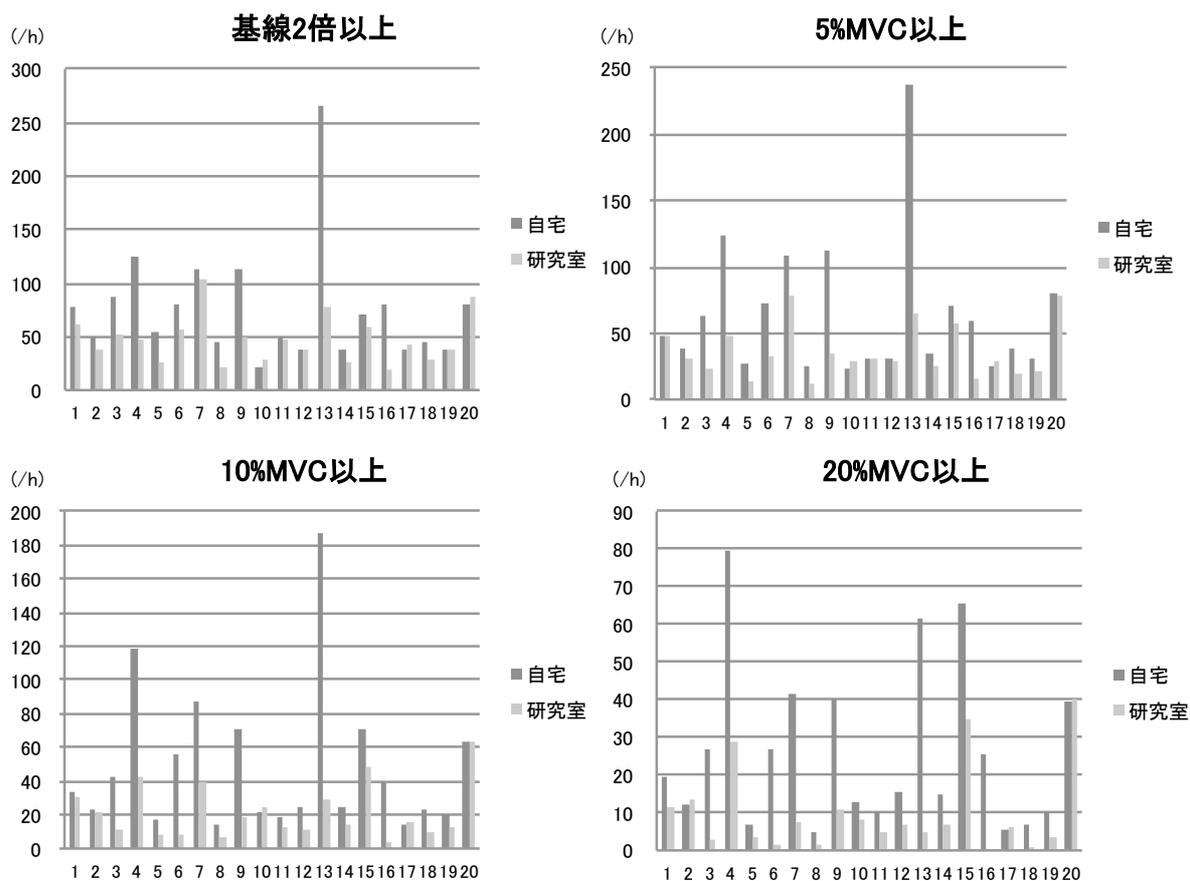


図3 被験者ごとの自宅及び研究室における1時間あたりのブラキシズム burst 数

被験者1~10は1日目が自宅で測定し、2日目は研究室で測定。被験者11~20は逆の順序で測定。

MVC：最大随意咬みしめ (maximum voluntary clenching)

基線2倍以上：振幅が基線の2倍以上の burst 数

5%MVC以上：振幅が5%MVC以上の burst 数

10%MVC以上：振幅が10%MVC以上の burst 数

20%MVC以上：振幅が20%MVC以上の burst 数

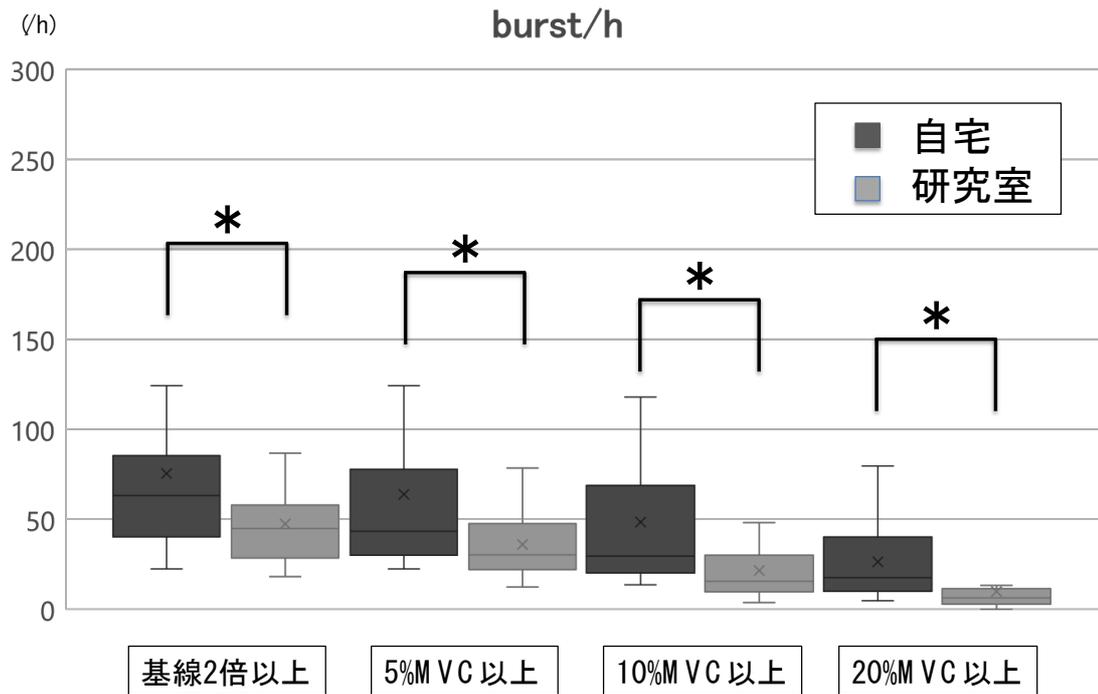


図4 自宅と研究室における1時間あたりのブラキシズムburst数の比較

基線2倍以上, 5%MVC以上, 10%MVC以上, 20%MVC以上のいずれにおいても自宅における方が有意に高い値を示した(ウィルコクソン符号順位和検定, \*  $p < 0.05$ ).

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフを示す。バーは最小, 最大を示す。×は平均値を示す。

MVC: 最大随意咬みしめ (maximum voluntary clenching)

基線2倍以上: 振幅が基線の2倍以上のburst数

5%MVC以上: 振幅が5%MVC以上のburst数

10%MVC以上: 振幅が10%MVC以上のburst数

20%MVC以上: 振幅が20%MVC以上のburst数

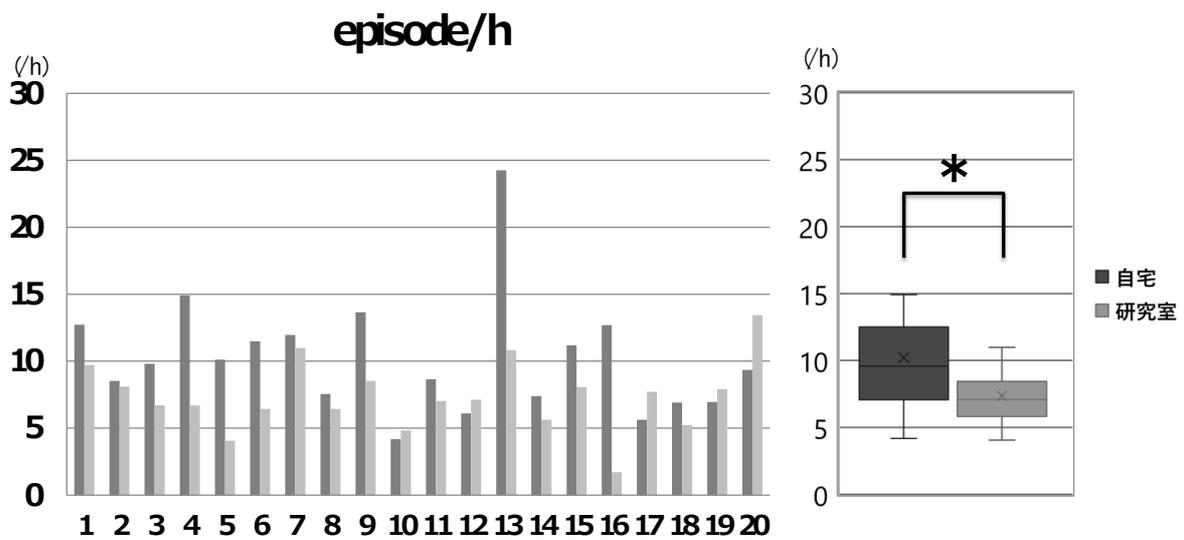


図5 被験者ごとの自宅と研究室における基線2倍以上のブラキシズム episode 数

自宅における方が有意に高い値を示した (対応のある t 検定, \*  $p < 0.05$ ).

右側のグラフは, 被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す. バーは最小, 最大を示す. ×は平均値を示す.

被験者 1~10 は 1 日目が自宅で測定し, 2 日目は研究室で測定. 被験者 11~20 は逆の順番で測定.

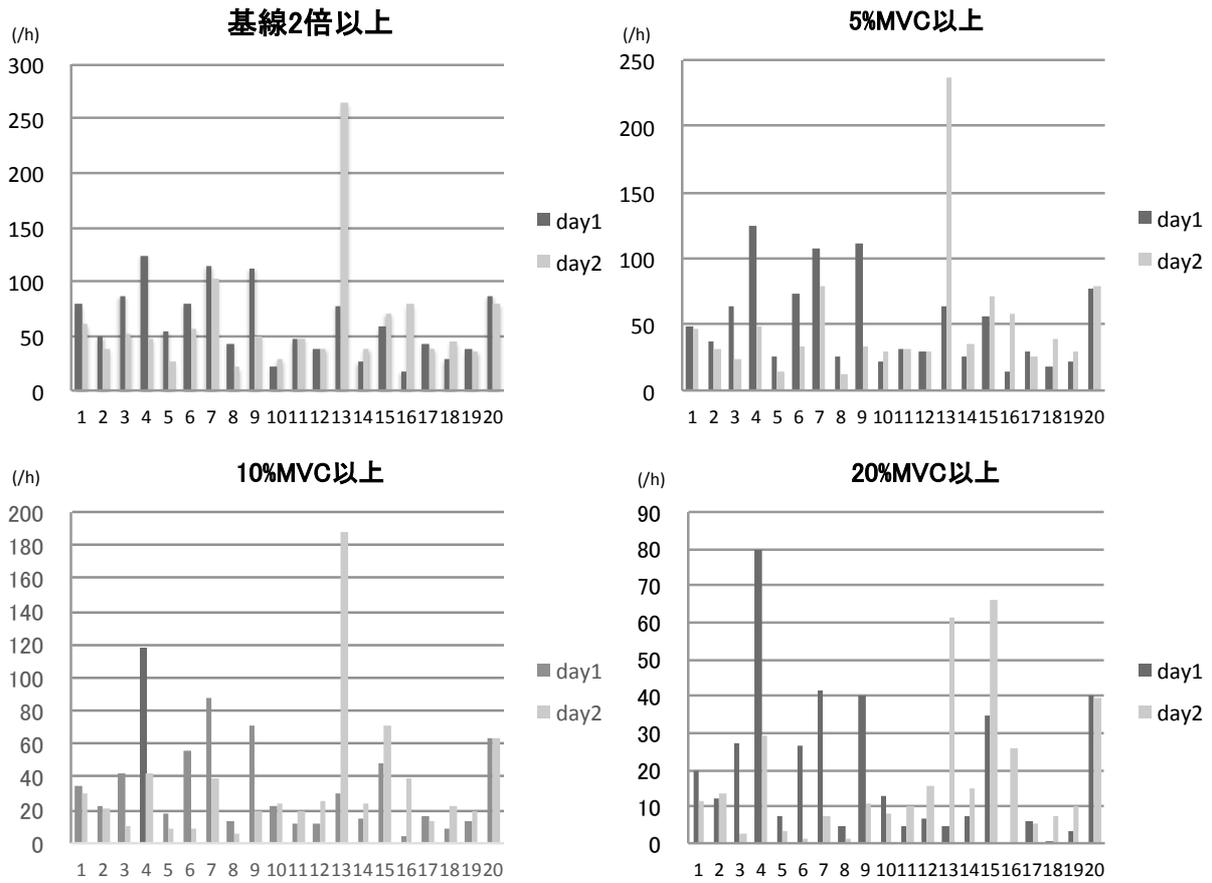


図6 被験者ごとの測定日1日目及び2日目における1時間あたりのブラキシズムburst数

被験者1~10は1日目が自宅で測定し、2日目は研究室で測定。被験者11~20は逆の順番で測定。

day1:測定日1日目 day2:測定日2日目

MVC:最大随意咬みしめ (maximum voluntary clenching)

基線2倍以上:振幅が基線の2倍以上のburst数

5%MVC以上:振幅が5%MVC以上のburst数

10%MVC以上:振幅が10%MVC以上のburst数

20%MVC以上:振幅が20%MVC以上のburst数

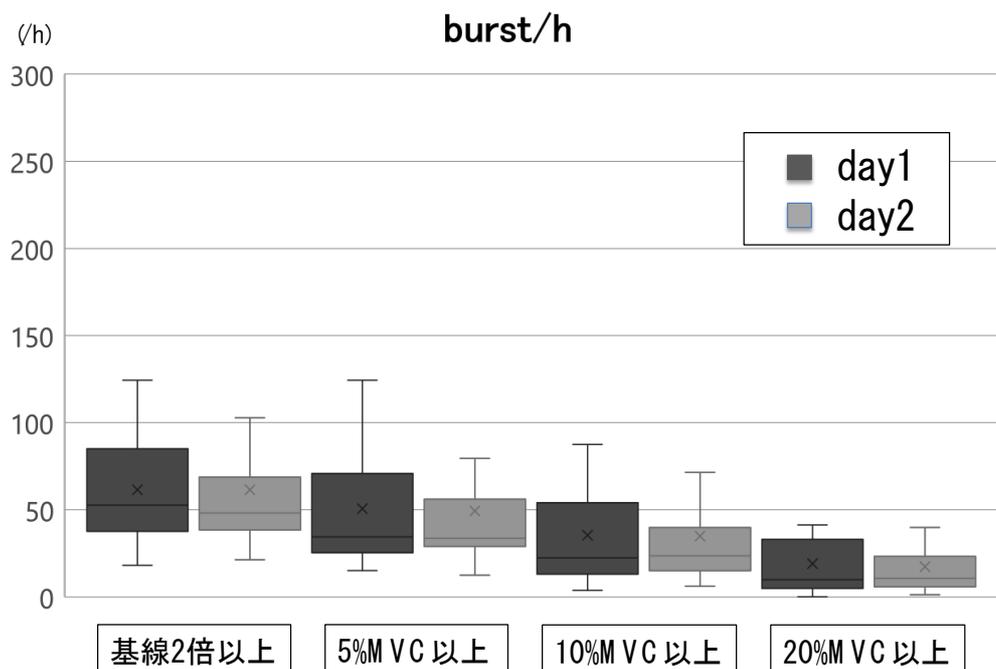


図7 測定日1日目と2日目における1時間あたりのブラキシズム burst 数の比較

基線2倍以上, 5%MVC以上, 10%MVC以上, 20%MVC以上のいずれにおいても有意差は認めなかった (ウィルコクソン符号順位和検定,  $p > 0.05$ ).

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフを示す. バーは最小, 最大を示す. ×は平均値を示す.

day1:測定日1日目 day2:測定日2日目

MVC:最大随意咬みしめ (maximum voluntary clenching)

基線2倍以上:振幅が基線の2倍以上のburst数

5%MVC以上:振幅が5%MVC以上のburst数

10%MVC以上:振幅が10%MVC以上のburst数

20%MVC以上:振幅が20%MVC以上のburst数

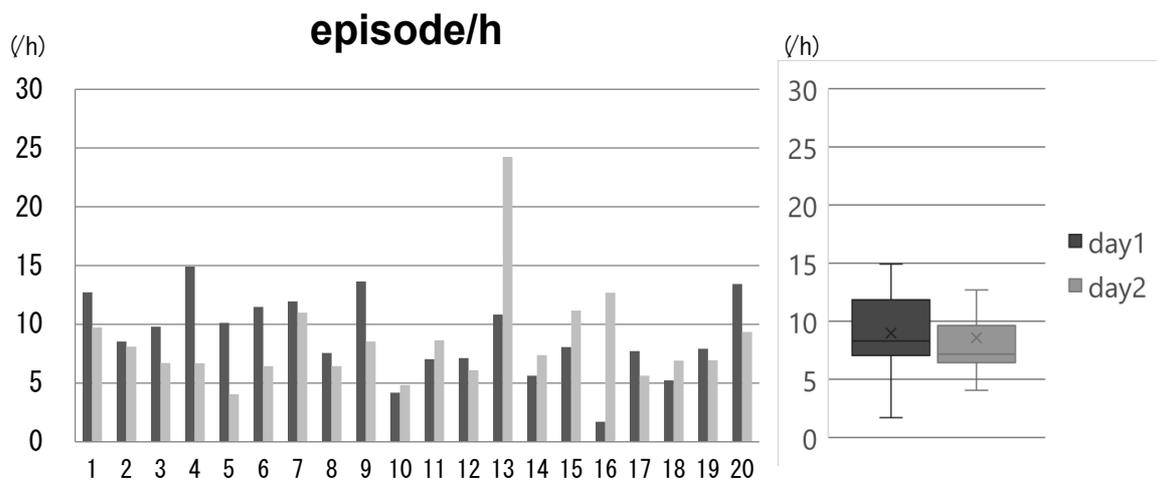


図8 被験者ごとの測定1日目と2日目における基線2倍以上のブラキシズム episode 数

両者の間に有意差を認めなかった (対応のある t 検定,  $p > 0.05$ )

右側のグラフは, 被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフを示す. バーは最小, 最大を示す. ×は平均値を示す.

被験者 1~10 は 1 日目が自宅で測定し, 2 日目は研究室で測定. 被験者 11~20 は逆の順番で測定.

day1:測定日 1 日目 day2:測定日 2 日目

英文

## Title

Comparison of number of sleep bruxism bursts under condition with polysomnography in sleep laboratory to that under accustomed condition without restraint at home

## Abstract

Currently, polysomnography with audio-video recording (PSG-AV) in sleep laboratory is considered to be the most reliable, i. e., gold standard, for diagnosis of sleep bruxism (SB). However, there is a concern that unfamiliar environment, i. e., sleep laboratory and attachment of complicated sensors of PSG-AV may cause some difference in emergence of SB bursts from the actual state. Up to the present, there has been no research that compared emergence of SB bursts under condition in laboratory with PSG-AV and that in accustomed environment at home. We aimed to clarify relationship between numbers of SB bursts recorded under condition in laboratory with PSG-AV and those recorded at home using a single-channel wearable electromyography (EMG).

Subjects were 20 healthy volunteers who were clinically diagnosed as a bruxer. For recording at home, a single-channel ultraminiature wearable electromyography, FLA-500-SD (FLA) was attached to masseteric area on the habitual masticatory side. Under the condition in laboratory with PSG-AV, a FLA was also attached on the same area of masseter muscle in addition to the PSG-AV equipment. In half of the subjects, single-channel EMG of the first recording day was performed at home, while EMG of the second recording day using PSG-AV was performed in a laboratory room. In the other half of the subjects, the order of the recording condition was reverse. From the obtained EMG data, EMG bursts with amplitude larger than two times the base line amplitude with duration longer than 0.25 second were selected. Further, EMG bursts with amplitude larger than 5% MVC (maximum voluntary contraction), 10%MVC and 20% MVC were also selected from the obtained EMG data. A cluster of bruxism bursts was defined as a bruxism episode. The numbers of above items were divided by sleep time of each measurement,

and the number of bruxism waveforms (burst number, episode number) per hour for each subject was calculated. The number of selected EMG bursts and episodes recorded at home and those under the condition in laboratory with PSG-AV were compared.

In the all condition for selecting EMG bursts and episodes, the number of SB bursts and episodes recorded under the recording condition in laboratory with PSG-AV were significantly smaller than those under the recording condition at home ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference between the data in the first recording day and those in the second recording day in all conditions for selecting EMG bursts and episodes.

From the results, it was found that significantly more bruxism waveforms were emerged in unrestrained environment at home than in the environment with PSG-AV in laboratory, which is now called the gold standard. In the present study, significant differences were observed between the measurements in the in unrestrained environment at home and the environment with PSG-AV in laboratory, indicating that the measurement environment may affect genesis of bruxism. When evaluating the number of EMG waveforms in bruxism, it was suggested that the measurement values obtained should be interpreted with careful consideration on the difference in the measurement environment between the unconstrained condition at home and the laboratory PSG-AV.

**Key Words:** Sleep bruxism, wearable electromyography, polysomnography, sleep laboratory, sleep environment