

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：32404

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K19101

研究課題名（和文）日中の筋電図バイオフィードバック訓練による夜間グライディング及び中枢への影響

研究課題名（英文）Effects of Daytime Biofeedback Training on Sleep grinding and Central nervous system

研究代表者

村上 小夏（斉藤小夏）（MURAKAMI-SAITO, Konatsu）

明海大学・歯学部・助教

研究者番号：00824533

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：日中の咀嚼筋筋電図バイオフィードバック（以下、EMG-BF）訓練が覚醒時ブラキシズムおよび睡眠時ブラキシズムに抑制効果を与えることが報告されている（Watanabe et al 2011）。EMG-BF訓練は日中のブラキシズムに対する訓練であり、その効果が睡眠時のグライディングに及ぼす影響は未だ不明である。そこで、日中のクレンチングに対するEMG-BF訓練が夜間のグライディングに及ぼす影響を調べる目的で本研究を計画した。実験計画に基づき研究を遂行し、データの解析を主におこなった。さらに本年度は国内学会で成果発表ならびに英語論文の投稿をおこない、最終年度のまとめとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ブラキシズム（咬みしめや歯ぎしり）は口腔内装置の破壊や歯の咬耗を引き起こすだけでなく、歯周病や顎関節症などにも影響をおよぼすとされています。しかしながら、ブラキシズムの発生機序や診断基準などは未だ解明されていません。これまでに日中のバイオフィードバック訓練により夜間のブラキシズムの抑制効果が報告されています。ただし、この報告ではクレンチング（咬みしめ）に対する研究報告であり、グライディング（歯ぎしり）に対する研究報告はありません。そこで本研究では、日中のバイオフィードバック訓練により夜間のグライディングの抑制効果を検証することを目的としています。

研究成果の概要（英文）：Bruxism is a critical issue from the dental practical point of view, and masticatory muscle electromyographic (EMG) biofeedback (BF) is one of the strategies of the cognitive behavioral therapies used for its regulation. The previous study revealed that EMG tonic components during sleep decreased after daytime EMG-BF. However, the effect of daytime EMG-BF on rhythmical masticatory muscle activity (RMMA) has not been clarified yet. The present study therefore, aimed to examine the effect of EMG-BF training to reduce daytime clenching on the phasic components of EMG during sleep. These results suggest that using EMG-BF training for daytime bruxism can work as an effective approach to regulate nocturnal bruxism in terms of the phasic and tonic components. With the limitation of study design, it can be concluded that daytime EMG-BF may have potential therapeutic strategy to regulate sleep bruxism.

研究分野：歯科補綴学分野

キーワード：ブラキシズム 携帯型咀嚼筋筋電図 バイオフィードバック訓練 グライディング

### 1. 研究開始当初の背景

覚醒時ブラキシズム(Awake Bruxism: AB)および睡眠時ブラキシズム(Sleep Bruxism: SB)は歯科補綴装置だけでなく、顎口腔系に多くの弊害をもたらすとされている。ABの抑制に対する研究報告は多くなされているが、SBの抑制に対する研究報告は少ない。その理由として、従来の研究で使用されているEMG測定装置は大型であり、装着により被験者の日常生活に支障をきたし、日中の測定に適していないことが挙げられる。また、EMG波形の解析の際に、食事や会話などの機能運動と、クレンチング等の非機能運動をEMG上で識別しなければならないことが理由として挙げられる。日中の咀嚼筋筋電図バイオフィードバック(EMG-BF)訓練によるブラキシズム抑制効果の報告には、ABおよびSBに抑制効果を与えることが報告されている(Watanabe et al 2011)。これらの報告では、咬みしめを主体とするクレンチングの抑制効果についての報告であり、歯ぎしりを主体とするグライディングにおよぼす影響は未だ不明である。夜間におけるグライディングは患者自身の顎口腔系に弊害をもたらすだけでなく、睡眠同伴者の睡眠を妨げる一因となり得る。そこで、EMG-BF訓練がグライディングにおよぼす影響を調べることにした。

### 2. 研究の目的

これまでの本分野での研究により日中のEMG-BF訓練がABおよびSBに抑制効果を与えることが報告されている(Watanabe et al 2011)。Satoらは日中のEMG-BF訓練が夜間のクレンチング抑制に効果を認めることを報告した(J Oral Rehabil. 2015)。しかしこの報告は、SBのうちtonic成分であるクレンチングを対象としたものであり、夜間のグライディングに対する検討はなされていない。したがって睡眠時のグライディングにおよぼす影響は未だ不明である。そこで、日中のクレンチングに対するEMG-BF訓練が夜間のグライディングにおよぼす影響を調べる目的で本研究を計画した。さらにSB発生に伴い一過性の覚醒や心拍数の上昇を認めることが、脳波等の解析結果に基づく実験から明らかになっている。中枢におけるバイオフィードバックループの関与が考えられているものの、詳細は解明されていない。そこで、これまで行ってきたEMG-BF訓練による睡眠の質への影響に加え、脳波、心電図の変化も解析対象とすることで、EMG-BF訓練が中枢におよぼす影響を検証していく。

### 3. 研究の方法

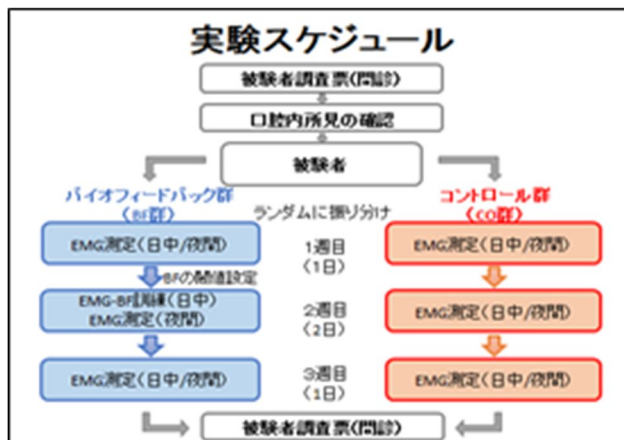
実験に用いる装置本体は縦65mm、横25mm、本体15g、電極6gの補聴器の形状をしている。小型かつ軽量の耳かけ式であり、外観に触れにくい設計である。また、64Hzのサンプリング周波数で連続9時間の記録が可能であり、日常生活環境下において無拘束かつ長時間のEMG記録が可能である。この携帯型EMG-BF装置では日中にEMG-BF訓練を行い、夜間はEMG測定のみでEMG-BF訓練を行わないので夜間の睡眠の妨げにならないよう配慮することができる。

#### (1) 被験者

アメリカ睡眠医学会の睡眠国際分類を基に被験者問診票を作成し配布した。回答結果のうち、適格基準1として睡眠中の歯ぎしりの自覚、または、指摘を受けたことがある。昼間、上下の歯を合わせてしまう自覚がある。この2つの条件を満たす者を選択する。その後、口腔内所見を確認し、適格基準2と照合する。適格基準2として頬圧痕もしくは舌圧痕を認める。咬筋肥大を認める。骨隆起がある。咀嚼筋の圧痛を認める。下顎前歯部切縁に、咬耗による象牙質の露出が線状を超えた範囲で認められる。以上の項目の一つでも該当することとする。除外基準は以下に示す項目の一つでも該当する場合とする。可撤性義歯を装着している。臼歯部の咬合支持域がない。実験開始日からさかのぼり、過去1か月以内に抗炎症薬あるいは筋弛緩薬を服用した。重度の歯周疾患に罹患している。これらの条件を満たし、実験の概要説明を行った後、同意の得られた者を被験者として選択した。被験者は、ランダムにバイオフィードバック群(BF群)とコントロール群(CO群)に振り分けた。

#### (2) 実験スケジュール

被験者をBF群と、CO群にランダムに振り分けた。初夜効果を排除したのち3週間の実験を行った。同日の日中と夜間睡眠時を測定対象とした。日中の測定は昼食をはさむ5時間とし、夜間睡眠時の測定は睡眠時間帯から5時間を抽出し解析を行った。入眠時間の確認は、ポリソムノグラフ記録(polysomnography: PSG)で確認した。BF群の1週目の測定では、BF信号発生の閾値を決定するためにベ



ースラインデータを記録した。ベースラインデータをもとに、Watanabe らの方法に準じて EMG-BF 訓練に必要な閾値を設定した。2 週目に電子音による EMG-BF 訓練を 2 日間連続で行い、3 週目では再度日中・夜間ともに EMG 測定を 1 日行った。EMG-BF 訓練では閾値を超えた筋電図波形が認識された場合に、本体から電子音が発生し、本人にその行動を認識させる聴覚バイオフィードバックを行った。CO 群はいずれの測定にも BF 信号を発生させず、BF 群と同様のスケジュールで EMG 測定のみ実施した。

#### (3) 記録装置および記録条件

日中の EMG 測定および EMG-BF 訓練には、携帯型の EMG-BF 装置を用いた。問診にて確認した主咀嚼側側頭筋前部筋束を測定部位として選択した。双極電極ユニットを測定部位に貼付、不閉電極を耳朶裏面に貼付し、双極誘導法で EMG を導出した。夜間睡眠中には、寝返りによる姿勢変化の際に、本体および電極ユニットが脱離し測定に支障をきたすことが考えられるため、電極ユニットのケーブルを 90 cm とし、本体を衣服の胸ポケット等に収納して記録した。EMG 測定に際し、入力信号のキャリブレーションとして、日中および夜間睡眠時それぞれの記録開始前に、最大咬合力にて 3 秒間の咬みしめを 3 回行わせ、その平均筋活動量を最大咬合力(100% maximum voluntary contraction; 以下 100%MVC)時の筋活動量とした。なお、3 回の最大咬みしめの施行間に 30 秒のインターバルを設け、筋疲労の影響を配慮した。得られた EMG の測定結果は相対的な筋活動量(%MVC)で評価した。PSG 装置としてマルチテレメーターシステム(WEB-5000, 日本光電工業株式会社, 東京)を用いた。脳波測定では国際 10 - 20 法の電極貼付位置に基づき C3-A2, O2-A1 に電極を貼付し記録した。睡眠段階の判定、心電図、眼電図、体動、呼吸、SpO<sub>2</sub> の測定、ビデオ撮影を行った。

#### (4) 閾値設定

EMG-BF 訓練における閾値は Watanabe らの方法に準じて、筋活動量(%MVC)と持続時間の組み合わせにより決定し、食事、会話時の機能的な筋活動に対して BF 信号が発生せず非機能運動時に本人にのみ BF 信号が認知できるようにした。すなわち特異度 100%の組み合わせのうち感度が最も高くなる閾値をベースラインデータより求め、被験者ごとに設定した。

#### (5) データ解析

EMG の解析には専用のソフトウェアを用い、EMG 記録を全波整流および実効値変換を行った。ベースラインデータから設定された閾値に基づいてイベント数を検出した。検出するイベントはグラインディングを主体とする phasic 型の burst イベントとした。phasic burst を検出するために用いた閾値の%MVC は、Lavigne らの基準に基づき 20%MVC の信号が 0.25 秒以上 2 秒未満の持続時間である場合とした。イベントの検出後、各週における BF 群および CO 群の phasic burst イベント数の比較を行った。BF 群の 2 週目は、連続した 2 日間の BF 訓練のうち 2 日目のデータを対象とした。

EEG 及び ECG の解析は、入眠から 5 時間を対象とした 多用途生体情報解析プログラム(BIMUTAS, キッセイコムテック株式会社, 長野)を用い、高速フーリエ変換によりパワースペクトル解析を行い、波(0.5 - 4Hz)、波(4 - 8Hz)、波(8 - 13Hz)、波(12.75 - 15Hz)、low 波(13 - 22Hz)、high 波(22 - 32Hz)それぞれの含有率を算出した。波および波に関して 1 から 3 週の推移を検討した。

## 4. 研究成果

EMG 測定および EMG-BF 訓練は連続 3 週間の実験を行い、同日の日中と夜間睡眠時を測定対象としている。また得られたデータは EMG-BF 装置に直接書き保存されるため、データの記録・保存・解析を行うためには EMG-BF 装置が複数台必要となるため経費を用いて購入した。パソコンについてもデータ変換用、解析用等で複数台必要となるため購入した。

被験者の選定については、100 枚以上の問診表を配布した。問診票はアメリカ睡眠医学会の睡眠国際分類を基に被験者問診票を作成した。回答結果のうち、前述した適格基準 1 を満たす者を選択し、その後口腔内所見を確認し、適格基準 2 と照合した。本研究を行なうにあたり除外基準に該当するものは含まれなかった。これらの該当基準を満たした者を実験の概要説明を行った後、同意の得られた者を被験者として選択した。その後、被験者を BF 群と、CO 群にランダムに振り分け、初夜効果を排除したのち 3 週間の実験を行った。被験者のスケジュールを 3 週間分確保する必要があるため、被験者選定後実験がスタートするまでには日数を要することがあるが、実験が終了したもとのデータ解析を進めた。

研究結果として、日中のバイオフィードバック訓練により夜間の phasic burst イベント数が有意な減少傾向を示したため、グラインディングに対する抑制効果が認められた。このことは、日中のクレンチングと夜間のブラキシズムに関連があることによるものと思われるが、両者の発生メカニズム、さらには抑制系の詳細が不明であり、今回の実験結果からは明確に言及できなかった。

初年度の研究報告として、国内で行われた日本補綴歯科学会東関東支部学術大会にて浅見和哉、佐藤雅介、村上小夏、磯貝知範、三浦賞子、勅使河原大輔、橋戸広大、藤田崇史、前田拓郎、塚田翔平、井口将、藤澤政紀とともに「小型タブレット端末と筋電計による覚醒時ブラキシズムの評価」として発表した。現在、ブラキシズム抑制に用いられる認知行動療法の多くは、睡眠中に微弱な電流を電極から流すという手法をとっている。2018 年に報告された EMG バイオフィードバックによる SB 抑制のシステムティックレビュー(Jokubauskas L; J Oral Rehabil. 2018)

でも、睡眠の妨げに対する懸念が述べられている。一方、本研究で使用している携帯型 EMG-BF 装置は、日中を対象として聴覚フィードバックによる手法を用いており侵襲が少ないことが特徴である。また、本体が小型かつ軽量であり、電極の貼付位置からも外観に触れにくい設計のため、日常生活環境下での EMG-BF 訓練が可能であることから差別化ができる。この学会発表でも装置に対する質問や実験方法に関する質問などが寄せられ、関心度の高さを実感した。

最終年度の研究報告として、論文を 2 編投稿した。J Oral Rehabil.2020. 47 827-833.(DOI: 10.1111/joor.129)にて Saito-Murakami Konatsu, Sato Masayuki, Otsuka Hidetoshi, Miura Hiroki, Terada Nobuyuki, Fujisawa Masanori として「Daytime Masticatory Muscle Electromyography Biofeedback Regulates the Phasic Component of Sleep Bruxism」を投稿した。また、明海歯学. 2020. 49 23-31.(DOI: なし)にて佐藤雅介, 村上小夏, 三浦寛貴, 浅見和哉, 塚田翔平, 磯貝知範, 勅使河原大輔, 三浦賞子, 藤澤政紀とともに「覚醒時ブラキシズムに対する EMG バイオフィードバック訓練が筋痛の症状改善効果に及ぼす影響」を投稿した。国内外の学会で発表予定であったが、コロナ渦で延期となった。海外雑誌への投稿により、論文内容の問い合わせがあり、注目を浴びていることがうかがえた。本研究を通して国内の学会発表および国内外の論文投稿により、研究内容を広く示すことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Saito Murakami Konatsu, Sato Masayuki, Otsuka Hidetoshi, Miura Hiroki, Terada Nobuyuki, Fujisawa Masanori	4. 巻 47
2. 論文標題 Daytime masticatory muscle electromyography biofeedback regulates the phasic component of sleep bruxism	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Oral Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 827 ~ 833
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joor.12979	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐藤雅介, 村上小夏, 三浦寛貴, 浅見和哉, 塚田翔平, 磯貝知範, 勅使河原大輔, 三浦賞子, 藤澤政紀	4. 巻 49
2. 論文標題 覚醒時ブラキシズムに対するEMGバイオフィードバック訓練が筋痛の症状改善効果に及ぼす影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 明海歯学.	6. 最初と最後の頁 23 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 浅見和哉, 佐藤雅介, 村上小夏, 磯貝知範, 三浦賞子, 勅使河原大輔, 橋戸広大, 藤田崇史, 前田拓郎, 塚田翔平, 井口将, 藤澤政紀
2. 発表標題 小型タブレット端末と筋電計による覚醒時ブラキシズムの評価
3. 学会等名 日本補綴歯科学会東関東支部学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三浦寛貴, 齊藤小夏, 佐藤雅介, 大塚英稔, 浅見和哉, 藤澤政紀
2. 発表標題 日中の筋電図バイオフィードバック訓練が夜間睡眠時の心拍変動に及ぼす影響
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------