

機関番号：13101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20592170

研究課題名（和文） 咀嚼中枢と嚥下中枢の機能的相互作用の解明

研究課題名（英文） Functional interaction between chewing and swallowing center

研究代表者

井上 誠（INOUE MAKOTO）

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：00303131

研究成果の概要（和文）：

咀嚼・嚥下運動が円滑に営まれるための神経制御機構，さらに末梢と中枢との機能的相互作用を解明する目的で，嚥下誘発のための上喉頭神経刺激によって，口腔内刺激により誘発される開口反射がいかなる変調を示すかについて調べた結果，上喉頭神経刺激によって，嚥下中枢が関与した抑制を示すことが明らかとなった．一方，ヒト実験では，咽頭部への電気刺激により有意に随意嚥下誘発の促進が認められ，単一部位よりも複数部位への連続刺激がより効果的であることを定量的に見出した．

研究成果の概要（英文）：

The aim of the study was (1) to clarify the neuronal interaction between peripheral and central mechanisms to complete mastication and (2) to evaluate the effects of food consistency on the movements using physiological methods. We found that jaw-opening reflex evoked by the trigeminal nerve was inhibited by the electrical stimulation of superior laryngeal nerve and suggested that this inhibition was due to the activation of swallowing center. We also successfully showed facilitation of voluntary swallowing by the electrical stimulation of mid- and hypopharynx in humans.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009 年度	900,000	270,000	1,170,000
2010 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：口腔生理学 摂食・嚥下障害学

科研費の分科・細目：機能系基礎歯科学

キーワード：生理学 脳・神経 食品

## 1. 研究開始当初の背景

摂食行動における咀嚼と嚥下運動は，動物が生きるために不可欠な機能である．日常，これらの運動は意識することなく営まれていることから，その機能は脳幹で制御されていることは明らかであるが，一方で，意識下

の咀嚼，随意的嚥下といったように上位脳においても制御可能である．また，食品摂取時に，口腔内，咽頭内での食塊の位置や性状は時間経過とともに変化していくが，これらの情報を中枢がいかに捉えて咀嚼から嚥下といった流れをつくっていくかについては

いまだ不明なままである。

## 2. 研究の目的

(1) これらの運動が円滑に営まれるための神経制御機構, さらに末梢と中枢との機能的相互作用を調べること, (2) 食品摂取時の食塊の物性の違いがこれらの運動にどのように反映されるかについて, 生理学的手法を用いて検索することが本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

### (1) ヒト被験者の実験

咽喉頭部への刺激に伴う嚥下反射の記録を筋電図, 口腔・咽頭内圧, 嚥下内視鏡および嚥下造影検査法を用いて行う。

種々の物性を変えた食品摂取もしくは抹消へ加えた人工的刺激(電気刺激, 機械刺激)に伴う嚥下誘発への効果を検索する。

### (2) 動物実験

麻酔動物を用いて, 上喉頭神経への電気刺激に伴う嚥下反射惹起が三叉神経系に加えた刺激に伴いどのような変調を示すか調べる。さらに, 三叉神経系への刺激に伴い惹起される開口反射が嚥下惹起に伴いどのような変調を受けるかについても検索する。

## 4. 研究成果

動物実験により以下のことが明らかとなった。1) 下歯槽神経ならびに舌神経への電気刺激によって引き起こされた顎反射(開口反射)が, 嚥下誘発のための上喉頭神経刺激により抑制を受け, 開口反射誘発のための刺激強さに依存してその抑制が認められた。2) 上喉頭刺激による反射の抑制は単潜時で起きるものでなく, 刺激を中止してからも数秒にわたり認められたことから嚥下中枢が関与することが強く示唆された。3) 反射の変調は嚥下反射に伴う運動感覚には左右されなかった。4) 下歯槽神経と比較すると舌神経刺激誘発性の開口反射の変調が強いことが明らかとなった。5) 嚥下誘発のための上喉頭神経刺激が大きくなるに従い開口反射の抑制は強くなった。

ヒト実験では中咽頭, 下咽頭への電気刺激により有意に随意嚥下誘発の促進が認められ, 単一部位よりも複数部位への連続刺激がより効果的であることを定量的に見出した。さらに, 咀嚼やそれに伴う三叉神経系の入力に嚥下反射惹起を抑制するという双方向性の関与を示唆する結果も得られた。

## 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6件)

1. 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* (査読あり) in press, 2011.

2. 島田久寛, 谷口裕重, 井上 誠: 随意嚥下閾値に関わる食塊の物性. *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌* (査読あり), 14(2): 106 - 113 頁, 2010.

3. 井上 誠: 嚥下障害のメカニズムと対策. *新潟医学会雑誌* (査読なし), 124(8): 430-432 頁, 2010.

4. 吉津和憲, 井上 誠: 嚥下反射誘発時の呼吸関連筋活動の変調. *新潟歯学会誌* (査読なし), 39(2): 17-21, 2009.

5. Tsukada T, Taniguchi H, Ootaki S, Yamada Y, Inoue M: Effects of food texture and head posture on oropharyngeal swallowing. *J Appl Physiol* (査読あり), 106(6): 1848-1857, 2009.

6. 谷口 裕重, 大瀧祥子, 梶井友佳, 山田好秋, 井上 誠: 筋萎縮性側索硬化症例における舌萎縮と嚥下時の食塊移送との関係. *日本顎口腔機能学会雑誌* (査読あり), 15: 30-7, 2008.

[学会発表](計22件)

1. 井上 誠, 谷口裕重: 咽頭電気刺激が嚥下誘発に与える効果. 第2回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会, 名古屋, 2011年2月12日, 日本ニューロリハビリテーション学会学術集会プログラム抄録集: 80 頁, 2011.

2. Inoue M: Functional interaction between orofacial behaviors. *International Joint Symposium on Oral Science, Indonesia*, 2010.12.17.

3. 井上 誠, 谷口裕重, 林 宏和, 堀 一浩, 会田生也: 餅食品摂取時の関連筋活動および食塊動態の特徴. 第16回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会, 新潟, 2010年9月3-4日. *日摂食嚥下リハ会誌* 14(3): 344 頁, 2010.

4. 井上 誠: 「摂食・嚥下リハビリテーションの新しい臨床を開く基礎研究」末梢刺激が嚥下誘発におよぼす効果を期待したヒト実験. 第16回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会, シンポジウム, 新潟, 2010年9月3-4日. *日摂食嚥下リハ会誌*, 14(3): 294 頁, 2010.

5. Inoue M, Fukuhara T, Tsujimura T, Kajii

Y: Changes in jaw opening reflex responses during ingestive behaviors. 86th IADR, Barcelona, 2010.07.13-17.

6.井上 誠:末梢電気刺激がもたらす嚥下反射の惹起とその変調.第64回日本口腔科学会学術集会,札幌,2010年6月25日.日本口腔科学会誌,60(1):46-7頁,2011.

7.Inoue M, Tsujimura T, Fukuhara T: Effects of electrical stimulation of the superior laryngeal nerve on the jaw-opening reflex in the rabbit. 4th Annual Symposium Biomouth 2010, Christchurch, 2010.06.08-09, New Zealand Dental Journal Dec 10, 145.

8.Inoue M, Tsujimura T, Fukuhara T, Kajii Y, Hayashi H: Brainstem neurons receiving inputs from the superior laryngeal nerve and their involvements in the swallowing. 第87回日本生理学会,盛岡,2010年5月19-21日.

9.Fukuhara T, Tsujimura T, Kajii Y, Hayashi H, Inoue M: Effects of afferent inputs from superior laryngeal nerve on the jaw opening reflex responses. 第87回日本生理学会,盛岡,2010年5月19-21日. The journal of physiological sciences, 60: 150, 2010.

10.福原孝子,辻村恭憲,林 宏和,梶井友佳,井上 誠:上喉頭神経刺激に伴う開口反射の変調.第43回新潟歯学会総会,新潟,2010年4月17日,新潟歯学会誌 40(1): 99-100頁,2010.

11.山本真也,福原孝子,梶井友佳,辻村恭憲,井上 誠:摂食行動に伴う開口反射の変調.日本顎口腔機能学会第43回学術大会,東京,2009年11月28日.

12.井上 誠,塚野英樹,安達大雅,矢作理花,堀一浩咽頭刺激に伴う嚥下反射惹起ならびにその変調.日本顎口腔機能学会第43回学術大会,東京,2009年11月28日.

13.山本真也,福原孝子,梶井友佳,林 宏和,大瀧祥子,井上 誠:摂食時にみられる開口反射の変調.第51回歯科基礎医学学会学術大会・総会,新潟,2009年9月10日. J Oral Biosci, 51 Suppl: 76, 2009.

14.Shinya Yamamoto, Takako Fukuhara, Kensuke Yamamura, Hirokazu Hayashi, Makoto Inoue: Changes in amplitude of jaw

opening reflex during natural feeding in the rabbit The 36th congress of the international union of physiological sciences, Kyoto, 2009. 8. 30.

15.Taiga Adachi, Hiroshige Taniguchi, Sachiko Ootaki, Yoshiaki Yamada, Makoto Inoue: Effects of electrical stimulation in tehpharyngeal region on the reflex swallowing. The 36th congress of the international union of physiological sciences, Kyoto, 2009. 8. 30.

16.井上 誠:生理学からみたプロセスモデル.第15回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会,名古屋,2009年8月29日.

17.塚野英樹,安達大雅,谷口裕重,林 宏和,矢作理花,井上 誠:ヒト咽頭部への電気刺激がもたらす嚥下反射惹起.第15回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会,名古屋,2009年8月29日.日本摂食嚥下リハ会誌 13(3): 442, 2009.

18.山本真也,福原孝子,梶井友佳,林 宏和,大瀧祥子,井上 誠:摂食時における開口反射の変調(第2報).第15回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会,名古屋,2009年8月28日.日本摂食嚥下リハ会誌 13(3): 324, 2009.

19.井上 誠:摂食・嚥下リハビリテーションにおける機能に合致した食品の適用.第43回日本作業療法学会,福島(ビッグパレット福島),2009年6月19日.

20.井上 誠:嚥下障害のメカニズムと対策 歯科の立場から.第648回新潟医学会例会シンポジウム,新潟(有壬会館),2009年5月16日.

21.安達大雅,塚野英樹,谷口裕重,林 宏和,井上 誠:咽喉頭刺激が嚥下機能に及ぼす効果.日本顎口腔機能学会第42回学術大会,新潟,2009年4月12日.

22.安達大雅,谷口裕重,梶井友佳,井上 誠:咳嗽嚥下の臨床応用への可能性.第14回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会,千葉,2008年9月13-14日,日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌,12(3): 366頁,2008年.

{図書}(計0件)

{産業財産権}

出願状況（計0件）  
取得状況（計0件）

〔その他〕  
ホームページ等 なし

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

井上 誠（INOUE MAKOTO）  
新潟大学・医歯学系・教授  
研究者番号：00303131

### (2)研究分担者

大瀧 祥子（OOTAKI SACHIKO）  
新潟大学・医歯学総合病院・講師  
研究者番号：00377152

梶井 友佳（KAJII YUKA）  
新潟大学・医歯学総合病院・助教  
研究者番号：00447632

山田 好秋（YAMADA YOSHIAKI）  
新潟大学・企画戦略本部プロジェクト推進  
室・教授  
研究者番号：80115089