

- 原著 -

緊張性振動反射 (TVR) を用いたラット閉口筋興奮性の検討
疼痛の及ぼす影響

小池朋江^{1, 2}, 山村健介¹, 高田佳之², 新垣 晋², 山田好秋¹

¹新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻
摂食環境制御学講座 顎顔面機能学分野
(主任: 山田好秋教授)

²新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻
顎顔面再建学講座 組織再建口腔外科学分野
(指導: 新垣 晋助教授)

Study on the activity of jaw closing muscles
using tonic vibration reflex in the rat
The effect of noxious stimuli

Tomoe Koike^{1, 2}, Kensuke Yamamura¹, Yoshiyuki Takata²,
Susumu Shingaki², Yoshiaki Yamada¹

¹ *Division of Oral Physiology,
Department of Oral Biological Science, Course for Oral Life Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
(Chief : Prof. Yoshiaki Yamada)*

² *Division of Reconstructive Surgery for Oral and Maxillofacial region,
Department of Tissue Regeneration and Reconstruction, Course for Oral Life Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
(Director : Assoc.Prof. Susumu Shingaki)*

平成14年5月14日受付 5月14日受理

Key words : tonic vibration reflex (緊張性振動反射), jaw closing muscles (閉口筋), rat (ラット)

Abstract: To evaluate the activity of jaw closing muscles, we investigated the tonic vibration reflex (TVR) elicited in jaw closing muscles in rats. The experiments were performed on Wistar rats anaesthetized with urethane (1 g/kg). The vibration (120-150 Hz, 1 mm) was applied to the mandible and the reflex activity was recorded bilaterally from the masseter, temporal and digastric muscles. Experiment I: To establish an experiment model, effective parameters such as vibration frequency, direction of vibration, and jaw position (muscle length) to elicit TVRs were determined. Experiment II: Using the established experimental model, we examined effects of hypertonic saline (5%) and mustard oil (20% in mineral oil) injection into the temporal muscle on TVRs. A vibration frequency of 150 Hz in horizontal direction and jaw opening position of 7 mm apart at the opposing incisor were determined to be the most effective parameters for TVRs. Both chemicals injected into the temporal muscle reduced the TVR amplitude, and the effect of mustard oil was more than that of hypertonic saline. However, the modulatory effect varied among the muscles tested. In conclusion, effective parameters to elicit TVRs were determined and the change in sensitivity of muscle spindles was suspected to be a factor that affect the response of TVRs to noxious stimuli applied to the jaw closing muscles.

抄録：ラット閉口筋に微小振動刺激を与え誘発される緊張性振動反射（TVR）を指標に閉口筋の興奮性を評価する実験モデルの確立と、この実験モデルを用いて痛み刺激が筋紡錘の活動性にどのような影響を及ぼしているかについて筋電図学的に研究した。実験にはWistar系ラットを用いた。麻酔はウレタン（1 g/kg）を静脈内投与して行った。高頻度微小振動（120-150 Hz, 1 mm）を発生する振動モータを用い、下顎骨を振動させることで閉口筋に誘発されるTVR応答を両側咬筋、側頭筋ならびに顎二腹筋筋電図にて記録した。実験I）TVR誘発実験モデルを確立するために、振動の頻度、振動方向、開口量について至適TVR誘発条件を調べた。実験II）前項I）で得られた実験モデルを用いて、高張食塩水（5%）あるいはマスタードオイル（20% in mineral oil）を片側側頭筋に注入しTVRに与える影響について検討した。至適TVR誘発条件を、振動頻度は150 Hz、振動方向は水平方向、開口量は7 mmと決定した。5%食塩水あるいはマスタードオイルの注入によって閉口筋に誘発されるTVR応答は変調された。両刺激溶液ともTVR応答は注入前より減弱され、その減弱はマスタードオイルでより強く得られたが、その変調様式には記録した筋の種類によって相違が認められた。以上の結果から、至適TVR誘発条件が設定され、痛み刺激が筋紡錘の活動性を変化させる可能性が示唆された。

緒 言

顎口腔の運動障害を主訴とする患者には、偏位や開口障害などの機能不全を認めることが多い。その原因の一つとして、筋緊張亢進が関与することが指摘されている。この筋緊張が繰り返されると筋疲労を誘発しいわゆる筋スパズムといわれる筋痛を伴った筋緊張の異常亢進が引き起こされる。また一度筋痛が発生すると筋緊張が亢進し、さらに筋痛を増悪させると考えられている^{1,2)}が、その詳細な機序はいまだ不明な点が多い。

これまで、筋炎、筋損傷を想定した実験モデルが提唱され、侵害刺激が咀嚼筋活動に及ぼす影響について多くの研究がなされてきた^{3,4)}。その結果、三叉神経深部領域の侵害刺激により咀嚼筋運動神経の興奮性が変化することや顎運動が変調されることが報告されている。しかし、咀嚼筋の固有受容器である筋紡錘の活動にいかなる影響を及ぼすかについての詳細な研究はまだなく、本研究はその点を間接的にではあるが明らかにすることを目的に行われた。

咀嚼筋や骨格筋に微小振動を加えると選択的に筋紡錘中の一次終末が興奮し、反射的に筋活動が誘発されることが知られており^{5,6)}、緊張性振動反射（tonic vibration reflex : TVR）と呼ばれている。この反射は錘内筋を支配する運動神経活動の影響を強く受けると考えられている。一方、痛み刺激が運動神経活動を変化させるとの報告⁷⁾があることより、咀嚼筋の疼痛が筋紡錘の活動へ影響を及ぼすことが予想される。

そこで本研究では、ラット閉口筋に微小振動刺激を与え誘発されるTVRによる反射性活動を指標に閉口筋の興奮性を評価する実験モデルの確立と、この実験モデルを用いて痛み刺激が筋紡錘の活動性にどのような影響を及ぼしているかを検索することとした。

方 法

実験にはWistar系雄成熟ラット（体重250-350 g）15匹を用いた。硫酸アトロピン（0.4 mg/kg, 筋注）にて前処置を施し20分間おいた後、ハロタン2-3%を含む酸素ガスを吸入させ導入麻酔を行った。維持麻酔は大腿静脈にカテーテルを挿入後、25%ウレタンリンガー液を静脈内投与して行った。初回量として0.8 g/kgを投与し、その後下肢に与えた痛覚刺激に対し、体動がなくわずかに屈曲反射が起こる状態を維持するよう適宜追加投与を行った。また、記録開始後には追加投与は行わなかった。切開の際には2%塩酸リドカインによる局所麻酔を併用した。実験中ヒーティングパッドにて直腸温を38℃に維持した。すべての実験終了後にウレタンリンガー液を過量投与することで動物を安楽死させた。

麻酔下でまずラットを仰臥位に固定し、下顎正中部に切開を加えて前下顎骨を露出させ、ラウンドバーにて左右両側に深さ0.5 mm程度の穴をあけた。下顎切歯歯根が露出した場合には必要に応じて2%塩酸リドカインによる局所麻酔を施した後、両端をU字型に屈曲した矯正用ワイヤー（0.6 mm）を両側の穴に下顎切歯が離開しない程度に強く挿入固定した。術野の止血を確認後、下顎骨と挿入したワイヤーを歯科用接着性レジン（スーパーボンド）で固定し、このワイヤーと体軸に対し垂直に金属製のチューブ（0.85 mm, 長さ8 mm）をスーパーボンドで固定した。次いで、同じ切開部から筋電図記録用電極として先端を2 mm露出させたエナメルコート銅線（0.12 mm, 長さ15 cm）を両側咬筋深層部ならびに顎二腹筋にそれぞれ2本ずつ刺入した。電極間距離は3 mmとした。次に腹臥位にて頭蓋骨を露出させ、前頭骨、頭頂骨に骨縫合部を避けて頭部固定のために3本の小型のビスを埋め込んだ。このビスと歯科用レジン（オストロン）を用いて、実験台に定位的に頭部を固定した。以上の処置が終了した後、両側側頭筋前部（垂直