

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：34408

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K19964

研究課題名（和文）噛みしめ強度とスポーツパフォーマンスに関する探索研究

研究課題名（英文）The effect of jaw clenching on sporting activity

研究代表者

田中 佑人（Tanaka, Yuto）

大阪歯科大学・歯学部附属病院・講師

研究者番号：10711038

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）：外乱刺激に対して姿勢の安定性を保持する能力はスポーツ競技において重要な能力の一部である。本研究の目的は最大下咬合が外乱に対する姿勢制御に及ぼす影響を検証することである。本研究では外乱刺激前・後の姿勢制御である予期的・反応的姿勢制御に着目して検証した。噛み締めは、身体への衝撃時の開口筋の活動と頭部加速度のいずれにも影響を与えないことが明らかとなった。また、噛み締め条件では、予期的・反応的姿勢制御の両期における頸部・体幹・下肢筋の筋活動量が増大した一方で、外乱刺激後の姿勢安定性を増す効果は見られなかった。噛み締めが外乱に対する姿勢制御に及ぼす影響は限定的である可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで同研究分野では、噛み締めは体幹のスポーツパフォーマンスの向上や頭頸部外傷予防に効果的だという研究が多くなされてきているが、これら研究では閉口筋の活動量が増加すれば噛み締めているとして評価されてきたため、噛み締めの効果が誤って解釈されていた可能性があった。本研究では、咬合接触を伴わず開閉咬筋の同時収縮により得られる下顎の固定と、咬頭嵌合位での噛み締めにより得られる下顎の固定とを明確に区別した。一方で本研究により、スポーツ時の下顎位の実態あるいは噛み締めの効果の確からしさが向上したと考える。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to investigate the effect of jaw clenching on anticipatory postural adjustments (APAs) and reactive postural adjustments (RPAs). Jaw clenching resulted in an earlier onset of APAs and a greater amplitude of trunk and lower limb EMG activities in the APAs and RPAs. There were no differences in COM and COP displacements after the perturbation. Jaw clenching is effective for enhancing APAs and RPAs, although it may not increase postural stability following predictable external perturbation in healthy adults. Our research, which focuses on postural stability, may be important for therapists and researchers working on improving the postural stability in individuals with pathologies of the central nervous system.

研究分野：スポーツ歯学

キーワード：噛み締め 予測的姿勢制御

1. 研究開始当初の背景

外乱刺激に対して姿勢の安定性を保持する能力はスポーツ競技において重要な能力の一部である。過去の研究では最大下咬合によって静的姿勢安定性が向上することが示されている一方で、外乱刺激に対する姿勢制御への効果は不明である。

2. 研究の目的

本研究の目的は最大下咬合が外乱に対する姿勢制御に及ぼす影響を検証することである。本研究では外乱刺激前・後の姿勢制御である予期的(APAs)・反応的(RPAs)姿勢制御に着目して検証した。

3. 研究の方法

健常大学生 8 名を対象に実験を行った。被験者は、腕、手首、指を肩の高さで伸ばし、手掌で振り子の衝撃を受けた (図 1)。衝撃は、矢状面で後方に向かって加えられた。すべての測定は被験者が目を開けた状態で行われ、被験者が衝撃のタイミングを予測できるように、カウントダウンの後に振り子をリリースした。実験に先立ち、咬筋 (MA) と顎二腹筋 (DIG) の最大随意収縮 (MVC) を測定し、各筋肉の 100%MVC として記録した。同様に最大随意噛み締め時の咬合圧 (MOP) を測定し、100%MOP として記録した。被験者は、安静時と噛み締め時の 2 つの条件で衝撃を受けた。安静条件では、衝撃に先立ち顎をリラックスするよう指示したが、衝撃に対する顎の自然な反応を観察するため、振り子のリリース後の顎位については言及しなかった。噛み締め条件では、30%MVC で噛み締めを維持するよう指示した。被験者の筋肉の疲労を避けるために、衝撃後 3 秒で記録を停止した。実験アシスタントは、被験者の MA の活動と咬合接触をモニタリングし、口答でフィードバックした。噛み締めのレベルが 30% MVC に達した時点で、振り子のリリースのカウントダウンを開始した。各条件で連続した測定を 10 回ずつ、合計で 20 回の測定を実施した。顔面、頸部、体幹、下肢の計 12 の筋活動を表面筋電計 (Ultium, Noraxon) で測定した。また足圧中心位置と重心位置を床反力計 (OR-5, AMTI) と 3 次元の運動学的データは、6 台のカメラの VICON MX システム (VICON MX, Oxford Metrics, Oxford, UK) を使用して 100Hz で収集された。28 個の反射マーカーの位置を記録した。マーカーは、側頭骨、後頭部、肩峰、上前腸骨棘、上後腸骨棘、外側上顆、尺骨頭、第 5 中手骨頭、大転子外側膝などの解剖学的ランドマークに両側に配置された。EMG および加速度信号は、統合データ記録システム (myoMUSCLE, Noraxon, AZ, USA) を使用して取得された。アナログ同期信号は、EMG および加速度信号を VICON データステーションを使用して取得された運動学的および運動学的信号と同期させるために使用された。筋電計と加速度計からの信号は、統合データ記録システム (myoMUSCLE, Noraxon, AZ, USA) を用いて記録した。アナログ同期信号を、センサーインターフェース (VICON MX, Oxford Metrics, Oxford, UK) を介して記録し、筋電計、加速度計、I-Scan の信号を同期させた。データは、カスタムメイドの MATLAB プログラム (MATLAB 2014b, MathWorks, MA, USA) を用いて分析した。衝撃が加わったタイミング (T0) は、手背に装着した加速度計により取得した接線加速度が、ピーク値の 5% に達した時点と定義した。錘が手部に衝突した瞬間を Time zero (T0) とし、T0 -250 ms から +650 ms までを 150 ms 間隔で分割した 6 区間における筋電図の積分値、外乱後における重心最大後方移動量を条件間で比較した (Wilcoxon 検定)。

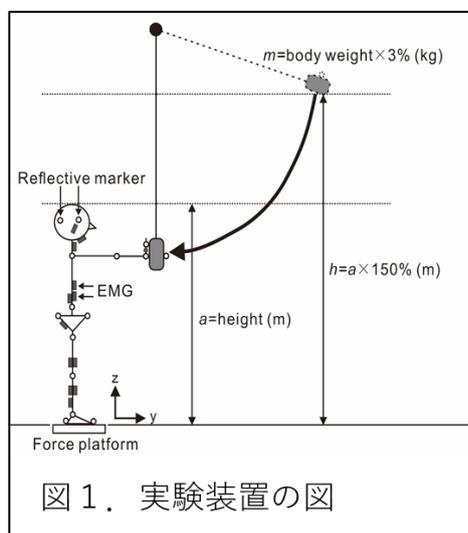


図 1. 実験装置の図

4. 研究成果

すべての被験者が、被験運動を問題なく完了した。実験参加後の副作用や後遺症は報告されなかった。EMG、咬合圧、頭部加速度の代表的な波形例を（図2）に示す。赤線は安静条件下で得られたデータを示し、黒線は噛み締め条件下で得られたデータを示す。（a）整流化およびフィルタリングしたEMG波形を示す。（b）咬合圧と衝撃時の咬合圧分布を示す。（c）整流化およびフィルタリングした頭部加速度の波形を示す。

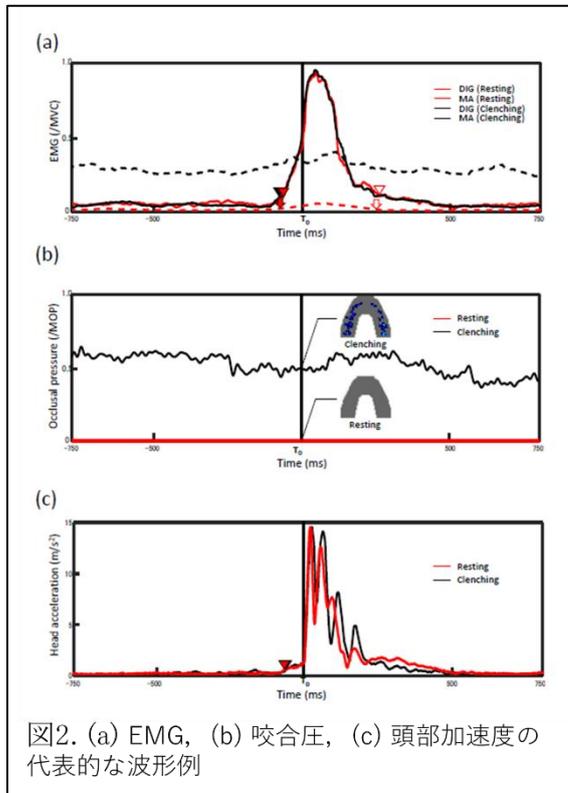


図2. (a) EMG, (b) 咬合圧, (c) 頭部加速度の代表的な波形例

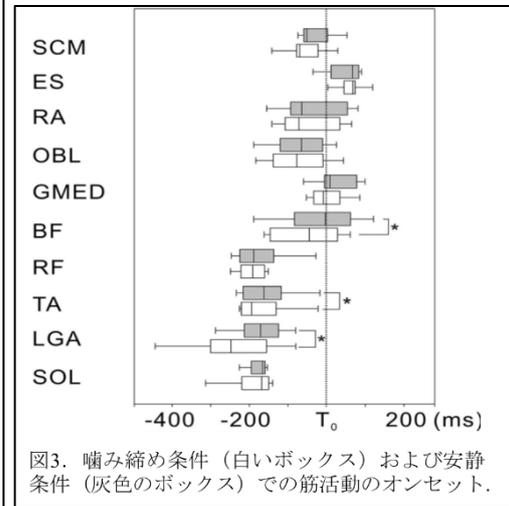


図3. 噛み締め条件（白いボックス）および安静条件（灰色のボックス）での筋活動のオンセット。

(1) 各筋の活動

四肢の筋においては、噛み締め条件では、BFの筋肉の開始（噛み締め：-57.36±196.42 ms，安静：-8.87±190.98 ms， $p=0.036$ ），TA（噛み締め：-203.43±93.90 ms，安静：-177.12±110.69 ms， $p=0.017$ ），およびLGAS（噛み締め：-246.07±178.73 ms，安静：-168.95±116.13ms， $p=0.017$ ）は、安静条件よりも噛み締め条件で有意に早く発生した。他の筋肉のEMG発症も、両方の条件でT₀の前に発生したが、条件間に差は見られなかった（図3）。SCM：胸鎖乳突筋；ESL：脊柱起立筋；RA：腹直筋；EO：外腹斜筋；GMED：中殿筋；BF：大腿二頭筋；RF：大腿直筋；TA：前脛骨筋前部；LGAS：外側腓腹筋；SOL：ヒラメ筋。

(2) 予期的(APAs)・反応的(RPAs)姿勢制御（図4）

ベースラインCOP位置の変動は、安静条件よりも噛み締め条件の方が有意に小さかった（噛み締め：0.69±0.56 mm，安静：1.02±0.46 mm， $p=0.012$ ）が、ベースラインCOM位置（噛み締め：0.83±0.97 mm，安静：0.87±0.34 mm， $p=0.575$ ）。振動刺激後の後方変位は、COM（噛み締め：-48.05±22.19 mm，安静：-45.43±17.02 mm， $p=0.674$ ）とCOP（噛み締め：-73.30）の両方のクレンジング条件と安静条件の間で有意差はありませんでした。±29.21mm，安静：-70.49±28.19 mm， $p=0.674$ ）。振動刺激後の安定性を回復する時間は、COM（噛み締め：742.4±271.6 ms，安静：796.1±194.4 ms， $p=0.327$ ）とCOP（噛み締め：571.8±167.8 ms，安静：567.3±132.5 ms， $p=0.889$ ）。

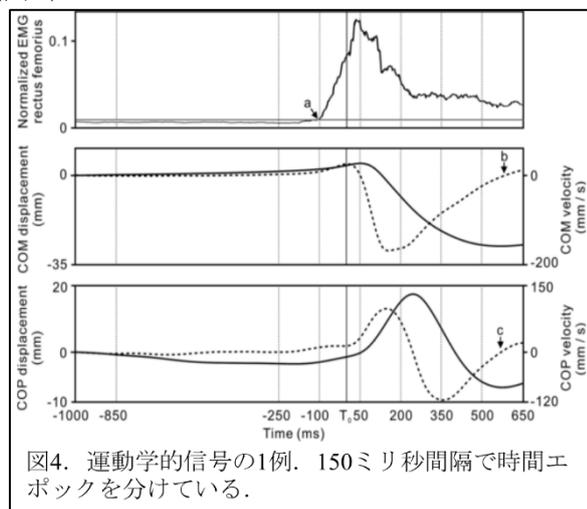


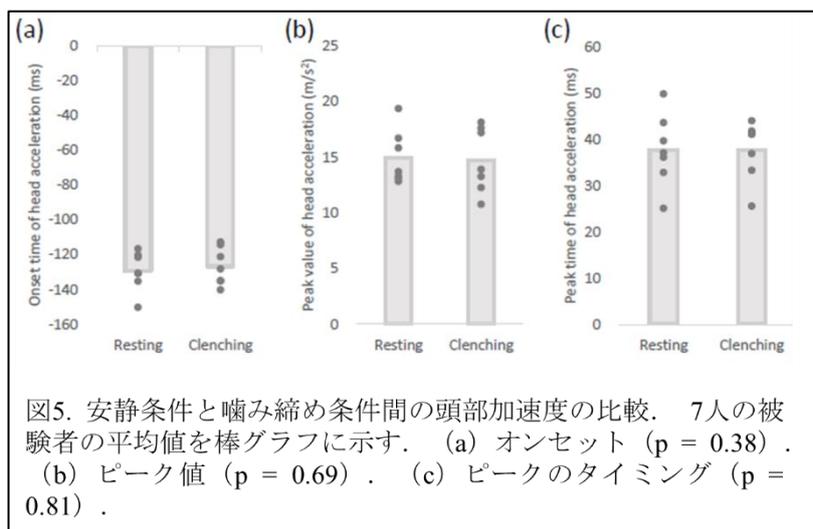
図4. 運動学的信号の1例。150ミリ秒間隔で時間エポックを分けている。

(3) 咬合圧

安静条件下では咬合圧は一貫して 0%を示したが、噛み締め条件下では 50%以上の咬合圧が維持された。同様に安静条件下では、咬合接触は一貫して観察されなかったが、噛み締め条件下では咬頭勘合位同様の咬合接触像が観察された。

(4) 頭部加速度

頭部加速度は、安静条件と噛み締め条件のいずれにおいても、T0 直後に急速に増加した後、ピークに達した。1) オンセット (安静条件: $-130.80 \pm 12.08\text{ms}$, 噛み締め条件: $-128.25 \pm 17.27\text{ms}$, $p=0.38$, 図 5a), 2) ピーク値 (安静条件: $13.68 \pm 3.08\text{m/s}^2$, 噛み締め条件: $13.89 \pm 4.56\text{m/s}^2$, $p=0.69$, 図 5b), 3) ピークのタイミング (安静条件: $37.14 \pm 7.18\text{ms}$, 噛み締め条件: $41.20 \pm 6.37\text{ms}$, $p=0.81$, 図 5c) において両条件間で有意な差はなかった。



(5) 結論

本研究の結果から、被験者は衝撃に対して上下の歯牙を接触させることなく、開口筋と閉口筋を共縮させることで、自然に上下の顎をやや離れた位置で固定している可能性が示唆された。さらに、噛み締めは、身体への衝撃時の開口筋の活動と頭部加速度のいずれにも影響を与えないことが明らかとなった。また、噛み締め条件では、APAs・RPAsの両期における頸部・体幹・下肢筋の筋活動量が増大した一方で、外乱刺激後の姿勢安定性を増す効果は見られなかった。噛み締めが外乱に対する姿勢制御に及ぼす影響は限定的である可能性が示唆された。上下の歯牙を接触させずに開口筋と閉口筋を共収縮させて得られる顎位は、身体が予測可能な衝撃を受ける際の頭部加速度を低減する上で、本質的に安全な顎位である可能性があると考えられる。しかし、この仮説を確認するためには、さらなる研究が必要である。

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 2件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ono Yoshiaki, Tanaka Yuto, Sako Kazuki, Tanaka Masahiro, Fujimoto Junya	4. 巻 17
2. 論文標題 Association between Sports-Related Concussion and Mouthguard Use among College Sports Players: A Case-Control Study Based on Propensity Score Matching	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 4493 ~ 4493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph17124493	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 該当する

1. 著者名 Tomita Yosuke, Tanaka Yuto, Sako Kazuki, Ono Yoshiaki, Tanaka Masahiro	4. 巻 57
2. 論文標題 Effect of jaw clenching on postural adjustments to a predictable external perturbation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Electromyography and Kinesiology	6. 最初と最後の頁 102512 ~ 102512
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelekin.2020.102512	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 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔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
研究協力者	富田 洋介 (Tomita Yosuke)		

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
---------	---------