

令和 3 年 4 月 27 日現在

機関番号：15301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17120

研究課題名(和文) 群化放電に着目した新たな筋機能異常評価システムの開発

研究課題名(英文) Development of a new muscle dysfunction evaluation system focusing on grouped discharge

研究代表者

前田 直人(MAEDA, NAOTO)

岡山大学・歯学部・博士研究員

研究者番号：10708051

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)：本研究の目的は、咬筋筋電図で観察される群化放電波形について詳細な検討を行うことであった。群化放電波形は疲労との関連が報告されているが、咬筋の群化放電に関する研究は世界的にも未だない。

本研究では、健常者と筋筋膜痛を有する患者の咬筋筋電図記録における群化放電波形の発現特性を解析した。その結果、群化放電波形は健常成人と比較して筋症状を伴う顎関節症患者の咬筋筋電図に多く発現していることが分かった。今後は、群化放電波形を利用した新しい筋機能異常の診断システムの開発が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究から、群化放電波形は筋筋膜痛を有する顎関節症患者に多く認められることが分かった。筋・筋膜性疼痛は臨床上遭遇する機会が多いが、レントゲン、MRI、血液検査など一般的に行われる検査では目に見える結果として現れないため、診断、治療が困難である。さらに、頭頸部の筋に関しては十分な科学的検討がなされていない現状がある。

これらのことから、本結果は、未だ科学的データの少ない顎口腔系の種々の機能異常と咀嚼筋活動との関連を明らかにする上で重要な意義を有すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate in detail the grouping discharge waveform observed on the masseter electromyogram. Although it has been reported that the grouped discharge waveform is associated with fatigue, there is no research on the grouped discharge of the masseter muscle in the world.

In this study, we analyzed the expression characteristics of the grouped discharge waveform in the masseter EMG recording of healthy subjects and patients with myofascial pain. As a result, it was found that the grouped discharge waveform was more frequently expressed in the masseter electromyogram of patients with temporomandibular disorders with muscular symptoms than in healthy adults. In the future, it is expected to develop a new diagnostic system for muscle dysfunction using the grouped discharge waveform.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：咬筋 表面筋電図 顎関節症 群化放電 疲労

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

咀嚼筋群を力源として過剰に発揮された力は、歯や補綴装置の寿命を縮め、顎関節にも大きな負荷を与える。近年の歯科臨床の現場において、「力のコントロール」は感染のコントロールと同等に重要な課題であると認識されている。

顎口腔系にかかる力としては夜間ブラキシズムが長く注目されてきたが、近年、TCHをはじめとした日中の非機能的筋活動がこれまで原因不明とされてきた種々の顎口腔系の病態に深く関与していることが明らかになってきている。これは、携帯型筋電計の小型化・高精度化によって日中長時間の筋電図記録が可能となったことに起因しており、未だ科学的データの無い臨床仮説についても今後解明されることが期待されている。

申請者が所属する講座においても、高精度携帯型筋電計(図1)を独自に開発しており、図2に示すようなノイズの少ない筋電図波形を24時間以上継続的に記録することが可能となった(Kumazaki et al, J Oral Rehabil, 2014)。また、種々の被験者を対象とした日中・夜間の長時間咬筋筋電図記録を行っており、日中の間欠的な咬みしめが咬合の崩壊に深く関与していることを明らかにしてきた(Kawakami et al, PLoS One, 2014)。しかし、頭頸部の筋機能異常に関しては未だ科学的データが不足しており、今後の解明が期待されている。



図1. 小型化された高精度携帯型筋電計  
終日の筋電図計測が可能であり、音声センサーで会話時の筋電図を識別することができる。

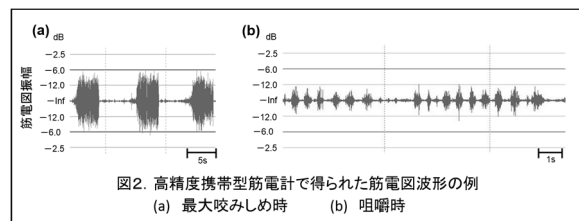


図2. 高精度携帯型筋電計で得られた筋電図波形の例  
(a) 最大咬みしめ時 (b) 咀嚼時

記録した咬筋筋電図波形を観察すると、咀嚼や会話とは明らかに異なり、一定の振幅でリズムカルに持続する特徴的な群化放電波形を認めることがある。この群化放電波形の形状と周波数特徴は、指伸筋で記録された生理的振戦時の筋電図波形と類似している。さらに、生理的振戦は筋疲労によって発現が促進されることが報告されている(Morrison et al, Exp Brain Res, 2005)。しかし、咬筋における群化放電および生理的振戦についての研究はこれまでに世界的にも報告されていない。

### 2. 研究の目的

本研究は、咬筋で記録した筋電図に見られる群化放電波形について詳細な検討を行うことを目的とした。群化放電波形は疲労との関連が報告されているが、咬筋の群化放電に関する研究は世界的にも未だない。したがって咬筋で記録される群化放電波形の発現特性を解析することは、筋機能異常患者の新たな診断システムの確立につながる可能性があると考えられる。

本研究では、咬筋で記録された群化放電波形の発現傾向およびその波形特徴を明らかにすることを目的とした。また、波形が発現しやすい被験者の特徴(筋症状を有する顎関節症患者 etc.)についても明らかにする。さらに、同波形を用いた筋機能異常患者の新たな診断システムを確立することを大きな目標とした。

### 3. 研究の方法

被験者は、岡山大学病院咬合・義歯補綴科を受診した顎関節症患者のうち、RDC/TMD分類に従って筋筋膜痛と診断された女性患者6名(年齢64.5歳±10.6歳)とした。また、同院予防歯科へメンテナンスのため通院している顎関節症を認めない女性患者6名(年齢71.7歳±8.3歳)を対照群とした。被験者の臨床的指標と人口統計的特性を表1に示す。

咬筋筋活動の測定は、Kumazakiらの報告に従って行った。ディスプレイのAg/AgCl表面電極(6×15mm)は、中央に不閉電極を配置し、差動電位検出が可能となるように電極間距離15mmで貼付した。表面電極は、左側咬筋の筋腹中央部に、筋の走行と平行になるように貼付した。電極は生体親和性のある薄いテープで覆った。筋電図の測定は、実験日当日の午前中から翌日の起床時までとした。記録開始時と終了時に最大噛みしめを3回ずつ行うように指示した。

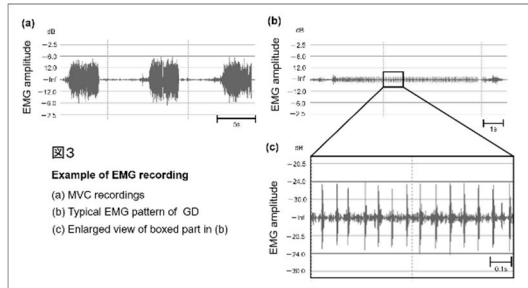
TMD Subject	Sex	Age (years)	TMD type	Muscle pain	Remaining teeth	Denture	Dental Formula
Subject 1	Female	53	I	left	24	—	705 32112 4567—76 432112 4567
Subject 2	Female	72	I	right	21	+	543211234—6543211234567
Subject 3	Female	51	I	left/right	28	—	76543211234567—76543211234567
Subject 4	Female	64	I	left/right	27	—	70543211234 67—87 543211234567
Subject 5	Female	70	I	right	21	+	76 43211234567—9 32112345 8
Subject 6	Female	77	I	left	27	—	6543211234567—76543211234567
Control Subject	Sex	Age (years)	TMD type	Muscle pain	Remaining teeth	Denture	Dental Formula
Subject 1	Female	67	—	—	28	—	87654321123456—76543211234567
Subject 2	Female	81	—	—	23	+	76 43211234 67—7 43211234567
Subject 3	Female	58	—	—	25	—	7654321123456—7 54321123456
Subject 4	Female	76	—	—	25	—	654321123 5 7—76543211234567
Subject 5	Female	77	—	—	27	—	76543211234567—6543211234567
Subject 6	Female	71	—	—	26	—	76 432112345—876543211234567

表1

記録した筋電図波形を波形表示・解析ソフトウェア(Sound Engine)上で目視により観察し、放電強度が一定でリズムカルに持続する波形を群化放電波形として全て抽出した。群化放電波形の出現頻度、周波数、強度、持続時間、および総持続時間について分析した。

#### 4. 研究成果

図3に筋電図記録の生データを示す。図3(a)は、3回の最大噛みしめ時の咬筋筋電図波形を示す。図3(a)のMVC波形と比較すると、図3(b)の群化放電波形は、15%MVC程度の低強度の信号がリズムカルに出現していることが分かる。また、群化部分の1秒間を拡大した図3(c)は、群化放電の周波数が約15Hzであることが分かる。



TMD Subject	Frequency of appearance (Time/day)	Frequency (Hz)	Amplitude (%MVC)	Duration (s)	Total duration (s)
Subject 1	10	16.4±2.4	16.5±4.5	17.5±25.4	175.1
Subject 2	6	15.5±2.2	20.8±8.4	17.4±16.5	104.4
Subject 3	5	18.6±2.6	21.0±2.0	9.0±5.5	93.0
Subject 4	3	20	5	2.8±1.7	8.3
Subject 5	7	12.3±2.1	22.1±2.5	26.6±48.6	186.2
Subject 6	4	16.3±1.9	16.3±4.1	10.1±5.1	40.4

Control Subject	Frequency of appearance (Time/day)	Frequency (Hz)	Amplitude (%MVC)	Duration (s)	Total duration (s)
Subject 1	0	n/a	n/a	n/a	n/a
Subject 2	0	n/a	n/a	n/a	n/a
Subject 3	1	19.0	10.0	14.0	14.0
Subject 4	0	n/a	n/a	n/a	n/a
Subject 5	0	n/a	n/a	n/a	n/a
Subject 6	0	n/a	n/a	n/a	n/a

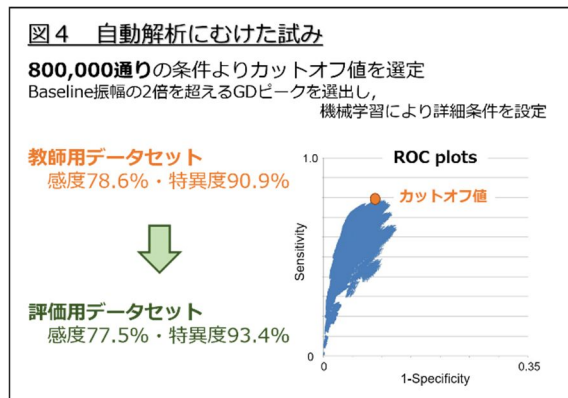
表2

表2は、群化放電波形の特徴を被験者ごとにまとめたものである。TMD群の被験者全員において群化放電波形を認めた。一方、対照群では6名のうち1名のみ群化放電波形を認めたものの、出現頻度は1回であった。TMD群に出現した群化放電波形の出現頻度は $5.8 \pm 2.5$ 回、周波数は $16.0 \pm 3.1$ Hz、強度は $18.0 \pm 6.6$ %MVC、持続時間は $16.0 \pm 27.6$ 秒、総持続時間は $93.3 \pm 68.2$ 秒であった。対照群に認めた1つの群化放電波形の周波数は19.0Hz、強度は10.0%MVC、持続時間は14.0秒であった。

本研究から、群化放電波形は筋筋膜痛を有する顎関節症患者に多く認められることが分かった。筋・筋膜性疼痛は临床上遭遇する機会が多いが、レントゲン、MRI、血液検査など一般的に行われる検査では目に見えない結果として現れないため、診断、治療が困難である。さらに、頭頸部の筋に関しては十分な科学的検討がなされていない現状がある。

近年、携帯型筋電計の小型化・高精度化に伴い、日中の非機能的筋活動がこれまで原因不明とされてきた種々の顎口腔系の病態に深く関わっていることが明らかになりつつある。Glarosらは、顎関節症関連の筋・筋膜性疼痛や筋緊張性頭痛についても、微弱な「咀嚼時以外の咀嚼筋活動」がその病態に深く関与していることを報告している (Glaros et al, J Dent Res, 2016)。

これらのことから、本結果は、未だ科学的データの少ない顎口腔系の種々の機能異常と咀嚼筋活動との関連を明らかにする上で重要な意義を有すると考えられる。



本研究で得られた結果をもとに筋機能異常患者の新たな診断システムを確立できれば、臨床的に大きな意義を持つと思われる。そこで、長時間におよぶ筋電図記録の中から群化放電波形を特異的に抽出する自動解析プログラムの作成を試みることにした。しかし、強度も周波数も異なる筋電図波形の中から群化放電波形を特異的に抽出することは非常に困難であった。図4に示すように、800000通りの条件からカットオフ値を選定し、高い感度で群化放電波形を抽出できるようになってきているが、実用化に向けてはさらなる研究が望まれる。

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 2件）

1. 著者名 Maeda N, Kodama N, Manda Y, Kawakami S, Oki K, Minagi S.	4. 巻 Aug;73(4)
2. 論文標題 Characteristics of Grouped Discharge Waveforms Observed in Long-term Masseter Muscle Electromyographic Recording: A Preliminary Study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta Medica Okayama.	6. 最初と最後の頁 357-360
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18926/AMO/56938.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Manda Y, Kodama N, Maeda N, Minagi S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of food properties and chewing condition on the electromyographic activity of the posterior tongue.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Oral Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/joor.12774.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 西川悟郎, 丸尾幸憲, 長岡紀幸, 吉原久美子, 徳永英里, 前田直人, 入江正郎, 皆木省吾
2. 発表標題 大白歯用CAD/CAMハイブリッドレジン nano構造とサンドブラスト処理による影響.
3. 学会等名 第128回日本補綴歯科学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本 信, 坂本秀輝, 井上誠太, 安部 克, 宋本儒享, 徳永英里, 守屋佳典, 山本美恵, 森 慎吾, 前田直人, 沖 和広, 西川悟郎, 皆木省吾
2. 発表標題 デジタル画像による対向関係検査が有効であった全部床義歯症例検査方法簡易化の試み.
3. 学会等名 第128回日本補綴歯科学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森慧太郎, 萬田陽介, 兒玉直紀, 前田直人, 北川佳祐, 長谷川萌, 皆木省吾
2. 発表標題 咀嚼条件による舌後方部および咀嚼関連筋群の活動パターン 第一報
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会 第61回学術大会
4. 発表年 2018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
---------	---------