



Title	噛みしめ運動の神経調節機構
Author(s)	月星, 太介
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/49761">https://hdl.handle.net/11094/49761</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;大阪大学の博士論文について</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【20】

氏 名	つき ぼし たい すけ 月 星 太 介
博士の専攻分野の名称	博 士 (歯 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 8 4 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 21 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 歯学研究科統合機能口腔科学専攻
学 位 論 文 名	噛みしめ運動の神経調節機構
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 前 田 芳 信 (副査) 教 授 姜 英 男 教 授 森 崎 市 治 郎 講 師 石 垣 尚 一

論 文 内 容 の 要 旨

【背 景】

咬合力の調節には、咬筋の筋紡錘や歯根膜からの感覚情報が関与すると考えられる。しかし、

歯根膜の無い無歯顎患者においても、義歯やインプラントを装着することにより咬合力調節が行われていることから、筋紡錘からの感覚情報がより重要な役割を果たすと考えられている。中枢パターン生成器（CPG）から閉口筋運動ニューロンに対するシナプス入力、咀嚼サイクルが速閉口相から遅閉口相へ進展するにつれて、減少することが良く知られている。従って、「噛みしめ相」とも呼ぶべき遅閉口相は、CPGによる運動ニューロンの駆動によってではなく、筋紡錘や歯根膜求心神経の働きにより、H反射回路が活性化されることにより引き起こされると想定されており、その間、閉口筋の準等尺性収縮が運動ニューロンの序列動員により引き起こされると考えられる。しかしながら、咬筋は四肢筋に比べ、筋紡錘由来のIa線維- $\alpha$ 運動ニューロン間のシナプス数が極めて少ないことから、H反射は容易に誘発されないことが知られている。そこで、「噛みしめ」運動の遂行にH-反射回路の活性化が関与するか否かを明らかにするため、咬筋に振動刺激を与えてIa線維の活動を変調した場合、一定の速度で増減するランプ負荷に対抗することにより生じる咬筋の等尺性収縮運動がどのように変化するかを調べた。

## 【方法】

本実験は本学倫理委員会の承認を得ており、被験者には事前に実験手技に関して十分な説明を行い、書面にて同意を得た上で、ヘルシンキ宣言を厳守して実験を行なった。25歳から29歳までの、個性正常咬合を有し自覚的及び他覚的に顎口腔系に異常の認められない被験者において、以下の実験を行なった。被験者には顎位を同じ状態に維持するよう指示し、0~100N間で毎秒28Nの一定速度で増加、または増減するランプ負荷を両側臼歯部に与え、その結果引き起こされる等尺性収縮に関与する筋活動を測定した。また、過去の研究により、骨格筋の筋腹または腱部に振動刺激を与えるると筋紡錘由来のIa線維が変調されることが数多く報告されている。そこで、本研究では頬骨弓下5mmの咬筋浅層起始部へ80Hzの振動刺激を与え、咬筋筋紡錘の活動を変調させ、筋活動の変化を調べた。

・実験1 正のランプ負荷に対抗して生じる等尺性収縮運動に対する振動刺激の効果を調べる  
正のランプ負荷を両側臼歯部に与え、振動刺激の有無により等尺性収縮運動の調節がどのように変化するか、筋活動を用いて評価した。筋活動の変化を定量的に評価するために、負荷を与えた時の咬筋筋活動の二乗平均平方根値（以下RMSとする）と負荷の関係から近似直線を求めた。そして単位時間あたりのRMSの増加量を近似直線の傾きとして、また、RMSの不規則性を近似直線から分散として比較検討を行った。

・実験2 ランプ負荷の解除に伴う等尺性収縮運動に対する振動刺激の効果を調べる  
2回増減する正と負のランプ負荷を両側臼歯部に与え、振動刺激の有無により等尺性収縮運動の調節がどのように変化するか、筋活動を用いて評価した。実験1と同様にRMSと負荷の関係から近似直線を求め傾きと分散を、また、負荷が減少してゼロになった時の筋活動を評価するため近似曲線の切片を用いて比較検討した。さらに負荷終了後の筋活動を評価するため、RMSの単位時間当たりの平均値を用いて負荷開始前のそれと比較検討した。

## 【結果】

### 実験1の結果

咬筋に振動刺激を与えた場合、振動刺激が無い場合と比較して、両側咬筋において負荷の増加に伴い筋活動が不規則に増加し、単位負荷あたりのRMSが有意に高い値を示した。

### 実験2の結果

負荷の減少に伴う筋活動の減少は対照群に比べて小さく、単位負荷あたりのRMSの減少は有意に小さい値を示した。また、振動刺激が与えられている限り、負荷をゼロにしても筋活動が持続した。

## 【考察と結論】

以上の結果より、噛みしめ運動、即ち、咬筋の等尺性収縮運動はH-反射回路の活性化により引き起こされる可能性が強く示唆された。従って、「噛みしめ」時の咬合力の調節には、咬筋筋紡錘の活動が重要な役割を果たすと考えられる。

等尺性収縮時のH-反射回路の活性化には、 $\gamma$ 運動ニューロンの活動が必須である。ある咬合力を発揮しようとする場合、意図した度合いの $\gamma$ 運動ニューロンの活性化により引き起こされる筋紡錘活動の情報を、実際に発揮された咬合力により引き起こされる歯根膜圧情報に対して較正し、意図した筋運動が期待した咬合力を発揮したかを検証する仕組みが脳に存在するはずである。即ち、筋紡錘活動の情報と歯根膜圧情報との間に、ある曲線関係が脳の内部モデルとして存在すると仮定すると、そうした筋紡錘-歯根膜情報の較正曲線が筋紡錘に振動を与えることにより影響を受けた可能性がある。咬筋に振動刺激を与えた時、筋紡錘の活動が増加するが、咬合力が発生していないため、被験者は下顎が下方に伸展し、開口したように錯覚するか、或いは、筋紡錘-歯根膜情報の較正曲線が右方シフトを起こしたように感じる（錯覚的曲線関係）。振動刺激下で単調増加する負荷が与えられた場合、被験者は振動刺激無しの場合と“同じ”咬合力（歯根膜圧活動）を発揮しようとして、右方シフトした錯覚的曲線関係を参照して筋紡錘を活性化させるが、本来の較正曲線の関係に従った出力が生じるため、結果として必要以上に大きな咬合力を発揮してしまったと考えられる。また、負荷の解除に伴う筋活動の解除は、振動刺激下で遅延した。動員の場合は、結果として過剰な筋活動により過剰な歯根膜活動が引き起こされたが、動員解除の場合は、引き起こされた過剰な歯根膜活動が実際にそれを引き起こした筋紡錘活動より大きな活動の結果引き起こされていると認識している。従って、負荷の減少に伴い、筋紡錘活動を小さくしたつもりでも、負荷解除の初期相では筋紡錘活動は同じレベルに留まり、遅延が生じることになると考えられる。

#### 論文審査の結果の要旨

本研究はヒトの「噛みしめ」運動の遂行に H 反射回路の活性化が関与するか否かを明らかにするため、一定の速度で増減するランプ負荷に対抗することにより生じる等尺性収縮運動中に、咬筋に振動刺激を与えて Ia 線維の活動を変調させた時、咬筋筋活動がどのように変化するかを検討した。

その結果、咬筋の等尺性収縮運動には H 反射回路の活性化が関与することが明らかとなった。従って、噛みしめ運動の遂行には、筋紡錘の活動が重要な役割を果たす可能性が示唆された。

以上のことは咀嚼に関する制御機構の解明に重要な知見を与えるものであり、学位（歯学）の授与に値するものと認める。