

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592894

研究課題名(和文)超微小で長時間の歯のくいしばりが与える咀嚼筋への悪影響

研究課題名(英文)Symptoms and Physiological Responses to Prolonged, Repeated, Low-Level Tooth Clenching in Humans

研究代表者

大畑 昇(Ohata, Noboru)

北海道大学・・・名誉教授

研究者番号：60002185

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：超微小で長時間の歯のくいしばりが顎関節症状を引き起こすか検証した。18名の健常者(24.0±4.3歳)が10%最大随意咬合力で2時間の歯のくいしばりを3日間連続して繰り返し行った。咬筋・側頭筋・顎関節に疼痛を生じ、ピークに到達した(0-10NRSで1.6±0.4, 1.6±0.4分, Day 1)。Day 2, 3には疼痛は消失しており、くいしばりのタスクにより疼痛は再発した。Day 2, 3の疼痛曲線下面積はDay 1より小さかった。超微小で長時間の歯のくいしばりにより疼痛は発生したが顎関節症様のもものでは無かった。歯のくいしばりのみでは顎関節症状を誘発しないことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to investigate if a low-level but long-lasting tooth-clenching task initiates TMD symptoms. Eighteen healthy participants (24.0±4.3 years) performed and repeated an experimental 2-hour tooth-clenching task at 10% maximal voluntary occlusal bite force at incisors for three consecutive days (Days 1-3). The task evoked pain in the masseter/temporalis muscles and temporomandibular joint after 40.0±18.0 min with a peak intensity of 1.6±0.4 on 0-10 numerical rating scale after 105.0±5.0 minutes (Day 1). On Day 2 and Day 3, pain had disappeared but the tasks, again, evoked pain with similar intensities. The area under the curve of pain NRS in the masseter on Day 2 and Day 3 were smaller than that on Day 1 (P = .006). Prolonged, low-level tooth clenching evoked short-lived pain like TMD. This intervention study proposes that tooth clenching alone is insufficient to initiate longer lasting and self-perpetuating symptoms of TMD.

研究分野：歯科補綴理工学

キーワード：顎関節症 筋筋膜疼痛 咀嚼筋痛

1. 研究開始当初の背景

顎関節症のうちの一つである筋・筋膜疼痛症候群(POMP: persistent orofacial muscle pain)は咀嚼筋疼痛とそれによる開口障害を伴う。POMPの原因は未だに科学的に証明されていないが「ブラキシズム」のような強烈な咀嚼筋の運動が主原因であるとしばしば信じられてきた。これは臨床でPOMP患者の多くが歯をくいしばったり、歯ぎしりを起こしたりしている傾向を示しているからである。

ブラキシズムがPOMPの主原因であると仮説が立って以来、ブラキシズム活動の典型である歯ぎしり様、くいしばり様の活動を様々な手法で模写し、健康な被験者に実験的に行わせ、咀嚼筋疼痛の発生を試みたが、うまく行かなかった。当時までの実験的咀嚼筋運動は、ブラキシズムのように非常に高い強度での筋収縮を強いていた。しかし2010年に開催された国際歯科研究学会の中で実験的咀嚼筋運動によるPOMP発生について討論がなされ、当分野の国際的リーダーらのディスカッションから非常に小さな咬合力で非常に長時間に渡る実験的くいしばりの方がPOMPにつながるのではないかと、というアイデアを得た。

2. 研究の目的

そこで本研究は、実験的な歯のくいしばりが咀嚼筋に与える影響について調査する。仮説は、超微小で超長時間の歯のくいしばりが咀嚼筋疲労・疼痛を誘発する。そしてそのくいしばりが精神的ストレス量を上昇させ、筋疲労を持続させる環境を確立(咀嚼筋内血流量の減少)し、筋疲労状態が延長する、である。

3. 研究の方法

[被験者]

健常者(9名の男性, mean ± SD (standard deviation), 25.8 ± 5.0歳と9名の女性, 22.2 ± 4.3歳)が参加した。全ての被験者が大学関係者で、顎関節症罹患経験の無いものである。また全被験者が脈管系に影響を与える薬の服用を行っていないことが確認された。被験者それぞれに研究概要の説明を行い、同意書にサインしてもらった。本研究の実験計画書はヘルシンキ宣言にのっとり、それぞれの実験実施施設の倫理委員会の承認を受けた。

[実験デザイン]

被験者らは防音され、室温を一定に保たれた実験室に入り、快適に座ることができる椅子にかけた。そして標準化された超微小で長時間に渡る歯のくいしばりを行った(実験的咀嚼筋運動)。実験的咀嚼筋運動中における両側咬筋の活動状態(EMG: electromyography)と左側咬筋の筋内血液動態(BO: blood oxygenation), そして自律神経反応(HRV: heart rate variability)が実験的咀嚼筋運動中持続的に測定された。それぞれのデータはコンピュータに直接記録され、実験後にオフラインで

分析された。実験的咀嚼筋運動により誘発(自覚)された咀嚼筋の疼痛・疲労・ストレス度は数値尺度(NRS: numeric rating scales)で、また咀嚼筋の感受度は圧痛閾値試験(PPT: pressure pain threshold)で、実験的咀嚼筋運動の前・中・後に測定された。本実験的咀嚼筋運動は3日連続、繰り返し行われた。四肢筋でよく見られる運動後疼痛を測定する為に3回目の実験的咀嚼筋運動日の次の日(4日目)にも測定のみ、行われた。

[実験的咀嚼筋運動]

被験者らは先ず最大咬合力を5秒間発揮した。咬合力計(41.0 x 12.0 x 5.0 mm, length x width x height, Aalborg University, Aalborg, Denmark)は前歯部に設置された。本活動は3回繰り返して行われた。この最大咬合力の10%の力を咬合力計とコンピュータモニタによるバイオフィードバックを用い、2時間の持続的くいしばりを行った。

[咀嚼筋内血液動態]

近年の技術、特に近赤外線分光法の発達により筋内の酸化ヘモグロビン量(OxyHb: 酸素を含んだヘモグロビンの量)、還元ヘモグロビン量(deOxyHb: 酸素を含んでいないヘモグロビンの量)、総ヘモグロビン量(TotalHb)、酸素飽和度($StO_2 = (OxyHb / TotalHb) \times 100$)を非侵襲に、かつ皮膚表面から5cmの深さまで測定できるようになった。本研究にはこの近赤外線分光法を用いた測定装置(BOM-LITR, Omegawave, Tokyo, Japan)を使い、規定化された咀嚼筋運動中のBOは測定された。

[咀嚼筋内血液動態]

被験者の精神的ストレス度を客観的に評価する為にHRVが用いられた。これは右側中指より得られた脈派を測定装置(TAS9 Pulse Analyzer Plus, YKC, Tokyo, Japan)を用いて測定、周波数解析することにより計測される。本計測は一脈派ごとに数値として測定される。

[咀嚼筋の疼痛・疲労・ストレス度]

11点方式のNRSが、咀嚼筋・顎関節の疼痛・疲労、そして精神的ストレス度の評価に用いられた。NRSの数値は0から10までの11点で、0が全く疼痛・疲労・ストレスが無い、10が考えられうる中で一番ひどい疼痛・疲労・ストレスである。NRSは実験的咀嚼筋運動の前と、運動中5分ごと、そして運動後に計測された。NRSが描く曲線の面積も算出され、分析に用いた。

[圧痛閾値試験]

筋の感受度を評価する手法の一つにPPTがある。これは該当筋に一定の速度で圧力をかけ、その筋の疼痛閾値を測定することにより感受度を押し量るものである。本実験では30 kPa/s が用いられた。

[統計分析]

統計には MANOVA(multivariate analysis of variance)が用いられ, post hoc test には Tukey を用いた. 結果の表現にはパラメトリック分析値(mean ± standard deviation)が用いられ, $P < 0.050$ を有意差ありと判定した.

4. 研究成果

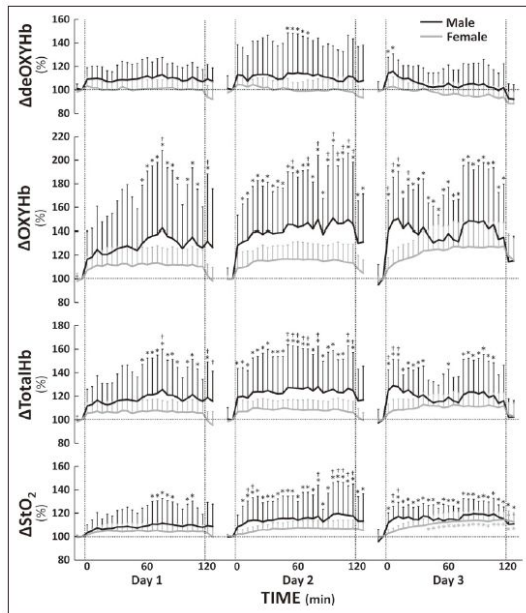
すべての被験者が3日間の実験的咀嚼筋運動と計測を完了することができた.

超微小で長時間に渡るくいしばりが咀嚼筋内血液動態に与える影響: OxyHb, TotalHb, StO₂ はくいしばりタスクにより増加した(1-ANOVA $P < 0.050$, Fig. 1)がタスク終了と共にベースライン値に戻った. deOxyHb には変化は無かったが, 3 回目のみタスクによる減少を認めた(1-ANOVA $P < 0.050$, Fig. 1). また, どのパラメタも日間変動は無かった(1-ANOVA $P > 0.062$, Fig. 1).

超微小で長時間に渡るくいしばりが咬筋・側頭筋, そして顎関節の疼痛・疲労度に与える影響: 実験的咀嚼筋運動を始めると同時に各被験者は咬筋・側頭筋・顎関節に疼痛・疲労を感じ, 一定のピークを迎え, 運動の終了とともに症状は消失した(Fig. 2). 次の日にはどのパラメタも完全に消失していた.

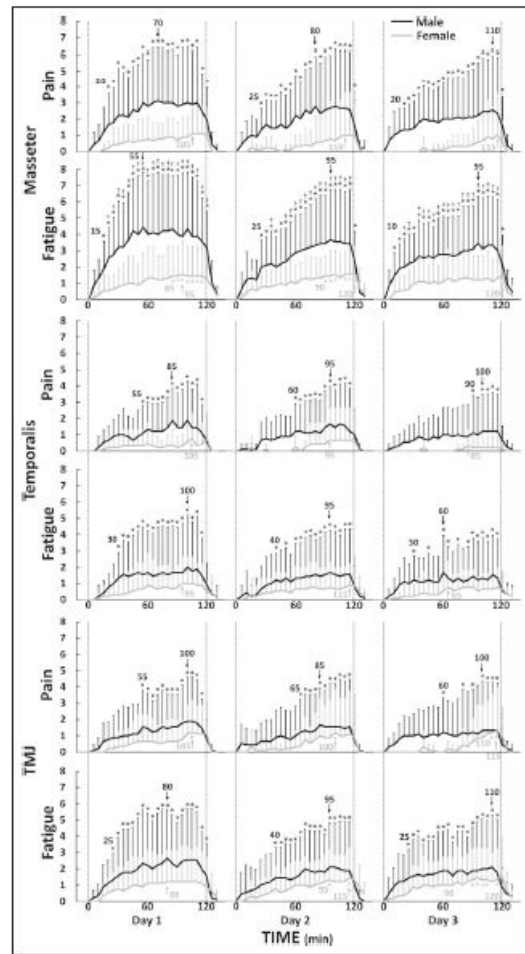
[Fig. 1]

実験的咀嚼筋運動中の左側咬筋内血液動態: 濃い曲線が男性を, 薄い曲線が女性を示す.



[Fig. 2]

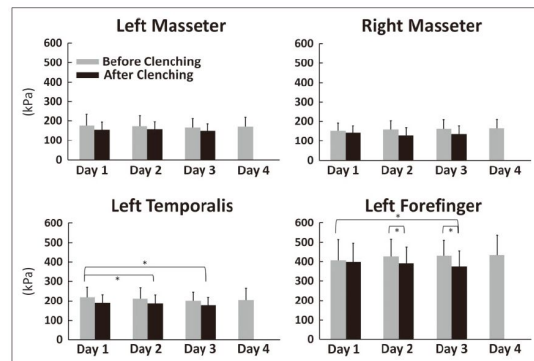
NRS (numeric rating scales)を用いた咬筋・側頭筋・顎関節の疼痛・疲労度の評価: 濃い曲線が男性を, 薄い曲線が女性の結果を示す. 矢印を伴う数字がそれぞれのピークを示した時間を, 矢印無し数字が有意差を示した時間を表す.



超微小で長時間に渡るくいしばりが咬筋・側頭筋の敏感度に与える影響: PPT は実験的咀嚼筋運動による影響を受けなかった(Fig. 3). しかし, コントロール側である手指で, PPT の日間変動(減少)が認められた(Fig. 3).

[Fig. 3]

両側咬筋・左側側頭筋の PPT: PPT は実験的咀嚼筋運動の前後, 3 日間連続して測定された. 4 日目は測定のみ, 行われた.



これら研究結果より, プラキシズムの一型である超微小で長時間に渡る咀嚼筋の収縮は短時間の咀嚼筋・顎関節疼痛や疲労を誘発することが分かった. 過去の研究結果と本研究により, 歯のくいしばりのみでは顎関節症の

ような長時間残留型の筋疲労や疼痛を誘発しないことが分かった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計9件)

Takeuchi T, Arima T, Ernberg M, Yamaguchi T, Ohata N, Svensson P. Symptoms and physiological responses to prolonged, repeated, low-level tooth-clenching in humans. *Headache* 2015;55:381-394. doi: 10.1111/head.12528. 原著論文. 査読あり.

Tanosoto T, Bendixen KH, Arima T, Hansen J, Terkelsen AJ, Svensson P. Effects of the Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT) with different rates on autonomic nervous system responses and self-reported levels of stress. *Journal of Oral Rehabilitation* 2014. May;42(5):378-85. doi: 10.1111/joor.12257. 原著論文. 査読あり.

Dawson A, Raphael KG, Glaros A, Axelsson S, Arima T, Ernberg M, Farella M, Lobbezoo F, Manfredini D, Michelotti A, Svensson P, List T. Development of a quality assessment tool for experimental bruxism studies: reliability and validity. *Journal of Orofacial Pain* 2013;27(2):111-122. doi: 10.11607/jop.1065. 原著論文. 査読あり.

Arima T, Takeuchi T, Tomonaga A, Ohata N, Svensson P. Effects of inter-occlusal distance on bite force and masseter EMG in healthy participants. *J Oral Rehabil* 2013;40:900-908. doi: 10.1111/joor.12097. 原著論文. 査読あり.

Arima T, Tomonaga T, Yachida W, Tanosoto T, Haugland M, Ohata N, Svensson P. Site-to-site variation of muscle activity and sensitivity in the anterior temporalis muscle – implications for contingent stimulation. *Acta Odont Scand.* 2012;70(2):89-95. doi: 10.3109/00016357.2011.597778. 原著論文. 査読あり.

Arima T, Takeuchi T, Tomonaga A, Yachida W, Ohata N, and Svensson P. Choice of biomaterials – Do soft occlusal splints influence jaw-muscle activity during sleep? A preliminary report. *Appl Sur Sci* 2012;262(1):159-62. doi/10.1016/j.apsusc.2012.04.013. 原著論文. 査読あり.

Tanosoto T, Arima T, Tomonaga A, Ohata N, Svensson P. A Paced Auditory Serial Addition Task evokes stress and differential effects on masseter-muscle activity and haemodynamics. *European Journal of Oral Sciences.* 2012;120:363-7. doi: 10.1111/j.1600-0722.2012.00973.x. 原著論文. 査読あり.

原著論文. 査読あり.

Arima T, Tomonaga A, Toyota M, Ohata N, Svensson P. Does restriction of mandibular movements during sleep influence jaw-muscle activity? *J Oral Rehabil.* 2012;39:545-51. doi: 10.1111/j.1365-2842.2012.02310.x. 原著論文. 査読あり.

Yachida W, Castrillon E, Baad-Hansen L, Jensen R, Arima T, Tomonaga A, Ohata N, Svensson P. Craniofacial pain and jaw-muscle activity during sleep. *J Dent Res.* 2012;91(6):562-7. doi: 10.1177/0022034512446340. 原著論文. 査読あり.

〔学会発表〕(計11件)

Ikoma T, Bendixen H. K, Arima T, Dawson A, Yamaguchi T, List T, Svensson P. Effect of Low-level Contractions of Various Craniofacial Muscles Groups in Healthy Participants. 93rd General Session & Exhibition of the IADR,ボストン(アメリカ合衆国). March 10-14, 2015. ポスター発表.

Takeuchi T, Arima T, Ernberg M, Svensson P. Symptoms and physiological responses to prolonged, repeated, low-level tooth clenching in human. 92nd General Session & Exhibition of the IADR, IADR Africa/Middle East Regional Meeting, ケープタウン(南アフリカ) June 25-28, 2014. ポスター発表. 竹内多美代, 有馬太郎. 低レベルで超長時間に渡る実験的クレンチングがヒト咬筋内血液組成に与える影響. 第27回日本顎関節学会・学術大会 2014年7月19-20日.九州大学医学部百年講堂(福岡県・福岡市). オーラル発表.

有馬太郎. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD). 第27回日本顎関節学会・学術大会 2014年7月19-20日.九州大学医学部百年講堂(福岡県・福岡市). オーラル発表.

鈴木峻一, 竹内多美代, 有馬太郎. Influence of jaw gapes on the jaw muscle EMG activity in relation to force. 平成25年10月26日.日本補綴歯科学会,日本大学(東京都). オーラル発表.

有馬太郎. ブラキシズムの最新トレンド. 平成24年10月18日. 東京医科歯科大学(東京都・特別区). 専門医講演会.

有馬太郎. Pain and Bruxism. 平成24年10月17日. ニッシン西日本営業所(京都府・京都市). 講演会.

谷内田渉, 竹内多美代, 有馬太郎. スプリント療法とバイオフィードバック療法の併用が睡眠時咀嚼筋活動に与える影響. 第25回日本顎関節学会総会・学術大会. 平成24年7月14, 15日. シャトレゼガトーキングダムサッポロ(北海道・札幌市). ポスター発表.

谷内田渉, 有馬太郎, 友永章雄, 大畑昇.

顎関節症患者と緊張型頭痛患者の睡眠時咀嚼筋活動量について. 日本補綴歯科学会第 121 回学術大会. 平成 24 年 5 月 26、27 日. 神奈川県民ホール(神奈川県・神奈川市). ポスター発表.

Castrillon EE, Yachida W, Arima T, Svensson P. Effect of contingent electrical stimulation on self-reported bruxism. General Session & Exhibition of the International Association for Dental Research (IADR), Iguazu Falls ブラジル (ブラジル), June 20 - 23, 2012. ポスター発表.

Arima T. The use of oral appliances for management of bruxism and TMD. Aarhus University. オーフス (デンマーク). 8th June, 2012. 特別講演.

〔図書〕(計 2 件)

有馬太郎 他. 日本大百科全書(ニッポニカ), 小学館, 2013 百科事典.

有馬太郎. 補綴臨床別冊(市川哲雄, 森本達也, 熊谷真一 編) 力を診る - 歯列を守る力のマネジメント - Book Review. 歯界展望 Vol.122, No.2, 2013-8:391. 書評.

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

大畑 昇 (OHATA, Noboru)

北海道大学・ - ・ 名誉教授

研究者番号: 6 0 0 0 2 1 8 5

(2)研究分担者

有馬 太郎 (ARIMA, Taro)

北海道大学・大学院歯学研究科・講師

研究者番号: 8 0 3 4 6 4 5 2

(3)連携研究者

なし