



日本嚥下医学会 学会誌

嚥下医学

2023 Vol.12 No.

1

"Deglutition" The official journal of The Society of Swallowing and Dysphagia of Japan

嚥下医療のアドバンスドコースを歩む
すべての専門職のために!

動画配信サイトとも連動

第12巻
第1号

●特集

どこまでわかった 嚥下の中枢メカニズム

- 喉頭感覚と呼吸・嚥下制御機構
- 灌流ラットモデルを用いた咽頭期嚥下関連ニューロン解析
- 島皮質誘発嚥下の応答特性と上喉頭神経誘発嚥下との比較
- ヒト頭蓋内脳波を用いた嚥下上位中枢の解明と
ブレインマシンインターフェースへの応用

1枚の写真

原著論文 6編

中山書店

CONTENTS

特集

どこまでわかった嚥下の中樞メカニズム

Editorial	杉山庸一郎	6
喉頭感覚と呼吸・嚥下制御機構	布施慎也	7
灌流ラットモデルを用いた咽頭期嚥下関連ニューロン解析	山本陵太	15
島皮質誘発嚥下の応答特性と上喉頭神経誘発嚥下との比較	辻村恭憲, 井上 誠	21
ヒト頭蓋内脳波を用いた嚥下上位中枢の解明と ブレインマシンインターフェースへの応用	平田雅之, 橋本洋章	29

●書評

『口にかかわるすべての人のための誤嚥性肺炎予防』	唐帆健浩	36
『Neurogenic Dysphagia』	山脇正永	36

●1枚の写真	二藤隆春	37
--------------	------	----

原著論文

●摂取物と嚥下方法が嚥下時の喉頭運動に及ぼす効果について	大森史隆, 他	40
●急性大動脈解離 A 型の緊急手術後脳梗塞を合併し 嚥下障害をきたし人參湯投与による食道蠕動運動の改善から 嚥下機能の著明な改善を示した 1 例 	鈴木 暁, 他	49
●腫瘍随伴性皮膚筋炎による重度嚥下障害に対して 喉頭挙上術を施行した症例 	石永 一, 他	56

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）流行期における嚥下障害診療への注意喚起

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染拡大防止には各方面より様々な対策が講じられているが、残念ながら収束の兆しは未だ見えていない。このウイルスは主として飛沫・接触によって伝播するとされ、感染者の体内でもウイルス量が多いのは鼻腔・咽頭（上気道）である。また、エアロゾルを介した感染も報告されている。嚥下障害診療において、上気道粘膜との接触を伴う嚥下訓練や喀痰吸引、内視鏡下嚥下機能検査などの医療行為は咳嗽などの気道防御反射を誘発し、感染リスクの最も高いエアロゾル発生手技に相当する。

日本嚥下医学会は、COVID-19 流行が生じている地域では、嚥下障害診療に携わるすべての医療者が、診療行為に応じた感染リスクに対して最大限に注意を払い、感染経路別予防策を適正に遵守することを推奨する。

日本嚥下医学会（令和 2 年 11 月 20 日改訂）

- 喉頭癌に対する喉頭亜全摘術（SCL-CHEP）後の
嚥下訓練および長期的な嚥下機能 児玉成博，他 62
- Forestier 病による輪状軟骨壊死を契機とした重度嚥下障害に対し
嚥下機能改善手術が奏効した 1 例  布施慎也，他 71
- 化学放射線療法後の頸部食道膜様狭窄に
バルーンカテーテル訓練法で改善を得た 1 例 和田佳央理，他 79

会告—— 1

日本嚥下医学会嚥下機能評価研修会のご案内—— 1

追悼 久 育男先生のご逝去を悼む—— 2

動画サイトのご案内—— 39

第 46 回日本嚥下医学会 総会 学術講演会プログラム集—— 86

日本嚥下医学会の認定する嚥下相談医等制度について—— 96

日本嚥下医学会認定嚥下相談医等制度運用規則—— 98

日本嚥下医学会認定嚥下相談医・嚥下相談員一覧—— 100

投稿規定—— 104

バックナンバー—— 109

日本嚥下医学会入会申込書—— 111

日本嚥下医学会変更届—— 112

購読申込書—— 113

：動画配信付き

どこまでわかった 嚥下の中枢メカニズム

Recent knowledge of central mechanisms regulating swallowing

嚥下障害に対する嚥下機能評価や嚥下リハビリテーション治療を含む嚥下診療において、嚥下の中枢メカニズムの理解は必須である。しかし、嚥下セントラルパターンジェネレーター（CPG）における嚥下制御メカニズム、および上位中枢による嚥下運動の制御についてはいまだ不明な点も多い。

本特集では、嚥下を制御する中枢機構について、動物実験による解析からヒト脳活動の解析まで、さまざまな手法を用いた研究をもとにわかりやすく解説していただいた。

1. 喉頭感覚と呼吸・嚥下制御機構、2. 灌流ラットモデルを用いた咽頭期嚥下関連ニューロン解析、3. 島皮質誘発嚥下の応答特性と上喉頭神経誘発嚥下との比較、4. ヒト頭蓋内脳波を用いた嚥下上位中枢の解明とブレインマシンインターフェースへの応用について、最新の知見をもとに解説していただいた。この特集を通じて、嚥下中枢制御機構についての理解を深めることで、嚥下診療を行ううえで有用な知識を得ることができるものとする。

The understanding of central mechanisms underlying swallowing is essential for the treatment of dysphagia, including assessment of swallowing and swallowing rehabilitation therapy. However, the regulatory mechanisms of the swallowing central pattern generator (CPG) and higher brain centers still need to be well known.

This special issue contains articles about the central mechanisms regulating swallowing using various methodologies, including animal experiments and analysis of human brain activity.

The articles discuss the following topics:

1. Laryngeal sensory stimulation and respiratory-swallowing control mechanisms;
2. The activities of swallowing interneurons in perfused brainstem preparation in rats;
3. Response property of insular cortex-evoked swallows and comparison to superior laryngeal nerve-evoked swallows;
4. Central nervous system of swallowing revealed by human intracranial electroencephalograms towards functional restoration of swallowing using brain machine interfaces.

These articles can provide helpful information about central mechanisms regulating swallowing for the treatment of dysphagia.

喉頭感覚と呼吸・嚥下制御機構

Laryngeal sensory stimulation and respiratory-swallowing control mechanisms

布施慎也 ● 京都府立医科大学耳鼻咽喉科・頭頸部外科学教室

FUSE Shinya ● Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine

- 咽頭期嚥下は、咽頭・喉頭感覚刺激による求心性インパルスが嚥下セントラルパターンジェネレーター（CPG）に伝達されることにより出力されるパターン化された運動である。どのような条件下でも誤嚥を防ぐ必要があるため、嚥下 CPG には常に一定以上の運動出力を生じるメカニズムが内在されている。我々は、嚥下 CPG の嚥下パターン形成の解明に取り組んでいる。本稿では、喉頭感覚刺激による嚥下中枢へのフィードバック機構と呼吸・嚥下制御機構について述べたうえで、嚥下中枢の可視化に向けての取り組みを報告する。

- The pharyngeal stage of swallowing consists of a patterned sequential movement controlled by the swallowing central pattern generator (Sw-CPG), which is activated by afferent impulses from pharyngolaryngeal sensory stimulation. The Sw-CPG involves an intrinsic mechanism by which sufficient motor output can be produced to avoid aspiration under any conditions during the meal. We investigated to clarify the mechanisms of the Sw-CPG. This article described the feedback mechanisms of laryngeal sensory stimulation to the Sw-CPG and the respiratory-swallowing control mechanisms. We then report our study to visualize the functional feature of the Sw-CPG.

Key words ▶ 嚥下セントラルパターンジェネレーター, 喉頭感覚刺激, 呼吸・嚥下制御機構, Calcium imaging

swallowing central pattern generator, laryngeal sensory stimulation, respiratory-swallowing control mechanisms, calcium imaging

はじめに

「嚥下障害を診る」にあたり、日常診療において他の疾患の治療よりも多くの困難さを感じている人が多いのではないかと、嚥下障害患者には、さまざまな原疾患や既往歴、年齢などの多種多様な背景があることに加えて、また、患者やその家族、

看護師・言語聴覚士・薬剤師・管理栄養士などのメディカルスタッフ、そして他科の主治医との綿密な連携が必要である。まさに嚥下診療には真の包括医療が求められる。

筆者自身、嚥下診療にかかわるようになった初期の頃、嚥下に関する検査やリハビリテーションなどを行っていくうえで、何を目標に治療を行っていけばよいのかを不明瞭に感じていた時期が

灌流ラットモデルを用いた 咽頭期嚥下関連ニューロン解析

The activities of swallowing interneurons in perfused brainstem preparation in rats

山本陵太 ● 九州大学大学院医学研究院耳鼻咽喉科学教室

YAMAMOTO Ryota ● Department of Otorhinolaryngology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University

- 経動脈的除脳非動化灌流ラットモデルを用いることで、経口注水を行いながらのニューロンの細胞外記録が可能となった。これを用いて、蒸留水とカプサイシン水の注水刺激による誘発嚥下時の嚥下セントラルパターンジェネレーター（CPG）ニューロン活動を記録し、従来の上喉頭神経電気刺激による誘発嚥下と比較した。刺激強度の変化により基本的な活動様式は保たれるものの、嚥下関連神経活動および背側嚥下ニューロン群における嚥下関連存在ニューロン活動は変化を認めた。嚥下中枢について解明するうえでニューロン解析は必要不可欠であり、灌流モデルは嚥下中枢の本質へ多角的な視点から迫るうえで非常に有用な実験系である。

- Arterial perfused brainstem preparation enables us to investigate the activities of swallowing interneurons (SINs) by extracellular recording during oral fluid injection. In our study, we compared the activities of during evoked swallowing motor activity after superior laryngeal nerve stimulation and after oral infusion of water or capsaicin solution. Although the complex activity patterns of SINs during electrically and physiologically induced swallowing were basically similar, the activities of peripheral nerves and those of swallowing interneurons in the dorsal swallowing group were modulated in response to the afferent signals. This perfused brainstem preparation will continue to be an ideal experimental model to investigate the swallowing central pattern generator from multiple perspectives.

Key words ▶ 嚥下セントラルパターンジェネレーター（CPG）、灌流モデル、経口注水刺激
swallowing central pattern generator (Sw-CPG), perfused brainstem preparation, physiologically induced swallowing

はじめに

咽頭期嚥下は、食塊を確実に食道内へ導きつつ、下気道を食塊の侵入から強固に守る役割をもっている。咽頭・喉頭の多数の筋肉は、時間的・空間的に厳密に制御された運動をする必要があり、主に延髄に存在する嚥下セントラルパターンジェネ

レーター（CPG）と呼ばれる神経回路群によってこれらの緻密な制御がなされている¹⁻⁴⁾。この嚥下CPGは、孤束核とその周囲の延髄網様体に存在する背側嚥下ニューロン群と疑核周囲に存在する腹側嚥下ニューロン群に大きく分類される²⁾。延髄背側ニューロン群で主に嚥下のパターン形成が行われていると考えられているが、嚥下CPGを構成するニューロンについては、主に3種類の

島皮質誘発嚥下の応答特性と 上喉頭神経誘発嚥下との比較

Response property of insular cortex-evoked swallows and
comparison to superior laryngeal nerve-evoked swallows

辻村恭憲, 井上 誠 ● 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

TSUJIMURA Takanori, INOUE Makoto ● Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University Graduate School
of Medical and Dental Sciences

- 島皮質は、嚥下に関連する上位中枢の一つである。我々は麻酔下ラットを対象として、島皮
- 質誘発嚥下の応答特性を検証し、上喉頭神経誘発嚥下と比較した。島皮質誘発嚥下は、上喉頭
- 神経誘発嚥下と比較して初回嚥下潜時が長く、甲状舌骨筋活動時間が短かった。また、上喉頭
- 神経が刺激頻度依存的に嚥下誘発効果を認めたのに対し、島皮質は 10 Hz が最も効果的に嚥
- 下を誘発した。島皮質と上喉頭神経の同時刺激による嚥下誘発への効果は、閾値強度の上喉頭
- 神経刺激では促進効果が認められたが、閾値上強度の上喉頭神経刺激では効果は認められなかつ
- た。最後に、皮質咀嚼野刺激は、上喉頭神経誘発嚥下と比較して島皮質誘発嚥下を強く抑制
- した。以上から、島皮質誘発嚥下と上喉頭神経誘発嚥下は異なる応答特性を示し、咀嚼ネット
- ワークによる制御に差があることが示唆された。

- Insular cortex (IC) is one of the central regions involved in swallowing. We investigated the
- response property of the IC-evoked swallows and compared between the IC- and superior la-
- ryngeal nerve (SLN)-evoked swallows in anesthetized rats. The onset latency and the dura-
- tion of thyrohyoid muscle activity of the IC-evoked swallow was significantly longer and shorter
- than that of SLN-evoked swallow, respectively. SLN electrical stimulation evoked swallows at
- the stimulus frequency-dependent manner. While, IC electrical stimulation evoked swallows
- most effectively at 10 Hz. When SLN was stimulated at the threshold level, the spatial summa-
- tion between SLN and IC stimulations on swallow initiation was observed. On the other hand,
- when SLN was stimulated at the supra-threshold level, there was no summation effect. Finally,
- cortical masticatory area stimulation inhibited swallow initiation more when combined with IC
- stimulation than with SLN stimulation. These findings suggest that IC- and SLN-evoked swal-
- lows have different response properties and are affected differently by the masticatory network.

Key words ▶ 嚥下, 島皮質, 上喉頭神経, 皮質咀嚼野, ラット

swallowing, insular cortex, superior laryngeal nerve, cortical masticatory
area, rats

ヒト頭蓋内脳波を用いた嚥下上位中枢の解明とブレインマシンインターフェースへの応用

Central nervous system of swallowing revealed by human intracranial electroencephalograms towards functional restoration of swallowing using brain machine interfaces

平田雅之, 橋本洋章 ● 大阪大学大学院医学系研究科脳機能診断再建学共同研究講座

HIRATA Masayuki, HASHIMOTO Hiroaki ● Department of Neurological Diagnosis and Restoration,

Osaka University Graduate School of Medicine

- 社会の超高齢化により嚥下性肺炎が増加し、2016年には肺炎がわが国の死因の第3位となった。しかし、嚥下のヒト脳機能メカニズムはほとんど解明されていない。我々は、てんかん焦点同定のために留置された頭蓋内電極を用いて、嚥下上位中枢の解明とブレインマシンインターフェース（BMI）への応用に取り組んでいる。水2 mLを随意嚥下した際の頭蓋内脳波を計測したところ、随意嚥下時に中心溝最外側の中心下野と呼ばれる領域に高周波活動が出現し、随意嚥下終了後に急激に消失するという特殊な脳活動が観察された。これは、中心下野が随意嚥下の上位中枢であり、嚥下後は中心下野の活動は脳幹からの抑制を受けるものと考えられた。この頭蓋内脳波を転移学習を用いた深層学習で嚥下時期を推定すると、80～90%の精度で推定できた。今後はさらに研究を進め、超選択的機能的電気刺激により嚥下筋を制御する嚥下のBMIの実現を目指したい。

- Increase in aspiration pneumonia due to super aging society pushed pneumonia up as the third grade of cause of death in 2016. However, neural mechanisms of swallowing in human are still almost unknown. We focus on clarifying the central nervous system of swallowing and its application for brain machine interfaces (BMIs) using intracranial electrodes implanted to identify epileptic foci. Intracranial electroencephalograms during voluntary swallowing of 2 ml water showed high frequency neural activity in the subcentral area: the most lateral side of the central sulcus. This neural activity disappeared suddenly after voluntary swallowing. This finding indicated that the subcentral area is the neural correlate of voluntary swallowing and that the neural activity in the subcentral area is suppressed by the brain stem after swallowing. 80-90 % of accuracy was obtained for decoding the swallowing phase by a transferred deep learning. We will aim at realizing swallowing BMIs that control the swallowing-related muscles contraction by super-selective functional electrical stimulation.

Key words ▶ 嚥下, ブレインマシンインターフェース, 機能再建, 深層学習, 頭蓋内脳波 swallowing, brain machine interfaces, functional restoration, deep learning, intracranial electroencephalogram

1 枚の写真

このコーナーは、嚥下診療において遭遇する画像や動画（嚥下内視鏡ないし嚥下造影、視診など）を供覧して、読者にクイズ形式で診断を考えてもらうものである。1頁の裏表で構成され、表に写真（動画とリンク）と質問、裏には解答と解説を掲載している。

What is the diagnosis from the images?

In this corner, images and videos (videoendoscopy or videofluoroscopy of swallowing or visual inspection, etc.) encountered in dysphagia practice are displayed, and the reader is asked to make a diagnosis as a quiz. It is composed of a front and back page, with photographs (videos and links) and questions on the front, and answers and explanations on the back.

二藤隆春 ● 埼玉医科大学総合医療センター耳鼻咽喉科

検討 症例

喉頭内視鏡検査を実施中、左梨状陥凹に小さな腫瘍（図1，矢印）を認めました。この腫瘍は何でしょうか？

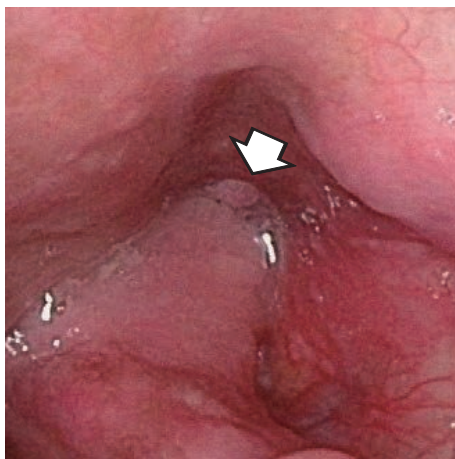


図1 喉頭内視鏡所見

症 例：60代，男性

主 訴：咽頭違和感

経 過：のどのひっかかり感を訴え、当科を受診した。喉頭内視鏡検査で、左梨状陥凹に小さく境界明瞭な腫瘍を認めた（図1，矢印）。周囲の粘膜とほぼ同色で、カリフラワーのような分葉状であった。

内視鏡所見から推測される疾患名と、今後の方針について検討してください。