

## 学位研究紹介

## 上喉頭神経への電気刺激が開口反射に与える影響

## Effects of electrical stimulation of the superior laryngeal nerve on the jaw-opening reflex

新潟大学大学院医歯学総合研究科  
摂食・嚥下リハビリテーション学分野

福原孝子

Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University  
Graduate School of Medical and Dental Sciences

Takako Fukuhara

## 【目 的】

摂食行動は、食物の認知と取り込みから始まり、咀嚼、嚥下と続く一連の行動である。口腔内に取り込まれた食物は、咀嚼によって粉碎されると同時に唾液と混合されて嚥下に適した食塊となり、咽頭へと導かれる。咀嚼リズムは、下位脳幹のパターン発生器が形成しているといわれるが、刻一刻と変化する口腔内の環境に適応して、その活動様式はサイクルごとに変化する。この点で、口腔内の環境やその感覚が運動に与える影響は小さくない。

口腔内への刺激によって、短潜時で開口反射 (jaw opening reflex: JOR) が起きることが知られている。痛みを伴わない刺激 (例えば食塊形成時の口腔内への刺激など) によって引き起こされた反射は、咀嚼時に強い抑制を受ける。これはスムーズな咀嚼運動を遂行するための合目的な中枢の作用と考えられている。一方で、痛みを伴う強い刺激が加わった際に引き起こされた JOR は変調を受けにくいことが報告されている。このことは、(1) 咀嚼運動を形成する中枢神経活動が JOR の経路に変調を与える、(2) 2つの JOR は咀嚼中枢からの異なる制御を受けることを示唆している<sup>1)</sup>。しかしながら、これらの JOR が咀嚼と同様に脳幹内にパターン発生器をもつ嚥下時にどのような変調を示すかについては明らかにされていない。

そこで本研究では、動物を用いて、嚥下反射を誘発するための上喉頭神経 (superior laryngeal nerve: SLN) への刺激が JOR に及ぼす影響について調べた。

## 【方 法】

実験には、ウレタン麻酔下の家兎 (日本白色種, 雄, 2-2.5 kg) 11 匹を用いた。JOR 誘発のための試験刺激として下歯槽神経 (inferior alveolar nerve: IAN) へ電気刺激を与え、記録として顎二腹筋 (Digastric muscle: Dig) より筋電図 (electromyography: EMG) を導出した。嚥下反射誘発のための条件刺激として SLN へ連続刺激を与え、嚥下運動の指標とするために顎舌骨筋 (Mylohyoid muscle: MH) より EMG を導出した。JOR 活動の大きさは、短潜時で導出された Dig EMG の最大振幅を用いて評価した。1 Hz で 10 秒間の試験刺激を与えた後に、条件刺激である SLN への連続電気刺激を 20 秒間加え、さらに条件刺激停止後に試験刺激を続けた。条件刺激前の JOR の振幅をコントロール値として、条件反射を加えたことによる変調を比較した。JOR を誘発する刺激の強さにより受ける変調が異なるか否かを観察するために、非侵害刺激として JOR 誘発閾値の 1.5 倍 (IAN 1.5)、侵害刺激として閾値の 4 倍 (IAN 4) の試験刺激を用いて JOR の変調を比較した。加えて、嚥下反射誘発に関わる条件刺激の強さの違いが JOR の変調に与える効果を観察するために、SLN に与える刺激強さを嚥下反射惹起閾値の 0.6 倍・1.3 倍・4 倍・8 倍 (SLN 0.6, SLN 1.3, SLN 4, SLN 8) とした。すなわち、試験刺激 2 種類、条件刺激 4 種類の計 8 パターンの組み合わせによる JOR の変調の違いを評価した。次に、JOR の変調が SLN からの直接入力により起きている可能性を考慮して、単発の条件刺激 (SLN 8) を試験刺激前に与えた。両刺激の間隔 (C-T インターバル) を 5 ms から 20 ms まで変えて JOR の変調の有無を調べた。さらに、嚥下反射惹起に伴う運動感覚が JOR に変調を与える可能性を考慮して、JOR 惹起時に合わせて嚥下運動が見られる場合とそれ以外で分けて、JOR の変調の違いがあるかどうかを比較した。

## 【結果および考察】

JOR は条件刺激に伴い速やかに抑制を受けた (図 1)。抑制の程度は SLN 刺激の強さおよび IAN 刺激の強さによって異なっていた。コントロールと比較して JOR が有意な抑制を受けたのは、IAN 1.5 では SLN 4 ( $79.3 \pm 7.5\%$ ,  $P=0.006$ ) および SLN 8 ( $71.3 \pm 6.3\%$ ,  $P<0.001$ ) であり、IAN 4 では、SLN 8 ( $86.1 \pm 5.3\%$ ,  $P=0.001$ )

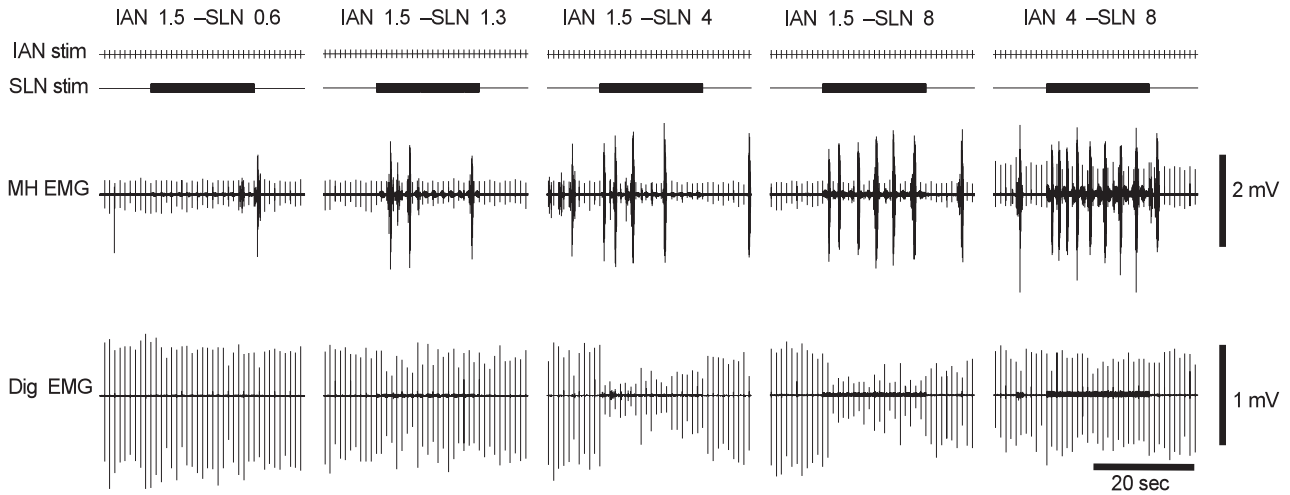


図1 : SLN 0.6 から 8 へと刺激を強くした際の MH・Dig EMG の典型例

の場合であった。さらに、JOR の抑制は IAN 1.5 と IAN 4 の間においては、SLN 4, SLN 8 での刺激時に有意差を認めた ( $P = 0.041$ )。以上より、JOR は SLN 刺激強度に関連して抑制を受けることが示された。また、試験刺激の強さの違いによって、JOR が受ける変調に違いがあることから、非侵害・侵害刺激誘発性の JOR は嚥下中枢からの異なる制御を受けている可能性が示された (図 2)。JOR 抑制において、条件刺激開始後に数秒を要したこと、条件

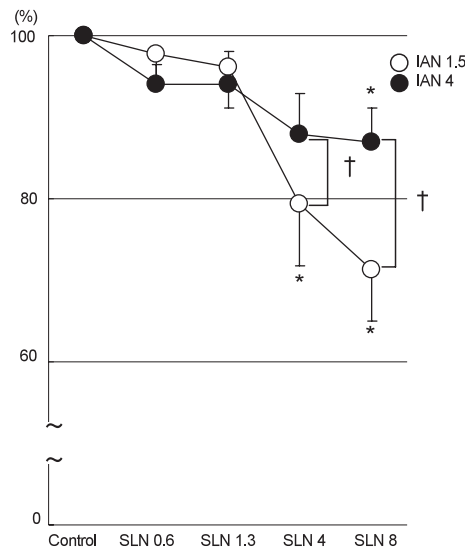


図 2 : SLN 刺激時にみられる開口反射振幅の変調  
\*、†  $P < 0.05$ .

刺激終了後も抑制が継続したことは、嚥下中枢が受取る咽喉頭からの感覚情報が増えるにつれて中枢の活動性が上昇すること、JOR の変調に嚥下反射惹起が必須ではないことを示唆していた (図 3)。

さらに、C-T インターバルを変化させても有意な JOR 変調は認められなかったこと、嚥下反射を伴うか否かで JOR を分けてもその変調に有意差が認められなかったことは、SLN からの入力を受けた嚥下中枢内の神経活動が中枢性に JOR の抑制に関わることを示唆するものであった。

**【結 論】**

嚥下運動を誘発するための咽喉頭感覚を支配する

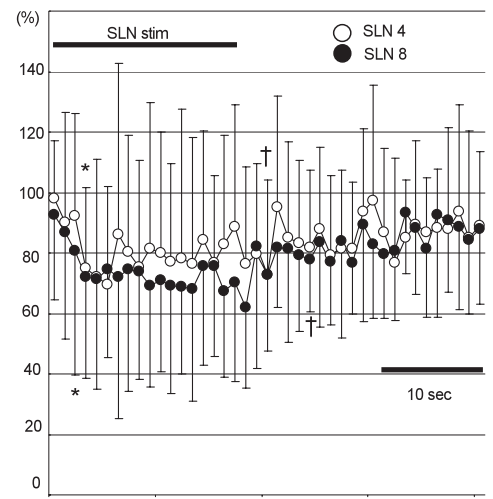


図 3 : IAN 1.5 における開口反射振幅の変調の時間経過  
\*、†はコントロールと比較して有意に抑制・回復を示した時点。\*、†  $P < 0.05$ .  
図 1-3 は参考文献 2) より一部引用。

SLN 刺激時に、非侵害および侵害刺激誘発性の JOR はいずれも抑制を受けた。また、これらの抑制は、嚥下反射惹起に関わる脳幹の嚥下パターン発生器の活動によるものであることが示唆された。

**【参考文献】**

- 1) Lund J. P, Drew T, Rossignol S : A study of jaw reflexes of the awake cat during mastication and locomotion. Brain Beha. 25 : 146-56, 1984
- 2) Fukuhara T, Tsujimura T, Kajii Y, Yamamura K, Inoue M: Effects of electrical stimulation of the superior laryngeal nerve on the jaw-opening reflex. Brain Res. 1391: 44-53, 2011