

令和元年6月5日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K11203

研究課題名(和文) マウスガード装着による疲労・疼痛の軽減効果に関するメカニズムの解明

研究課題名(英文) Elucidation of mechanism about alleviation effect of fatigue and pain by mouthguard wearing

研究代表者

若見 昌信 (WAKAMI, Masanobu)

日本大学・松戸歯学部・准教授

研究者番号：60297851

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：マウスガードの装着は咬合接触面積が向上したことにより、末梢である歯の圧受容器からの脳への刺激により運動野の活動が上昇し、筋活動を支配する神経(運動単位：NMU)の活動と同期化が生じたと推察される。そのため、咬筋の筋活動量が増大したと推察される。fMRIの結果から、MG装着での噛みしめは、一次運動野(M1)、前運動野(PMo)、補足運動野(SMC)、中帯状回(MCC)、後帯状回(PCC)に有意な活動性を示した。

本研究におけるマウスガードによる運動皮質活動の増強は、マウスガードの装着により活動的な運動皮質(MCC/PCC)を介した疲労感および痛みを制限する可能性があると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マウスガードの装着による効果は、スポーツプレー中に生じる外力の衝撃を吸収することにより、歯や顎の骨の外傷だけでなく、脳震盪の予防、さらに、運動能力が向上するなど、マウスガードの装着効果が期待されている。コンタクトスポーツでは、外力に対して頭部を固定し体幹を安定させるため噛みしめを必要とすることは十分に想定される。マウスガードの装着による噛みしめが、歯の破折による精神的ストレスを軽減し、安定した噛み合わせにより、スポーツ競技中に生じる噛みしめによる顎の筋肉の痛みや疲労の自覚を軽減させ、スポーツパフォーマンスを向上させる。

研究成果の概要(英文)：The wearing of the mouthguard improves the occlusal contact area. It is inferred that the stimulation to the brain from baroreceptors of the teeth in the periphery increased, and the activity of the nerve motor unit and synchronization occurred. Therefore, it is presumed that the mass activity of the masseter muscle has increased. It showed significant activity that clenching by wearing a mouthguard is significant for primary motor area (M1), premotor area (PMo), supplementary motor area (SMC), middle cingulate cortex (MCC), and posterior cingulate cortex (PCC) from the results of fMRI.

It is considered that enhancement of motor cortex activity by MG in this study may limit senses of fatigue and pain via motor cortex activation by wearing of the mouthguard.

研究分野：歯科補綴

キーワード：マウスガード 筋疲労 筋痛み 平均周波数 筋活動 筋電図 fMRI 咬合様相

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

マウスガードの装着効果に関する検討として、噛みしめに関する顎や頸部の筋肉の筋活動状態ならびに脳活動への影響について立案した。

## 2. 研究の目的

本研究は、マウスガード装着 (MG) が非装着 (N.D) と比較して、噛みしめに関する筋肉の筋活動ならびに疲労や痛みの自覚への影響について、筋活動状態 (筋電図) と脳神経機能 (fMRI) の計測を行い解明することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### 3 - 1 持続的最大の噛みしめ 30 秒間による筋電図解析

#### 1) 被験者

本学ラグビー部学生ならびに OB を被験者とした。すべての被験者はマウスガード装着経験 2 年以上である。計測前後の顎機能診査票 (DC/TMD) および心理テスト The Symptom Checklist-90-R (SCL-90-R), Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) による心理テストに異常は認められなかった。

#### 2) マウスガードの製作

被験者の上下顎を印象採得し、厚さ 4mm のエチレン酢酸ビニル樹脂 EVA レギュラーシート (ERKODENT) を用いて吸引型成形器 ERKOFORM RVE (ERKODENT) にて製作した。製作したマウスガードの表面を加熱し、咬合器上および口腔内にて咬合調整を行った。製作した MG は 1 年以上使用してもらってから計測を行った。

#### 3) MG と N.D における筋電図の計測

被験者はシールドルーム内の椅子に座らせ、最大噛みしめ 30 秒間の顎の筋肉 (咬筋: Mm), こめかみの筋肉 (側頭筋: Ta), 首の筋肉 (胸鎖乳突筋: SCM) に電極を装着し、筋活動量を計測し筋電図を求めた。得られたデータは解析ソフトを用いて、総筋活動電位、平均周波数を算出した。筋電図解析時間は、噛みしめ開始から 10 秒、10 秒後から 20 秒後および 20 秒後から 30 秒後の 10 秒間ごととした。

#### 4) MG と N.D の咬合状態

筋電図計測の計測前と計測後に、厚さ 150  $\mu\text{m}$  のデンタルプレスケール (GC) を用いて咬合力ならびに咬合接触面積の計測を行った。

#### 5) 疲労および痛み自覚の Visual Analogue Scale (VAS) 値

筋電図計測の計測前と計測後に被験筋 (Mm・Ta・SCM) の疲労感と痛みについて、100mm の直線スケールを用いた。疲労と痛みをまったく感じないときを 0 として、今まで疲労と痛みを最も感じたときを 100mm として、感じた疲労と痛みのレベルを印にて記入してもらった。

### 3 - 2 脳神経機能 (fMRI) の計測

#### 1) 運動課題 (Motor task)

30 秒間の安静後 (レスト), 最大噛みしめを 30 秒間 (タスク) 行った。この組み合わせを連続 5 回繰り返した。レストおよびタスク中は頭を動かさないように指示した。

#### 2) f-MRI の撮像 (Image acquisition)

各被験者について SE 法 T1 強調像, Turbo SE 法 T2 強調像, short TI (inversion time) inversion recovery 法, シングルショット EPI 法による拡散強調像による functional images を、機能的磁気共鳴画像装置 (Intera Achieva 1.5 T, Philips 社製) ならびにパラレルイメージング用 8 チャンネル頭部コイル (SENCE-Head-8ch coil) を用いて撮影した。撮影に際しては、仰臥位に

て頭部をバンドにて固定した。撮影条件は、本学付属病院放射線科で頭頸部領域に使用している撮影条件を用いた。

(TE = 50ms, TR = 3000ms, 64×64 matrix and 28 slices, voxel size = 3.91mm×3.91mm×5mm, slice thickness = 5mm)

得られたデータは、SPM12にて解析，統計的有意な皮質領域の同定を行った。

(Height threshold, T = 4.024701 p<0.001, Extent threshold K = 64 voxels)

#### 4. 研究成果

##### 1) 30秒間最大噛みしめ前と後のMGとN.Dの疲労と痛み自覚の比較(図1, 2)

MmおよびTaにおいて，噛みしめ後のMGはN.Dと比較して有意に軽減した。

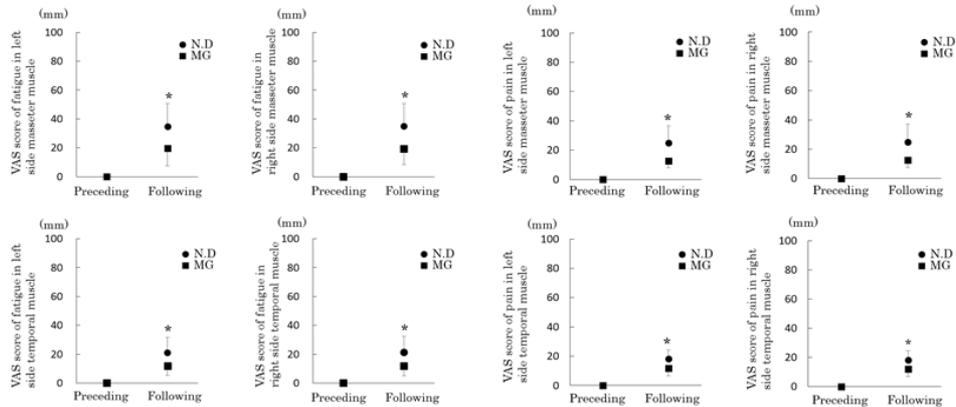


図1 Awareness of fatigue (VAS scores)  
噛みしめ前と噛みしめ後における左右咬筋、側頭筋のVAS scoreによる疲労自覚はMGが有意(2way ANOVA and Bonferroni t-test, p<0.05)に低値を示した。

図2 Awareness of pain (VAS scores)  
噛みしめ前と噛みしめ後における左右咬筋、側頭筋のVAS scoreによる疼痛自覚はMGが有意(2way ANOVA and Bonferroni t-test, p<0.05)に低値を示した。

##### 2) 30秒間最大噛みしめ前と後のMGとN.Dの咬合状態の比較(図3)

咬合力は，噛みしめ前および噛みしめ後の比較では有意な差は認められなかった。

咬合接触面積では，噛みしめ前および噛みしめ後の比較ではMGはともに有意に増加した。

##### 3) MGとN.Dにおける30秒間の噛みしめ中における総筋活動電位の比較(図4)

Mmの噛みしめ0-10秒間に，MGは有意に増加した。

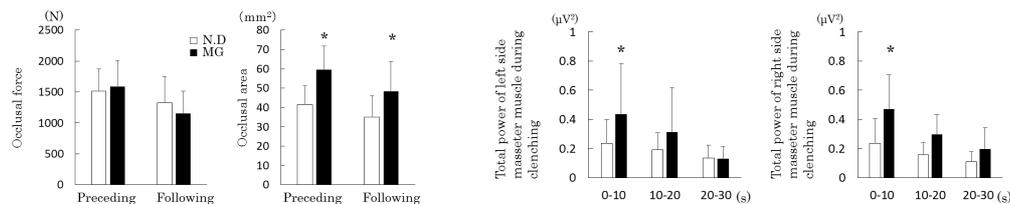


図3 Occlusal condition  
噛みしめ前と噛みしめ後におけるocclusal areaはMGが有意(2way ANOVA and Bonferroni t-test, p<0.05)に高値を示した。

図4 噛みしめ0-10秒間、10-20秒間、20-30秒間における咬筋のtotal power  
噛みしめ中のtotal powerは0-10秒間において、MGが有意(2way ANOVA and Bonferroni t-test, p<0.05)に増加した。

##### 4) f-MRIの撮像(Image acquisition)によるMGとN.Dの比較(図5)

MG > N.D: MG装着での噛みしめは，一次運動野(M1)，前運動野(PMo)，補足運動野(SMC)，中帯状回(MCC)，後帯状回(PCC)に有意な活動性を示した。

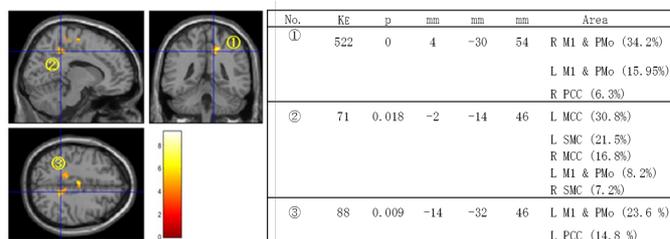


図5 噛みしめ30秒間における脳活動領域  
噛みしめ中に一次運動野(M1)，前運動野(PMo)，補足運動野(SMC)，中帯状回(MCC)，後帯状回(PCC)に有意な活動性を示した。

MG は咬合接触面積が向上したことにより、末梢である歯の圧受容器からの脳への刺激により運動野の活動が上昇し、筋活動を支配する神経（運動単位：NMU）の中でも大きな力を発揮する NMU の活動と同期化が生じたと推察される。そのため、噛みしめ開始から 10 秒間において筋活動電位（筋活動量）が増大したと推察される。fMRI の結果から、MG は M1、PMo、SMC、MCC、PCC に有意な活動性を示し、それらは運動性連携が報告されている 1)。SMC の活動強化による最大力の回復(recovery of maximal force)や労作感覚の軽減効果(lower sense of effort)が報告されている 2)ことから、筋活動が向上したにもかかわらず疲労感が軽減したと推察される。また、MCC と PCC の活動性が有意であった。MCC、PCC の活動性が疼痛の認知にかかわること 3)や M1 活動の強化で痛み認知は軽減する 4)との報告から、痛みの自覚が柔わらいと推察される。

以上のことから、本研究における MG による運動皮質活動性の強化は SMC を介する抗疲労と MCC/PCC からの疼痛認知を制限する可能性が考えられた。

#### < 引用文献 >

- 1) Stevens FL, Hurley RA, Taber KH. Anterior cingulate cortex: unique role in cognition and emotion. J Neuropsychiatry Clin Neurosci. 2011 Spring; 23(2):121-5.
- 2) Sharples SA, Gould JA, Vandenberk MS, Kalmar JM. Cortical Mechanisms of Central Fatigue and Sense of Effort. PLoS One. 2016 Feb 9;11(2):e0149026.
- 3) Vogt BA. Pain and emotion interactions in subregions of the cingulate gyrus. Nat Rev Neurosci. 2005 Jul; 6(7):533-44. Review.
- 4) Geisler M, Eichelkraut L, Miltner WHR, Weiss T. Expectation of exercise in trained athletes results in a reduction of central processing to nociceptive stimulation. Behav Brain Res. 2019 Jan 1; 356: 314-321.

#### 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

若見昌信, 石井智浩, 成田紀之他, マウスガードの抗疲労ならびに抗痛み効果 fMRI 解析からの検討, 第 19 回日本大学口腔科学会学術大会(松戸), 2019  
石井智浩, 若見昌信, 成田紀之他, マウスガードの抗疲労ならびに抗痛み効果 筋電図解析からの検討, 第 19 回日本大学口腔科学会学術大会(松戸), 2019  
Masanobu Wakami, Noriyuki Narita. Application of Mouthguard for the Neuromuscular Rehabilitation. DENTISTRY AND ORAL HEALTH SUMMIT 2017 Singapore. Singapore. 2017.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：成田紀之

ローマ字氏名：NARITA noriyuki

所属研究機関名：日本大学

部局名：松戸歯学部

職名：客員教授

研究者番号（8桁）：10155997

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。