



Title	日中覚醒時咬筋活動の実態解明
Author(s)	石丸, 智也
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第15485号
Issue Date	2023-03-23
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k15485
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91629
Type	doctoral thesis
File Information	Tomoya_Ishimaru.pdf



博 士 論 文

日中覚醒時咬筋活動の実態解明

令和 5 年 3 月 申請

北海道大学

大学院歯学研究院口腔医学専攻

石 丸 智 也

抄録

目的：ブラキシズムは睡眠時と覚醒時に起こるとされている．日中覚醒時ブラキシズム（diurnal awake bruxism: d-AB）の診断・評価は，患者の自覚に基づく方法が主体であり，客観的検査法である咀嚼筋筋電図検査については，日中活動時の検査法の困難性から，世界的に日常生活での日中覚醒時のデータの蓄積が正常者，d-AB を有する異常者ともに十分でなかった．そのため，d-AB については，臨床的診断基準や検査方法に関する基準，検査結果の正常と異常の判定基準ともに全くないのが現状である．そこで我々は，多施設共同で，超小型ウェアラブル筋電計を用いてマルチサンプルの日常生活での日中咀嚼筋筋電図データの収集，解析を行い，そのデータベースの作成を行った．

本研究では，d-AB 診断基準確立のための第一段階として，収集したデータを基にした日中覚醒時咬筋活動の実態を明らかにすること，および自己申告に基づく d-AB の自覚の有無と日中覚醒時咬筋活動の関係性を明らかにすることを目的とした．

方法：超小型ウェアラブル型筋電計を用いて，日中のくいしばりの自覚がある者 59 名および自覚がないもの 60 名，計 119 名の主咀嚼側の咬筋筋電図を終日記録した．測定は 3 日間行い，測定 2 日目の食事時間帯を除いた日中覚醒時の筋電図データを解析対象に用いた．波形抽出は基線 2 倍以上，5%MVC（maximum voluntary clenching：最大咬みしめ）以上の 2 つの条件で行い，それぞれについて被験者ごとにバースト数，エピソード数，バースト持続時間，バーストピーク振幅値，バースト積分値を求めた．バーストピーク振幅値，バースト積分値については標準化のために各被験者の MVC 値で値を除し，%MVC 値，バースト標準化積分値とした．

結果：バースト数，エピソード数，バーストピーク振幅値，バースト持続時間，バースト標準化積分値のいずれも日中のくいしばりの自覚あり群と自覚なし群で有意な差は認められなかった．度数分布は，何れのパラメータも幅広い範囲に分布しており，日中のくいしばりの自覚あり群と自覚なし群のオーバーラップの範囲も大きいことが明らかとなった．

結論：何れの筋電図波形パラメータの値においても，被験者間のバリエーションは大きいことが明らかとなり，検査値により定量的に d-AB の重症度を分類する必要性が示唆された．また，今回得られた咬筋筋電図波形の各パラメータの度数分布は，個別の患者の d-AB がどの程度のレベルかを把握するための一つの指標となると考えられた．自覚あり群と自覚なし群の比較では，何れのパラメータにおいても両群間で有意差はなく，度数分布表示でのオーバーラップが大きく，日中のくいしばりの自覚の有無だけで，筋活動を予測するのは難しいことが示唆された．

キーワード：ブラキシズム，日中覚醒時ブラキシズム，ウェアラブル型筋電計，筋電図，診断基準

緒言

歯科における様々な疾患のリスクファクターとして危惧されているブラキシズムはくいしばりや歯ぎしりに特徴づけられる反復的な顎筋の活動であり、睡眠時と覚醒時に起こり得るとされている [1-5]。睡眠時ブラキシズム (sleep bruxism: SB) に関しては、問診、臨床所見に基づく臨床的診断基準や筋電図検査を用いた際の評価基準がアメリカ睡眠学会 (American Academy of Sleep Medicine : AASM) により出されるなど、近年、確立しつつある。一方、日中覚醒時ブラキシズム (diurnal awake bruxism: d-AB) については、従来から、日中の噛みしめ習癖の存在が推測され、最近では木野の提唱する歯牙接触習癖 (tooth contacting habit: TCH) [6] が注目されるなど、適切な治療・管理の必要性が指摘されている。しかし、d-AB については、臨床的診断基準や検査方法に関する基準、検査結果の正常と異常の判定基準ともに全くなく、個々の患者が標準から逸脱した病的なレベルの d-AB を有しているか否かの判定は実現していないのが現状である。

d-AB の評価については、患者の自覚の有無による評価が主体であった [7, 8]。日中活動時の検査法の困難性から、患者の自覚に頼るしかないという問題点があった。最近では、単純な自覚ではなく、生物学的瞬間評価法 (EMA : Ecological Momentary Assessment) も試行されている [9-12]。EMA は日中のある一時点での主観に基づいた筋活動の評価であり、判定基準がやや曖昧であること、筋の活動量の確認は行えないことや日内変動の確認には不向きであることから、ある程度の d-AB の有無の傾向の確認は可能かもしれないが、筋活動の実態など d-AB の正確な評価を行うことは難しいように思われる。

最近の考えでは、ブラキシズムの診断のためにブラキシズムの自己申告、臨床検査および筋電図検査が必要であるとされている [4, 5]。これまで、筋電図を使った客観的評価は一部研究レベルで、実験室内で短時間 [13] 行われてきたが、近年は、携帯型筋電計を用い、日中の咀嚼筋活動を測定することが可能になり、臨床研究レベルで行われ始めている [14-19]。我々も、日中の日常生活での活動時に無拘束で咀嚼筋 (咬筋) の筋活動を記録できる超小型データロガー筋電計を共同開発することにより、覚醒時ブラキシズムの検査への道を開いた [20, 21]。しかしながら、正常者、d-AB を有する異常者ともに日中覚醒時の日常生活での咀嚼筋活動中の筋電図データの蓄積は世界的に十分でなく、検査の診断基準を検討するまでには至ってはいなかった。そこで我々は、多施設共同で、超小型ウェアラブル筋電計を用いてマルチサンプルの日常生活での日中咀嚼筋筋電図データの収集、解析を行い、そのデータベースを基に、d-AB の診断基準確立を目指すこととした。

本研究では、覚醒時ブラキシズム診断基準確立のための第一段階として、収集したデータを基にした日中覚醒時咬筋活動の実態を明らかにすること、および自己申告に基づく d-AB の自覚の有無と日中覚醒時咬筋活動の関係性を明らかにすることを目的とした。

方法

1. 被験者

本研究の被検者は、外来通院中の患者、あるいは院外からのボランティアで、日中のくいしばりの自覚がある者および健常ボランティア 119 名 (男性 57 名, 女性 62 名, 平均年齢 28.7 ± 11.1) である。そのうち、日中咬みしめの自覚のあるものが 59 人 (Possible Awake Bruxism: P-AB 群), 男性が 25 名, 女性が 34 名, 平均年齢は 30.4 ± 12.2 , 自覚のないものが 60 人 (Not Possible Awake Bruxism: NP-AB 群), 男性が 32 名, 女性が 28 名, 平均年齢が 27.1 ± 9.7 であった。男女間で年齢に有意な差は認められなかった (P-AB 群: $P=0.275$, NP-AB 群: $P=0.400$, マンホイットニーの U 検定)。

本研究は北海道大学病院の自主臨床研究審査委員会の承認 (承認番号: 自 017-0076) 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. 被験者の d-AB の自覚

歯ぎしり質問票の「日中にくいしばっていることがある」の項目で、日中の食いしばりの自覚の有無を記録した。

3. 咬筋筋電図検査

超小型ウェアラブル型筋電計 FLA-500-SD (フルサワラボアプライアンス株式会社) を用いて主咀嚼側咬筋の筋電図を測定した (図 1)。筋電計の着脱は、被験者本人が行った。測定開始時、測定終了 5 分前にキャリブレーション運動として最大咬みしめ、嚥下、タッピングの記録を行った。日中の装着時間は、入浴、洗顔ほか本人の都合で装置の装着が不可能な時間帯を除いた覚醒時合計 8 時間以上とした。ただし、測定期間には食事を 2 食以上含むことを指示した。測定日数は 2 週間の中の 3 日間とした。

4. 行動記録

食事、運動などの日中の行動記録は記録表に自己記入してもらった。

5. 筋電図波形解析

筋電図解析は測定 2 日目の食事時間帯を除いた日中覚醒時の筋電図データを対象とした。波形解析には W-EMG viewer (株式会社ジーシー) を用いた。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 (0.1 秒) で処理した。最大随意咬みしめ波形のうち振幅波形が最大の波形を各被験者における MVC (Maximum Voluntary Clenching) 波形とした。

波形抽出はまず、振幅が基線振幅の 2 倍以上、波形持続時間が 0.08 秒以上、波形間隔 0.08 秒以上の条件で行った。抽出した波形から、①ピーク振幅が基線振幅の 2 倍以上、波形持続時間 0.25 秒以上、②ピーク振幅が 5%MVC 以上、波形持続時間 0.25 秒以上、の 2 つの条件でそれぞれ波形 (バースト) を抽出した。

それらのバーストを、下記の定義のように持続時間で分類した [22]。
また、波形の組み合わせである波形群 (エピソード) もカウントした。

[個々の波形 (burst) の定義]

Phasic バースト: 0.25~2 秒

Tonic バースト: 2 秒以上
[波形群 (Episode) の定義]
Phasic エピソード: 3 つ以上の phasic バースト
Tonic エピソード: 1 つ以上の tonic バースト
Mixed エピソード: phasic エピソードと tonic エピソードの混合
隣接のバーストとの間が 3 秒以上の場合は, 別のエピソードと定義した.

被験者毎にバースト数, エピソード数, バースト持続時間, バーストピーク振幅値, バースト積分値を算出した. バーストピーク振幅値, バースト積分値については標準化のために各被験者の MVC 値で値を除し, %MVC 値, バースト標準化積分値とした. バースト数, エピソード数, バースト標準化積分値合計については, 測定 1 時間当たりの値を算出した.

各算出項目の P-AB 群と NP-AB 群間の差の統計学的な検定には, マンホイットニーの U 検定あるいは t 検定を用いた. 統計解析の有意水準は 5%とした.

結果

1) 1 時間当たりのバースト数

1 時間当たりのバースト数は基線 2 倍以上, 5%MVC 以上のどちらの条件においても, 全被験者群, P-AB 群, NP-AB 群のいずれも幅広い範囲の分布を示した. 全被験者群では基線 2 倍以上, 5%MVC 以上でそれぞれ 260-280/h の級数, 200-220/h の級数にバースト数の度数のピークが認められた. 同様に P-AB 群では 280-300/h の級数 (基線 2 倍以上), 200-220/h の級数 (5%MVC 以上) に度数のピークが認められ, NP-AB 群は 240-280/h の 2 つの級数 (基線 2 倍以上), 160-200/h の 2 つの級数 (5%MVC 以上) に多くの分布が認められた. 基線 2 倍以上, 5%MVC 以上の何れの場合のバースト数も, P-AB 群, NP-AB 群の分布は近似し, オーバーラップしている範囲が大きかった (図 2). P-AB 群と NP-AB 群間の比較では, 統計学的な有意な差は認められなかった (基線 2 倍以上 : $P=0.718$, 5%MVC 以上 : $P=0.460$, マンホイットニーの U 検定) (表 1).

2) 1 時間当たりのエピソード数

1 時間当たりのエピソード数は基線 2 倍以上, 5%MVC 以上のどちらの条件においても, 全被験者群, P-AB 群, NP-AB 群のいずれも幅広い範囲の分布を示した. 基線 2 倍以上では, 全被験者群においては 32.5-35.0/h と 40-42.5/h の 2 つの級数, P-AB 群は 25.0-27.5, 30.0-32.5, 40.0-42.5/h の 3 つの級数のエピソード数の度数に多くの分布が認められ, NP-AB 群では 32.5-35.0/h の級数に度数のピークが認められた. 5%MVC では全被験者群, P-AB 群, NP-AB 群の何れにおいても 32.5-35.0/h の級数に度数のピークが認められた. 基線 2 倍以上, 5%MVC 以上の何れの場合のエピソード数も, P-AB 群, NP-AB 群の分布は近似し, オーバーラップしている範囲が大きかった (図 3). P-AB 群と NP-AB 群間の比較では, 統計学的な有意な差は認められなかった. (基線 2

倍以上 : $P=0.627$, マンホイットニーの U 検定, 5%MVC 以上 : $P=0.825$, t 検定) (表 1).

自覚なしにも拘らず, バースト数, エピソード数が多かった例と, 自覚があったにもかかわらずバースト数, エピソード数が少なかった例を, それぞれ図 4, 図 5 に示す.

3) バーストピーク振幅値

バーストピーク振幅値は基線 2 倍以上, 5%MVC 以上のどちらの条件においても, 全被験者群, P-AB 群, NP-AB 群のいずれも幅広い範囲の分布を示した. 基線 2 倍以上では, 全被験者群と NP-AB 群においては 8-10%MVC の級数, P-AB 群においては 10-12%MVC の値の度数にピークが認められた. 5%MVC 以上では, 全被験者群, P-AB 群, NP-AB 群の何れにおいても 12-14%MVC の値の度数にピークが認められた. 基線 2 倍以上, 5%MVC 以上の何れの場合のバーストピーク振幅値も, 平均値や中央値は若干, P-AB 群が高い値を示したが, P-AB 群, NP-AB 群の分布はオーバーラップしている範囲が大きかった (表 1, 図 6). P-AB 群と NP-AB 群間の比較では, 統計学的な有意な差は認められなかった. (基線 2 倍以上 : $P=0.173$, 5%MVC 以上 : $P=0.107$, マンホイットニーの U 検定) (表 1).

4) バースト持続時間

バースト持続時間は基線 2 倍以上, 5%MVC 以上のどちらの条件においても, 全被験者群, P-AB 群, NP-AB 群のいずれも幅広い範囲の分布を示した. 基線 2 倍以上では, 全被験者群で 1.0-1.2 秒の級数, NP-AB 群で 0.8-1.0 秒の級数の波形持続時間の度数にピークが認められ, P-AB 群では 1.2-1.4, 1.8-2.0 秒の 2 つの級数に多くの分布が認められた. 5%MVC 以上では全被験者群で 0.8-1.2 秒の 2 つの級数, P-AB 群では 1.0-1.2, 2.0-2.2 秒の 2 つの級数, NP-AB 群では 0.8-1.0, 1.4-1.6 秒の 2 つの級数の度数にそれぞれ多くの分布が認められた. 基線 2 倍以上, 5%MVC 以上の何れの場合のバースト持続時間も, P-AB 群, NP-AB 群の分布は近似していた (図 7). P-AB 群と NP-AB 群間の比較では, 統計学的な有意な差は認められなかった. (基線 2 倍以上 : $P=0.192$, 5%MVC 以上 : $P=0.632$, マンホイットニーの U 検定) (表 1).

5) 標準化積分値

標準化積分値は基線 2 倍以上, 5%MVC 以上のどちらの条件においても, 全被験者群, P-AB 群, NP-AB 群のいずれも右すそ引き型の幅広い範囲の分布を示した. 基線 2 倍以上では, 全被験者群で 10-15 秒の級数, NP-AB 群で 25-30 秒の級数の標準化積分値の度数にピークが認められ, P-AB 群では 10-15, 20-25, 40-45 秒の 3 つの級数に多くの分布が認められた. 5%MVC 以上では全被験者群と P-AB 群で 20-25 秒の級数, NP-AB 群では 5-10 秒の級数の度数にピークが認められた. 基線 2 倍以上, 5%MVC 以上の何れの場合の標準化積分値も, 平均値や中央値は若干, P-AB 群が高い数値を示したが, 統計学的な有意な差は認められなかった (基線 2 倍以上 : $P=0.148$, 5%MVC 以上 : P

=0.117, マンホイットニーu 検定). P-AB 群, NP-AB 群の分布はオーバーラップしている範囲が大きかった(表 1, 図 8).

考察

1. 日中の筋電図測定法

日常生活下での無拘束筋電図測定には, 筋電図信号への体動の影響や外来のノイズの影響による測定障害が危惧されてきた. 電極から増幅アンプまでをつなぐコード部分は, 増幅前の信号であり, そこに外来ノイズが被ると SN 比が悪くなり, 解析が難しくなる. また, 体動によるコードの揺れがモーションアーチファクトを引き起こすリスクは高い. 今回用いた FLA は電極-増幅アンプ一体型であり, 電極と増幅アンプまでをつなぐ弱点のコードがない構造のためこれらのアーチファクトの影響は少ないとされている [21]. 本研究においても, 一部の明らかな外来ノイズと思われる波形に関しては除外して対応したものの, アーチファクトの影響は少なく, 全般的にクリアな波形を得ることができた.

筋電計は咬筋中央部への貼付であるため, 会話時の発語に伴う表情筋由来の電位の混入の可能性は少ないが, 発語時の閉口運動に伴う僅かな咬筋活動由来の電位が含まれる可能性は否定できない. しかし, P-AB 群, NP-AB 群ともに発話時を完全に除外することはしないという同じ条件で解析を行っていることから, 今回の両者の比較に関する結果への発話の影響は少ないと考えられる.

SB 波形の抽出閾値に関して, 夜間睡眠時の波形解析では, 世界的には AASM の基準, すなわちバースト持続時間 0.25-2 秒を phasic バースト, 2 秒以上を tonic バーストとするのが主流であり, エピソードはバースト間隔 3 秒以上で別とするスコア法が多く用いられている [22-25]. 波形振幅の抽出閾値に関しては, 近年, 基線振幅 2 倍などの低いカットオフ値が用いられている [16, 21, 24, 26, 27].

日中の波形解析における波形抽出条件については, 最近の日中咀嚼筋筋電図検査の研究 [14-19] がいくつかの条件で行われている. 5~10%MVC, 10~20%MVC, 20%MVC 以上の 3 つの条件による 1 時間当たりのバースト持続時間の評価, 20%MVC 以上, バースト持続時間 0.25 秒以上による Episode/h の評価 [15], 10%MVC 以上, バースト持続時間 0.5 秒以上による Episode/h および平均バーストピーク振幅の評価 [16], 3%MVC, 5%MVC, 10%MVC, バースト持続時間 5 秒以上による Episode/h, バーストピーク振幅, バースト持続時間の評価 [17], 10%MVC, 20%MVC, 30%MVC によるバースト持続時間の評価 [18], 基線 2 倍以上, 持続時間 2 秒以上で抽出された Tonic Episode について 7.5%MVC<, 7.5~10%MVC, 10~15%MVC, 15~25%MVC, 25~40%MVC, >40%MVC, 持続時間のカットオフ値 15 秒による Tonic Episode/h, 1 時間当たりの持続時間合計の評価 [19] など様々な条件が使われている. しかし, 現状ではコンセンサスが得られた日中の波形解析における波形抽出基準はない.

そのため, 本研究では, 最近の SB の抽出持続時間閾値に準じた抽出閾値を用いることとした. バースト振幅閾値についても最近の SB 検査での主流の低めの抽出閾値とし, 基線振幅 2 倍を用いた. また, 波形の基線の個人差を可及的に排除し, 標準化

した場合も併せて検証するために%MVC 値での閾値でもこととした。ただし，%MVC 値はブラキシズムバーストの漏れを少なくするため，最近の SB 研究に倣って低めの 5%MVC 値を用いた [28, 29]。結果的には，基線を基準（基線振幅の 2 倍）でも MVC で標準化した値の%MVC 値を基準とした場合でも，どちらも P-AB 群，NP-AB 群間に有意差がないこと，頻度分布のオーバーラップが大きいという傾向があることに違いはないことが示された。

今回我々が用いなかったその他の閾値設定の場合については，後述のように今後の検討課題である。

2. 日中覚醒時咬筋活動の実態（各波形パラメータの度数分布）

d-AB の診断については自己申告，臨床検査，筋電図検査に基づいて覚醒時ブラキシズムの評価を行うことが望ましいと考えられている [4, 5]。しかし，先行研究において自己申告（日中覚醒時ブラキシズムの自覚）と筋電図検査に基づいた咬筋の活動の実態を評価した論文はなかった。そのため，今回の研究で得られた結果は，今後筋電図検査を日中覚醒時ブラキシズムの診断への応用に関する研究を進めていく際の貴重な参照値となるものと考えられる。

今回得られた結果から，自覚の有無に関わらず，日中の筋電図波形の定量化のパラメータとして用いたバースト数，エピソード数，バーストピーク振幅値，バースト持続時間，バースト標準化積分値の何れの値も被験者間のバリエーションは大きいことが明らかとなり，多い場合は，顎口腔系に負荷をかける要素となり得ることが推察された。また，検査値により定量的に d-AB の重症度を分類する必要性が示唆された。

3. d-AB の自覚の有無と日中覚醒時咬筋筋電図の各解析パラメータの関係

自覚に基づいた d-AB 疑い群（P-AB 群）と無自覚の d-AB 疑いなし群（NP-AB 群）の比較では，筋電図波形のバースト数，エピソード数，バーストピーク振幅値，バースト持続時間，バースト積分値の分布はオーバーラップが大きいことが明らかとなり，有意な差は認められなかった。本研究の被検者の中には，自覚があるにも拘わらず咬筋活動が少なかった例や，自覚がないにも拘わらず咬筋活動が多かった例が認められ，d-AB の自覚と実際の咬筋活動の実態が一致しないケースがあることが示唆された。これらの知見は，患者の日中のくいしばりの自覚の有無だけで，筋活動を予測することの難しさと診断評価することの危険性を示すものであった。これに対しては，今回得られた咬筋筋電図波形の各パラメータの度数分布は，個別の患者の d-AB がどの程度のレベルかを把握するための一つの指標となると考えられた。

一方で，本研究の知見は，筋電図検査の基準値を設定する際の参照至適基準の選択の困難性を示した。本研究施行の前は，P-AB 群の筋電図パラメータの数値の分布と NP-AB 群の分布は 2 つのピークの山にある程度分かれるものと推測していた。そして，その 2 つの山からトレードオフ効果を考慮して，感度特異度が最適となるように，両群を分ける最適なカットオフ値を算出できると推測していた。しかし，結果

的に両者のオーバーラップは想定外に大きく、日中のくいしばりの自覚の有無による筋電図検査結果の違いが明確でなかったことから、筋電図検査による d-AB あり、d-AB なしの診断基準となる適切なカットオフ値の設定を、日中のくいしばりの自覚の有無だけを参照して行うのは困難であることが示唆された。

4. 本研究の限界と今後の課題

前述のように、本研究は、多くのサンプルで日中のくいしばりの自覚の有無と筋電図による咀嚼筋活動の客観的評価の関係についての新たな情報を提供できたが、いくつかの研究の限界もある。

一つには、波形の抽出の閾値にまだ、解析していない候補があり得たということである。本研究では、バースト抽出条件を 10%MVC, 20%MVC などより大きなピーク振幅、あるいは 0.25 秒よりももっと長い持続時間のなどの抽出閾値を設定した場合については検討していない。この点については、今回の解析条件において両群の平均値や中央値は近似しており、度数分布でも、幅広い階級でオーバーラップがみられたことから、バースト抽出条件の大小を変更しても単純な抽出閾値の設定だけでは、自覚なし群と自覚あり群の分布が大きく分かれる可能性は少ないものとの推測された。しかし、覚醒時ブラキシズムの診断へ用いる筋電図解析パラメータとして何を用いるかについては、今後さらに検討が必要である。

参照至適基準が明確でない現状で、今後行うべき作業ステップとしては、筋電図結果と d-AB の自覚の有無以外の、d-AB との関連が推測されている臨床所見（例えば頬粘膜の圧痕、筋の疲労、咬耗など）との関係を網羅的に解明することが挙げられる。また、その網羅的検討の際に、波形の抽出条件のパラメータの組み合わせや各々のカットオフ値のパターンを本研究よりさらに増やして検討することが考えられる。

複数の組み合わせや他の情報との組み合わせへの展開の場合、標準化積分値は有力な候補と考えられた。前述のように本研究で用いたパラメータは、何れも P-AB 群と NP-AB 群の間で有意差がなかった。しかし、標準化積分値は、有意差は認められなかったものの、P-AB 群の方が NP-AB 群より大きな値を示す傾向は、本研究の各パラメータの中では、最も明確であった。日中の咀嚼筋活動では低く長い波形、大きい短い波形など様々な波形が想定される。そのような多様な波形の筋電図による筋活動の評価については、波形の振幅と持続時間の両者を反映し、筋が消費するエネルギーを表す指標にもなり得る、波形積分値で検討するのが合理的という考え方もできる。これらの点から、今回用いた解析パラメータの中では、標準化積分値は、d-AB の筋電図による診断・評価のパラメータの有力な候補の一つと考えられた。

そのような覚醒時の咀嚼筋活動に関する網羅的解析によっても、明確に d-AB の有無の基準を決めるのは難しいことは十分予想される。その場合は、筋電図の各解析パラメータの数値によりグレーディングを構築し、大小評価の参照値とする方法が考えられる。その際、筋電図の各解析パラメータの数値にいくつかの臨床所見を組み合わせたグレーディングの設定も検討する価値はあるものと思われる。これらについては、

今後の課題である。

結論

日中のくいしぼりの自覚あり，自覚なしの集団の日中覚醒時咬筋筋電図波形の実態を検証したところ，筋電図波形の定量化のパラメータとして用いたバースト数，エピソード数，バーストピーク振幅値，バースト持続時間，バースト積分値の何れの値も被験者間のバリエーションは大きいことが明らかとなり，検査値により定量的に d-AB の重症度を分類する必要性が示唆された．自覚あり群と自覚なし群の比較では，何れのパラメータにおいても両群間で有意差はなく，度数分布表示でのオーバーラップが大きく，日中のくいしぼりの自覚の有無だけで，筋活動を予測するのは難しいことが示唆された．そのため，今回得られた，咬筋筋電図波形の各パラメータの度数（頻度）分布は，個別の患者の d-AB がどの程度のレベルかを把握するための一つの指標となると考えられた．日中のくいしぼりの自覚の有無による筋電図検査結果の違いが明確でなかったことから，筋電図検査による d-AB あり，d-AB なしの診断基準となるカットオフ値の設定を，日中のくいしぼりの自覚の有無だけを参照して行うのは困難であり，今後，他の臨床症状など関連の可能性のある様々な要因と筋電図波形との関連も含め網羅的に検証する必要性が考えられた．

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，山口泰彦先生に謹んで深謝の意を表します．また，本研究にご協力を頂いた，北海道大学，佐藤華織先生，齋藤大嗣先生，後藤田章人先生，三上紗季先生，東北大学，服部佳功先生，新潟大学，小野高裕先生，荒井良明先生，長谷川陽子先生，日本歯科大学，志賀博先生，神奈川歯科大学，玉置勝司先生，大阪歯科大学，田中順子先生，広島大学，津賀一弘先生，安部倉仁先生，鹿児島大学，宮脇正一先生，前田綾先生，西安電子科技大学，清水孝一先生，北海道大学，加藤祐次先生，芝浦工業大学，浪田健先生に深く感謝致します．

利益相反

本研究に関して，開示すべき利益相反状態はない．

文献

[1] Chen WH, Lu YC, Lui CC, Liu JS. A proposed mechanism for diurnal/nocturnal bruxism: hypersensitivity of presynaptic dopamine receptors in the frontal lobe. J Clin Neurosci. 2005 Feb;12(2):161-3.

[2] Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, Yamaguchi T, Raphael K. Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians. J Oral Rehabil. 2008 Jul;35(7):476-

[3] Kwak YT, Han IW, Lee PH, Yoon JK, Suk SH. Associated conditions and clinical significance of awake bruxism. *Geriatr Gerontol Int.* 2009 Dec;9(4):382-90.

[4] 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.* 2013 Jan;40(1):2-4.

[5] Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T, Santiago V, Winocur E, De Laat A, De Leeuw R, Koyano K, Lavigne GJ, Svensson P, Manfredini D. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *J Oral Rehabil.* 2018 Nov;45(11):837-844.

[6] Sato F, Kino K, Sugisaki M, Haketa T, Amemori Y, Ishikawa T, Shibuya T, Amagasa T, ShibuyaT, Tanabe H, Yoda T, Sakamoto I, Omura K, Miyaoka H. Teeth contacting habit as a contributing factor to chronic pain in patients with temporomandibular disorders. *J Med Dent Sci.* 2006 Jun;53(2):103-9.

[7] Emodi Perlman A, Lobbezoo F, Zar A, Friedman Rubin P, van Selms MK, Winocur E. Self-Reported bruxism and associated factors in Israeli adolescents. *J Oral Rehabil.* 2016 Jun;43(6):443-50.

[8] Wetselaar P, Vermaire EJH, Lobbezoo F, Schuller AA. The prevalence of awake bruxism and sleep bruxism in the Dutch adolescent population. *J Oral Rehabil.* 2021 Feb;48(2):143-149.

[9] Emodi-Perlman A, Manfredini D, Shalev T, Yevdayev I, Frideman-Rubin P, Bracci A, Arnias-Winocur O, Eli I. Awake Bruxism-Single-Point Self-Report versus Ecological Momentary Assessment. *J Clin Med.* 2021 Apr 15;10(8):1699.

[10] Colonna A, Lombardo L, Siciliani G, Bracci A, Guarda-Nardini L, Djukic G, Manfredini D. Smartphone-based application for EMA assessment of awake bruxism: compliance evaluation in a sample of healthy young adults. *Clin Oral Investig.* 2020 Apr;24(4):1395-1400.

[11] Dias R, Vaz R, Rodrigues MJ, Serra-Negra JM, Bracci A, Manfredini D.

Utility of Smartphone-based real-time report (Ecological Momentary Assessment) in the assessment and monitoring of awake bruxism: A multiple-week interval study in a Portuguese population of university students. *J Oral Rehabil.* 2021 Dec;48(12):1307-1313.

[12] Bracci A, Djukic G, Favero L, Salmaso L, Guarda-Nardini L, Manfredini D. Frequency of awake bruxism behaviours in the natural environment. A 7-day, multiple-point observation of real-time report in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2018 Jun;45(6):423-429.

[13] Kato T, Akiyama S, Kato Y, Yamashita S, Masuda Y, Morimoto T. The occurrence of spontaneous functional and nonfunctional orofacial activities in subjects without pain under laboratory conditions: a descriptive study. *J Orofac Pain* 2006;20(4):317-324.

[14] Monteiro UM, Soares VBRB, Soares CBRB, Pinto TCC, Ximenes RCC, Araújo Cairrão Rodrigues M. Electromyographic Patterns and the Identification of Subtypes of Awake Bruxism. *Front Hum Neurosci.* 2021 Jan 28;14:601881.

[15] Kato S, Ekuni D, Kawakami S, Mude AH, Morita M, Minagi S. Relationship between severity of periodontitis and masseter muscle activity during waking and sleeping hours. *Arch Oral Biol.* 2018 Jun;90:13-18.

[16] Rofaeel M, Chow JC, Cioffi I. The intensity of awake bruxism episodes is increased in individuals with high trait anxiety. *Clin Oral Investig.* 2021 May;25(5):3197-3206.

[17] Prasad S, Paulin M, Cannon RD, Palla S, Farella M. Smartphone-assisted monitoring of masticatory muscle activity in freely moving individuals. *Clin Oral Investig.* 2019 Sep;23(9):3601-3611.

[18] Cioffi I, Landino D, Donnarumma V, Castroflorio T, Lobbezoo F, Michelotti A. Frequency of daytime tooth clenching episodes in individuals affected by masticatory muscle pain and pain-free controls during standardized ability tasks. *Clin Oral Investig.* 2017 May;21(4):1139-1148.

[19] Mude AH, Kawakami S, Kato S, Minagi S. Properties of tonic episodes of masseter muscle activity during waking hours and sleep in subjects with and

without history of orofacial pain. J Prosthodont Res. 2018 Apr;62(2):234-238.

[20] 渡邊一彦, 山口泰彦, 後藤田章仁ほか. 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

[21] 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 Jan;62(1):110-115.

[22] Lavigne GJ, Rompré PH, Montplaisir JY. Sleep bruxism: validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. J Dent Res. 1996 Jan;75(1):546-52.

[23] Dutra KM, Pereira FJ Jr, Rompré 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 Feb;36(2):86-92.

[24] 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 Jan;39(1):2-10.

[25] 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 Sep;86(9):837-42.

[26] The AASM manual for the scoring of sleep and associated events; rules, terminology and technical specifications, version 2.3

[27] Carra MC, Huynh N, Lavigne GJ. Diagnostic accuracy of sleep bruxism scoring in absence of audio-video recording: a pilot study. Sleep Breath. 2015 Mar;19(1):183-90.

[28] Maeda M, Yamaguchi T, Mikami S, Yachida W, Saito T, Sakuma T, Nakamura H, Saito M, Mizuno M, Yamada K, Satoh K. Validity of single-channel masseteric electromyography by using an ultraminiature wearable electromyographic device for diagnosis of sleep bruxism. J Prosthodont Res. 2020 Jan;64(1):90-97.

[29] Mikami S, Yamaguchi T, Saito M et al. Validity of clinical diagnostic criteria for sleep bruxism by comparison with a reference standard using masseteric electromyogram obtained with an ultraminiature electromyographic device. *Sleep Biol. Rhythms* 20, 297-308 (2022).



図1 ウェアラブル筋電計 FLA-500-SD 装着時

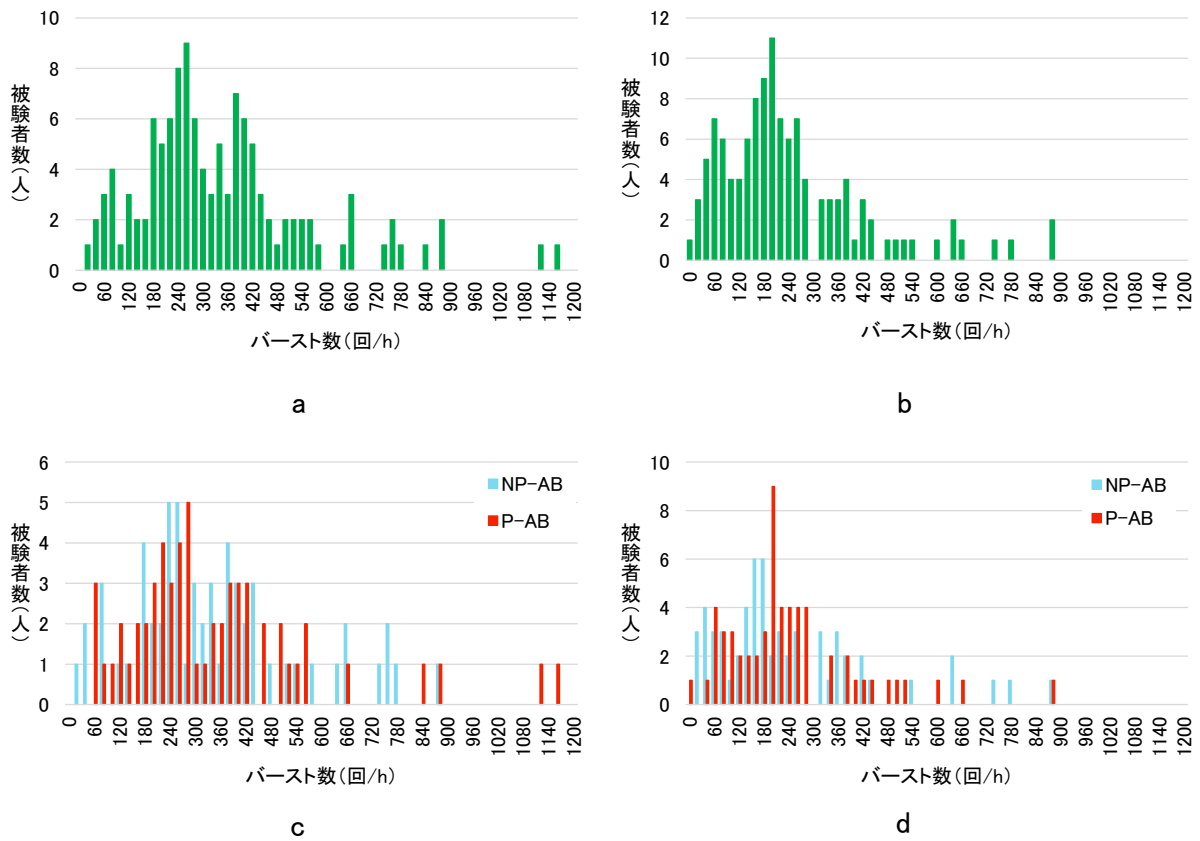


図 2, 波形抽出条件基線 2 倍以上, 5%MVC 以上における Burst/h の度数分布
a : 基線 2 倍以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
b : 5%MVC 以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
c : 基線 2 倍以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布
d : 5%MVC 以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布

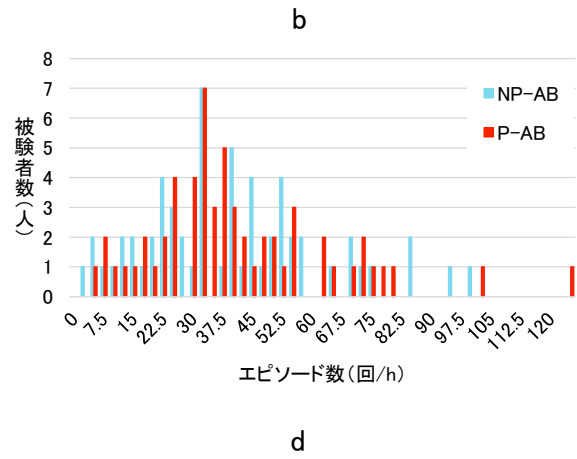
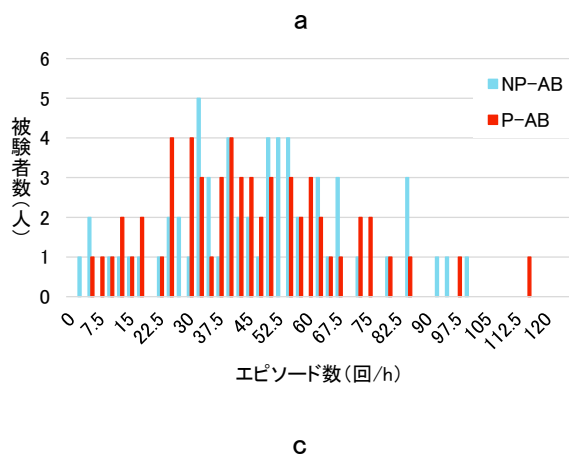
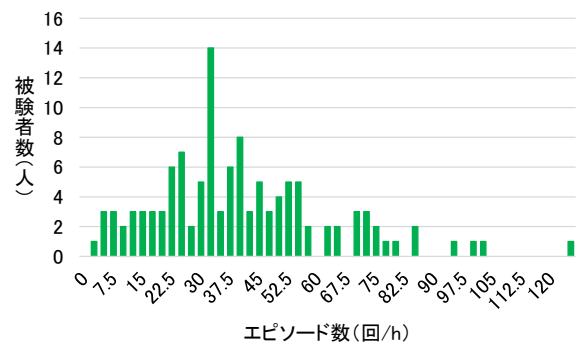
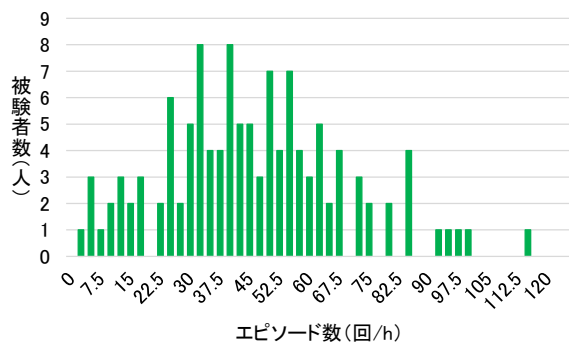
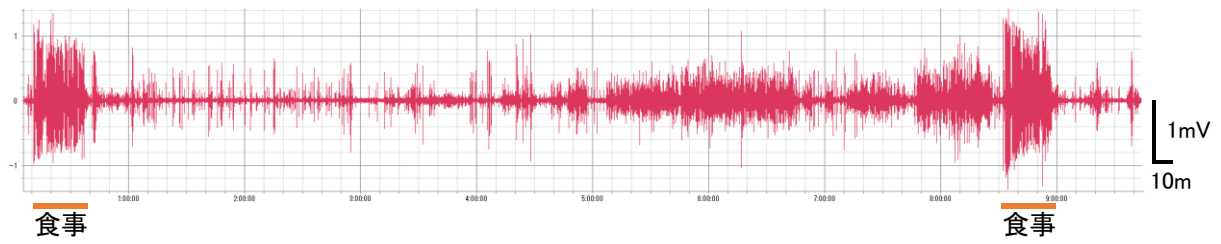
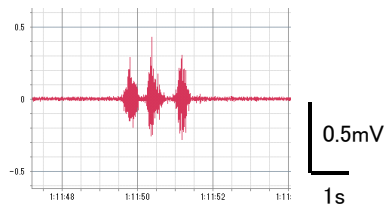


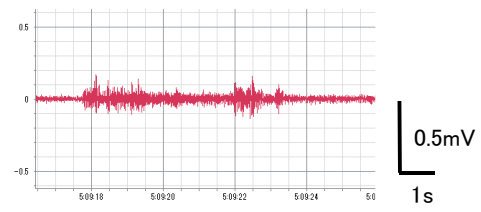
図 3, 波形抽出条件基線 2 倍以上, 5%MVC 以上における episode/h の度数分布
 a : 基線 2 倍以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
 b : 5%MVC 以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
 c : 基線 2 倍以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布
 d : 5%MVC 以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布



a



b



c

図 4. NP-AB 群でも Burst/h, Episode/h が多かった例

a : 解析開始から解析終了までの波形全体図

b : phasic burst の拡大図

c : tonic burst の拡大図

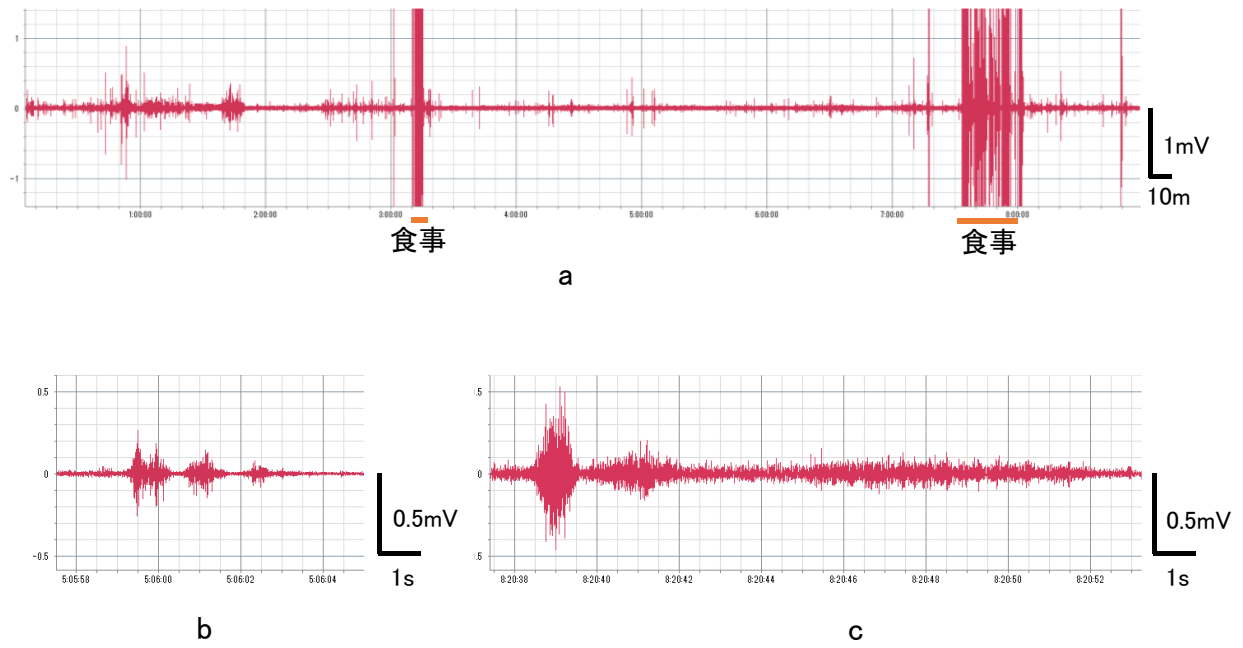


図 5. P-AB 群でも Burst/h, Episode/h が少なかった例
 a : 解析開始から解析終了までの波形全体図
 b : phasic burst の拡大図
 c : tonic burst の拡大図

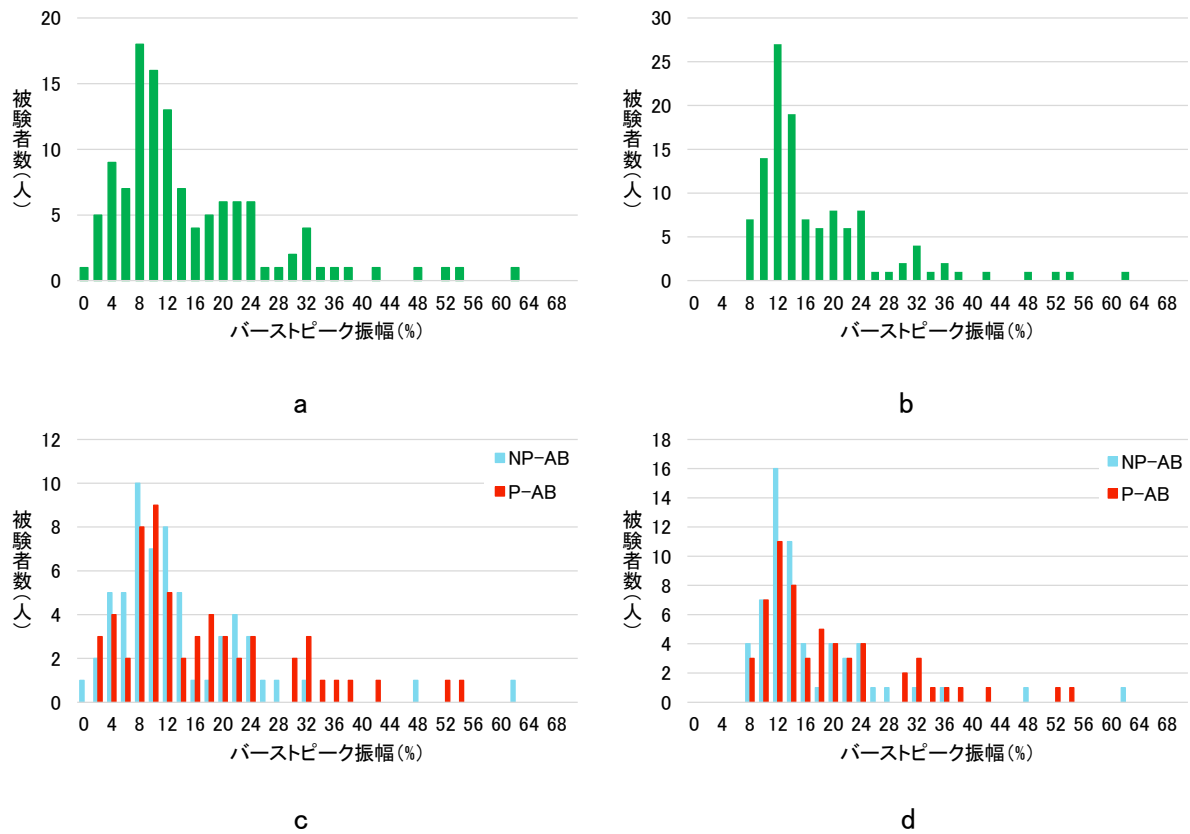


図 6, 波形抽出条件基線 2 倍以上, 5%MVC 以上におけるバーストピーク振幅の度数分布

- a : 基線 2 倍以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
- b : 5%MVC 以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
- c : 基線 2 倍以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布
- d : 5%MVC 以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布

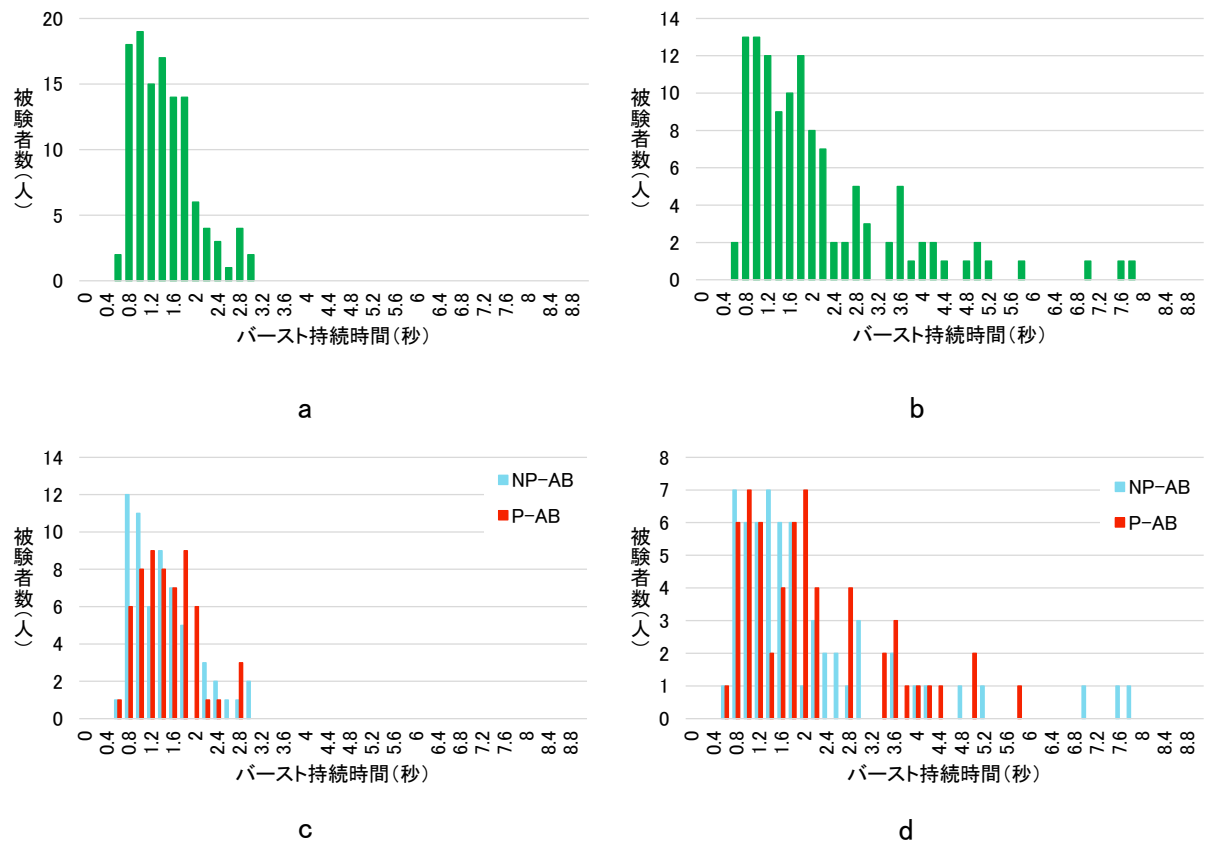


図 7, 波形抽出条件基線 2 倍以上, 5%MVC 以上におけるバースト持続時間の度数分布
a : 基線 2 倍以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
b : 5%MVC 以上の抽出条件における被験者 total の度数分布
c : 基線 2 倍以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布
d : 5%MVC 以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布

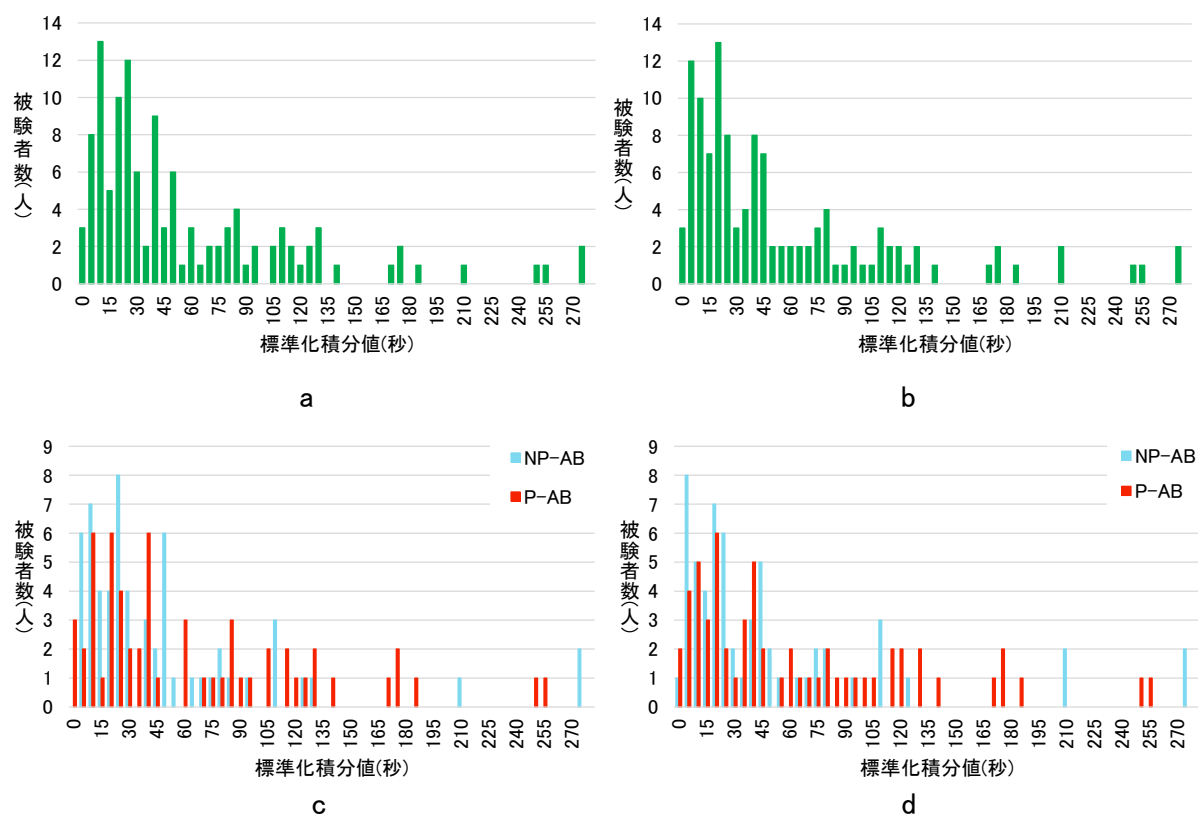


図 8, 波形抽出条件基線 2 倍以上, 5%MVC 以上における標準化積分値の度数分布

a : 基線 2 倍以上の抽出条件における被験者 total の度数分布

b : 5%MVC 以上の抽出条件における被験者 total の度数分布

c : 基線 2 倍以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布

d : 5%MVC 以上の抽出条件における P-AB 群, NP-AB 群の度数分布

表 1, 全被験者, P-AB 群, NP-AB 群の基線 2 倍以上, 5%MVC 以上における波形解析結果

		Mean	SD	5perc- entiles	1st quartile	Median	3rd quartile	95perc- entiles
バースト数(回/h)								
基線 2 倍 以上	Total	356.46	211.52	90.26	224.54	304.71	427.07	775.55
	P-AB	356.25	225.99	90.41	222.5	290.17	424.16	855.77
	NP-AB	356.67	196.26	89.56	231.91	318.21	432.78	763.68
5%MVC 以上	Total	252.73	176.73	44.17	136.48	209.23	330.54	641.98
	P-AB	252.95	161.61	61.33	142.28	217.4	287.88	543.71
	NP-AB	252.51	190.44	40.09	130.17	189.15	343.51	653.12
エピソード数(回/h)								
基線 2 倍 以上	Total	47.08	22.46	10.51	32.50	45.17	60.23	86.38
	P-AB	46.06	22.24	12.69	31.79	43.01	59.45	82.16
	NP-AB	48.08	22.63	10.32	33.71	47.92	60.76	87.39
5%MVC 以上	Total	41.62	22.67	9.50	26.87	37.94	53.65	82.10
	P-AB	42.31	22.88	10.10	28.94	37.94	52.34	78.92
	NP-AB	40.94	22.45	9.54	23.62	38.84	53.81	85.71
波形ピーク振幅(%)								
基線 2 倍 以上	Total	16.15	11.31	4.34	9.15	12.45	21.11	36.60
	P-AB	17.68	11.99	4.34	9.59	12.93	23.58	40.38
	NP-AB	14.65	10.39	4.51	8.80	11.67	19.98	29.72
5%MVC 以上	Total	18.93	9.94	9.80	12.69	14.88	22.69	37.30
	P-AB	20.22	10.39	10.03	13.21	16.87	24.14	40.38
	NP-AB	17.66	9.31	9.79	12.50	14.49	20.59	32.58
波形持続時間(秒)								
基線 2 倍 以上	Total	1.55	0.55	0.88	1.15	1.43	1.86	2.69
	P-AB	1.58	0.50	0.90	1.21	1.5	1.89	2.46
	NP-AB	1.51	0.59	0.84	1.06	1.40	1.74	2.68
5%MVC 以上	Total	2.21	1.41	0.91	1.26	1.80	2.71	5.10
	P-AB	2.19	1.21	0.94	1.25	1.90	2.86	4.55
	NP-AB	2.23	1.58	0.91	1.26	1.71	2.59	5.38
標準化積分値(秒)								
基線 2 倍 以上	Total	60.17	59.33	7.40	20.15	40.90	84.77	177.99
	P-AB	67.92	60.86	8.51	21.91	42.79	102.58	177.99
	NP-AB	52.55	56.76	7.42	18.05	31.91	60.92	134.61
5%MVC 以上	Total	59.74	60.92	7.00	18.57	39.62	83.67	188.74
	P-AB	67.07	60.77	9.06	21.35	41.11	100.43	177.99
	NP-AB	52.54	60.20	6.46	16.77	29.04	60.26	210.33

英文

Title

Investigation on the actual state of awake masseter muscle activity during daytime

Abstract

Aim: Bruxism is considered to occur during sleep and awake state. Diagnosis and evaluation of diurnal awake bruxism (d-AB) have mainly been based on patient's awareness of d-AB. Due to the difficulty of the examination method during daytime activities, regarding electromyography (EMG) of the masticatory muscle, which is an objective examination method, in both normal subjects and bruxers with d-AB, accumulation of EMG data of masticatory muscles during daytime in daily life was insufficient. Therefore, regarding d-AB, at present, there are no clinical diagnostic criteria, no criteria for testing methods, and no criteria for judging whether obtained value using some examination device is normal or abnormal. Therefore, we collected and analyzed daytime EMG data of masseter muscle in daily life of multi-samples using a wearable EMG in a multi-institutional collaboration, and create a database. As the first step toward establishing diagnostic criteria for d-AB, this study aimed to clarify the actual state of masseter muscle activity during daytime based on the collected data and the relationship between self-reported d-AB awareness and masseter muscle activity during diurnal awakening.

Methods: Using an ultra-miniature wearable EMG device, masseteric EMG of the main masticatory side of a total of 119 subjects (59 subjects who were aware of d-AB and 60 subjects who were not aware of d-AB) were recorded throughout the day. The number of measurement days was 3 days, and EMG analysis was performed on the EMG data during daytime except mealtime on the second day of measurement. We extracted waveforms under the two conditions: more than twice the baseline and more than 5% MVC (maximum voluntary clenching). Then, the number of bursts, number of episodes, burst duration, burst peak amplitude, and integral value of burst were calculated for each subject. For standardization, the burst peak amplitude and integral value of burst were divided by the MVC value of each subject to obtain the %MVC value and the burst standardized integrated value.

Result: There were no significant differences between the groups with and without awareness of d-AB in terms of the number of bursts, number of episodes, burst peak amplitude, waveform duration, and integral value of burst. In the frequency distribution, all parameters were distributed over a wide range, and it was clarified that there was a large overlap between the group with awareness of d-AB and the

group without awareness of it.

Conclusion: It became clear that there was a large variation among subjects in the values of all EMG waveform parameters, and it was suggested that the need to quantitatively classify the severity of d-AB based on objectively examined value. When comparing the group with awareness of d-AB and the group with non-awareness of it, there was no significant difference between the two groups in any parameter, and the overlap in the frequency distribution display was large. Therefore, it was suggested that it is difficult to predict muscle activity based only on the presence or absence of awareness of clenching during the day. The frequency distribution of each parameter of the masseteric EMG waveform obtained by this study was thought to be an index for grasping the level of d-AB in individual patients.

Keyword: bruxism, diurnal awake bruxism, wearable electromyograph, electromyogram, diagnostic criteria