



日本嚥下医学会 学会誌

嚥下医学

2023 Vol.12 No.

2

“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2号

- メディカルスタッフのための疾患講座
食道運動障害（アカラシアなど）
- 私の治療方針
嚥下障害における倫理的ジレンマのある症例
- アーカイブ
Crossing inputs of the superior laryngeal
nerve afferents to medullary
swallowing-related neurons in the cat
- 知っておきたい嚥下訓練
バキューム嚥下
- 嚥下機能の評価法の検証
嚥下食道期の評価法
- ベーシックサイエンス
食道運動を支配する腸管神経叢について

1枚の写真

原著論文 3編

CONTENTS

- メディカルスタッフのための疾患講座
食道運動障害(アカラシアなど) 栗林志行, 他 125
- 私の治療方針
嚥下障害における倫理的ジレンマのある症例
症例提示  岡本圭史, 藤島一郎 133
リハビリテーション科医の立場から 大熊るり 135
耳鼻咽喉科医の立場から 岩永 健 138
言語聴覚士の立場から 福岡達之 141
実際に行った治療と経過 岡本圭史, 藤島一郎 144
- アーカイブ
Crossing inputs of the superior laryngeal nerve afferents
to medullary swallowing-related neurons in the cat 解説: 梅崎俊郎 148
- 知っておきたい嚥下訓練
バキューム嚥下 國枝顕二郎, 藤島一郎 157
- 嚥下機能の評価法の検証
嚥下食道期の評価法 青山 圭, 他 165
- ベーシックサイエンス
食道運動を支配する腸管神経叢について 平野 愛, 香取幸夫 172
- 1枚の写真 唐帆健浩, 雪野広樹 177
- 書評
『疾患別 嚥下障害』 二藤隆春 179



日本嚥下医学会ロゴマークについて

日本嚥下医学会の英語表記 The Society of Swallowing and Dysphagia of Japan の4つの頭文字 SSDJ をとって燕(つばめ)をイメージしたデザインになっています。2つのSで翼をDとJで頭部と体部をイメージしています。洋の東西を問わず、嚥下することを燕が飲み込むさまを見て連想したのかもしれないという思いを馳せながらデザインしたものです。背景には人間の小宇宙を意味するとされる五芒星が配されています。(梅崎俊郎)

原著 論文

- 健常高齢者の嚥下における舌骨下筋群の筋活動時間の検討…… 佐藤豊展, 他 180
- 全身麻酔下手術症例の術前兵頭スコアと術後嚥下機能の関連についての検討
—当院における周術期の誤嚥性肺炎予防プログラムの取り組み—
…………… 川浦 僚, 他 189
- 輪状咽頭筋の協調不全が疑われた食道入口部通過不全に対して
バルーン嚥下同期引き抜き法が有効であった延髄外側症候群の1症例 
…………… 岡本圭史, 他 198

会告—— 121

日本嚥下医学会嚥下機能評価研修会のご案内—— 121

動画サイトのご案内—— 124

日本嚥下医学会の認定する嚥下相談医等制度について—— 206

日本嚥下医学会認定嚥下相談医等制度運用規則—— 208

インフォメーション—— 210

投稿規定—— 211

バックナンバー—— 216

日本嚥下医学会入会申込書—— 218

日本嚥下医学会変更届—— 219

購読申込書—— 220

 : 動画配信付き

●このシリーズの趣旨

嚥下障害には何らかの原因疾患が必ず存在する。嚥下障害患者への評価や訓練、リスク管理を行ううえでは、嚥下障害の原因疾患をよく理解する必要がある。また、嚥下障害は外科的治療とも密接なかわりがある。頭頸部癌などの外科的治療によって嚥下障害が起こることがある一方、外科的に嚥下障害を治療する場合もある。嚥下障害患者の訓練や管理を行う言語聴覚士と看護師などのメディカルスタッフは、嚥下障害の外科的治療で嚥下に関する器官の構造がどのように変化したのかを理解することが必須である。

本企画の目的は、嚥下障害と関連の深い疾患および外科的治療について、嚥下障害に重点を置いて平易な文章で解説し、言語聴覚士や看護師などのメディカルスタッフに理解してもらい、高度な知識の習得を目指すことである。

There are some causative diseases about dysphagia. On evaluating, training, and managing risk for patients with dysphagia, it is necessary to understand the underlying diseases of dysphagia. Dysphagia is also closely related to surgical treatment. While dysphagia may be caused by surgical treatment such as head and neck cancer, dysphagia may be treated surgically. Medical staff, such as speech therapists and nurses, who train and manage patients with dysphagia, need to understand how the structure of the organs involved in swallowing has changed during the surgical treatment of dysphagia.

The purpose of this series is to explain the diseases and surgical treatments related to dysphagia in simple sentences with emphasis on dysphagia, to have the medical staff understand them, and to acquire advanced knowledge and understanding.

食道運動障害(アカラシアなど)

Esophageal motility disorders (Achalasia, etc.)

栗林志行, 保坂浩子, 浦岡俊夫 ● 群馬大学大学院医学系研究科消化器・肝臓内科学

KURIBAYASHI Shiko, HOSAKA Hiroko, URAOKA Toshio ● Department of Gastroenterology and Hepatology, Gunma University Graduate School of Medicine

Summary

食道運動障害は、嚥下に伴う食道の運動が障害され、つかえ感や胸痛をきたす疾患群である。食道運動障害の検出または診断として、上部消化管内視鏡検査や食道造影検査、食道内圧検査が行われる。食道運動障害の診断には、高解像度マノメトリー (HRM) を用いたシカゴ分類が広く使用されている。シカゴ分類 Ver.4.0 では、食道アカラシア, esophago-gastric junction outflow obstruction, hypercontractile esophagus, distal esophageal spasm, absent contractility, ineffective esophageal motility に分類して診断基準が示されている。食道運動障害の治療には、薬物療法と食道バルーン拡張術, peroral endoscopic myotomy (POEM), 外科的治療が行われている。

Esophageal motility disorders (EMDs) cause dysphagia or chest pain due to esophageal motility abnormalities. Esophagogastroduodenoscopy, esophagram or esophageal manometry is performed to detect or diagnose EMDs. The Chicago classification is used to diagnose EMDs. Esophageal achalasia, esophago-gastric junction outflow obstruction, hypercontractile esophagus, distal esophageal spasm, absent contractility and ineffective esophageal motility are classified in the Chicago classification. Medical therapies, balloon dilation, peroral endoscopic myotomy and surgical therapy are performed to treat EMDs.

Key words ▶ アカラシア, シカゴ分類
achalasia, Chicago classification

正常な一次蠕動波

嚥下をすると、食道は近位から遠位に伝播する収縮が認められます。一方、食道胃接合部は食道体部や胃に比べて高压帯を形成しており、胃酸を含む胃内容物の食道内への逆流を防止しています。嚥下に伴い、食道胃接合部が弛緩し、蠕動によって運ばれてきた食道内のボラスが胃内に流入することができます。食道運動障害では、これらの食道の運動が障害され、つかえ感や胸痛をきたします。

食道運動障害の検査

上部消化管内視鏡検査や食道造影検査、食道内圧検査が行われています。

1. 上部消化管内視鏡検査

頻度はまれですが、コークスクリュウ様所見などの食道の異常収縮を認めることがあります¹⁾。食道運動障害を示唆する間接的な所見として、食道アカラシアでは食道の拡張や残渣の貯留などが認められます。また、食道アカラシアなどの食道胃接合部の弛緩不全を呈する疾患では、スコープが通過する際に抵抗が認められることや、深吸気を行っても squamocolumnar junction (扁平円柱上皮接合部) が観察できず、粘膜のひだが中央に集中するロゼッタ様の所見が認められることがあります。また、食道の憩室には圧出性と牽引性のものがありますが、圧出性の憩室は食道運動障害を示唆する所見です。

2. 食道造影検査

食道の運動を直接観察できるだけでなく、食道内のボラスの移動も観察できます。一定のバリウムを内服して、1分後または5分後のバリウムの貯留を評価する timed barium esophagram

(TBE) を行うと、定量的評価も可能です。また、食道アカラシアでは食道が拡張・蛇行する場合があります。この検査で評価することができます。

3. 食道内圧検査

食道の内圧を測定して食道運動を評価する方法で、食道運動障害の診断のゴールドスタンダードとして行われています。従来、食道の3～5か所の圧を測定する conventional manometry が行われていましたが、近年では1 cm 間隔で圧トランスデューサーを配置した高解像度マノメトリー (high-resolution manometry : HRM) が広く行われています。HRM は圧をカラーで表示できるため、食道運動の全体像を容易に把握できます (図1)。

食道運動障害の分類と病態

食道運動障害の分類として、HRM を用いたシカゴ分類が提唱され、世界中で使用されています²⁾。以下、シカゴ分類における食道運動障害の分類とその病態を解説します。

1. 食道アカラシア

食道胃接合部の弛緩不全と食道体部の蠕動の消失がみられる疾患です。シカゴ分類では、嚥下後に食道体部の圧上昇を認めない Type I (図2)³⁾、嚥下後に食道体部の圧上昇を認める Type II (図3)³⁾、食道体部に痙攣が認められる Type III (図4)³⁾ の3つの病態に分けられています。この3つの病態は治療成績が異なり、最も治療成績が良いのは Type II、最も治療成績が悪いのが Type III と報告されています⁴⁾。

2. esophago-gastric junction outflow obstruction (EGJOO)

食道胃接合部の弛緩不全を認めるものの、食道体部の運動は保たれている疾患で (図5)³⁾、シカ



(動画配信付き)

●このシリーズの趣旨

嚥下障害をきたす疾患や病態は多岐にわたり、その対応においては音声言語機能障害など随伴する症状や日常生活動作の程度、また患者を取り巻く生活環境をも考慮する必要がある。

一方で嚥下障害の病態の理解や検査も診療科あるいは施設ごとに異なり、さらにEBMの観点からは嚥下障害に対する訓練や手術を含めた治療法も十分なコンセンサスを得られていないとはいえないのが現状である。

このような背景から本シリーズでは症例を提示し、複数の領域の専門家にそれぞれの立場から治療方針をできるだけ簡明に解説していただく。

Dysphagia is caused by various diseases or pathological conditions and is treated in various medical departments. In order to properly treat dysphagia, the accompanied symptoms such as voice and speech disorders, the level of daily activities, and the patient's life environment have to be considered.

Therapeutic strategies for dysphagia differ according to medical departments or facilities. In addition, most of current treatments for dysphagia, including rehabilitation and surgical treatment, are performed on the basis of our experience, not of EBM.

Here are medical experts in various departments or sections who will plainly explain their own treatment strategies toward each case presented in this series.

series

23

嚥下障害における倫理的ジレンマのある症例

A case of ethical dilemmas in dysphagia

症例提示

岡本圭史¹⁾、藤島一郎²⁾¹⁾浜松市リハビリテーション病院リハビリテーション部、²⁾浜松市リハビリテーション病院リハビリテーション科OKAMOTO Keishi¹⁾, FUJISHIMA Ichiro²⁾ ● ¹⁾Department of Rehabilitation, Hamamatsu City Rehabilitation Hospital, ²⁾Department of Rehabilitation Medicine, Hamamatsu City Rehabilitation Hospital

症例：70代後半，男性。

診断名：廃用症候群，脳血管疾患後遺症。

障害名：重度構音障害，摂食嚥下障害（以下，嚥下障害）；偽性球麻痺タイプ，全般的認知機能低下（注意，記憶，遂行機能障害）。

現病歴：50代から脳卒中による入退院を繰り返し（脳梗塞4回，脳出血2回），ADL全介助（移動：車椅子，要介護4）で自宅生活を送っていた。食事は，座位，嚥下調整食2-1¹⁾，水分は中間とろみ，3食自力摂取（FILS〈Food Intake LEVEL Scale〉²⁾7）の条件で摂取していたが，20XX-1年から食事時間の延長（1食あたり60分）と頻回なむせ，10kgの体重減少があり，20XX年に近医から補助栄養

法検討の依頼があり当院入院となった。

生活状況：妻と2人暮らし。同じ敷地内に長男夫婦宅があり，協力は得られる。病前の利用サービスは，訪問看護2回/週，デイサービス5回/週，ショートステイ2泊/月。

画像所見：頭部MRIでは，両側に陳旧性の多発病変や脳萎縮あり。延髄病変なし（図1）。胸部CTでは明らかな肺炎所見なし。

検査所見：アルブミン3.6g/dL，CPK56U/L，BUN17.5mg/dL，クレアチニン1.19mg/dL，Na142.1mEq/L，K4.2mEq/L，CRP0.36mg/dL，白血球数6,180/ μ L。

身体機能：身長171cm，体重51.6kg（BMI

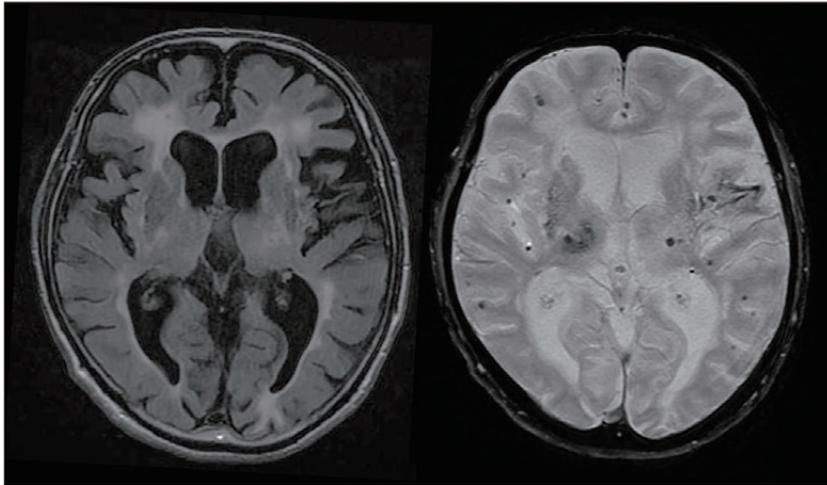


図1 頭部MRI所見(左:FLAIR画像, 右:T2*画像)

17.6 kg/m²). MNA-SF (Mini Nutritional Assessment short-form)³⁾4点と低栄養を認めた。身体麻痺は上下肢ともに軽度の両側麻痺で、徒手筋力テスト3～5レベルであった。発声発語器官の運動および構音は、呼吸発声機能の低下(発声持続時間3秒)、両側中枢性の顔面神経麻痺、重度舌運動障害、発声時の軟口蓋挙上不全があり、発話明瞭度は4(時々わかる言葉がある)であった。コミュニケーション方法は、書字の実用性は乏しくYes/No反応やジェスチャーが主体で、受け手の推測が必要であった。舌圧は平均3.2と低下。以前、当院で舌接触補助床(palatal augmentation prosthesis:PAP)を作製したが、自宅では使用していなかった。吸引は未実施。

MMSE (Mini-Mental State Examination): 17/30点と認知機能の低下あり。

嚥下内視鏡検査(X+3日): 発声時の軟口蓋挙上不全を認めたが、嚥下時の軟口蓋挙上は保たれていた。また、咽喉頭麻痺はなく、咽頭への唾液貯留なし(動画1)。

嚥下造影検査(X+3日): 口腔機能を考慮し、45度リクライニング位で実施した。口腔期は、高口蓋および舌運動障害により咽頭への送り込みは緩慢であった。咽頭期は、濃いとろみと中間とろ

み水では、嚥下反射が惹起されれば下咽頭クリアランスは保たれており、誤嚥はなかった(動画2)。しかし、薄いとろみ水では、嚥下中の喉頭侵入(PAS<penetration-aspiration scale>⁴⁾3)を認めた。

方針は「体幹角度45度、嚥下調整食2-1、中間のとろみ、3食自力+介助摂取、食後の酒石酸ネブライザー⁵⁾と吸引」の条件で、経口摂取継続とした。

経過:PAPを再調整した後、装着を再開し、咽頭への送り込みはやや改善したが、一食の摂取時間が60分以上かかることもあり、今後の自宅生活を見据えて、経鼻経管栄養法や胃瘻造設を提案した。妻は胃瘻造設を承諾したが、本人が拒否したため、間欠的口腔食道経管栄養(intermittent oro-esophageal tube feeding:IOE)法を併用しながら栄養改善を図り、体重は1kg増加した(FILS 6A)。しかし、X+26日の朝食時に窒息があり、胸部CTで右下葉背側の気管支・細気管支に軽度浸潤影および粒状影の炎症病変(図2)を認め、絶食管理となった。窒息後の嚥下造影検査(X+28日)では、著明な嚥下反射惹起不全と誤嚥があり、直接訓練は困難であった。本人および妻は自宅退院を希望したが、依然として本人は経鼻経管栄養法や胃瘻造設を拒否した。

Crossing inputs of the superior laryngeal nerve afferents to medullary swallowing-related neurons in the cat

(出典: Neuroscience Research 30:235-245, 1998)

◎このシリーズの趣旨

「故きを温ねて新しきを知る」という言葉がある。わが国における嚥下研究の歴史は古く、それはまた日本嚥下医学会（旧嚥下研究会）の歴史でもあるが、先人の研究の積み重ねのうえに今日の嚥下医学があることをわれわれは忘れがちである。

たとえば、今日、VF (videofluorogram) と呼ばれるようになり普通に行われるようになった嚥下透視の動画解析も、つい四半世紀前までは秒 24 コマのシネ撮り（映画撮影であったので cinefluorogram）したフィルムを現像したのち観察するものであった。そのため嚥下動態を解析するには 1 コマ 1 コマ画像を投影し造影剤の動きをトレースするという気の遠くなるような労力を要した。にもかかわらず今日のデジタル処理と遜色ない、あるいはそれ以上の精緻な解析がなされてきた。

このシリーズはそのようなかつて嚥下研究会等で発表された嚥下関連の論文を紹介するものである。今日ではあまり引用されなくなった論文も読み返してみると新鮮な感覚を呼び覚ましてくれるものである。発表当時の著者の表現を尊重し、極力原文のまま掲載し最小限の解説を加えた。

* * * * *

◎Purpose of this section

Japan has a long history of dysphagia research, which is also the history of The Society of Swallowing and Dysphagia of Japan.

In this series, we introduce papers concerning swallowing that were previously published at this Society or else. Re-reading papers that are not often cited today will sometimes awaken a fresh feeling. We tried to keep the original text as much as possible and added a minimal amount of commentary.

原著

Crossing inputs of the superior laryngeal nerve afferents to medullary swallowing-related neurons in the cat

Toshihiko Sugimoto*, Toshiro Umezaki, Seiji Takagi, Keita Narikawa, Takemoto Shin

Department of Otolaryngology, Head and Neck Surgery, Saga Medical School, 5-1-1 Nabeshima, Saga 849, Japan

(Received 3 September 1997; accepted 17 December 1997)

Abstract

To understand the neural mechanism for generation of synchronous activity on both sides during swallowing, we examined the convergence of inputs from the bilateral superior laryngeal nerves (SLNs) in the urethane-anesthetized cat medulla and we also examined the changes in swallowing outputs after a longitudinal brain-stem split in decerebrate cats. Twenty-six (31%) of 84 swallowing-related neurons (SRNs) that were oligosynaptically activated by ipsilateral SLN stimulation and recorded mostly in the reticular formation received contralateral inputs, which were confirmed by orthodromic spike responses (n = 16) or were detected as subliminal facilitatory or inhibitory inputs (n = 10) using conditioning-test stimuli. The rate of convergence of inputs from bilateral SLNs in these SRNs was significantly higher than that (4%) in the SRNs that were regarded as sensory-relay neurons in the nucleus tractus solitarius (NTS). The SRNs receiving signals from the contralateral SLN

were located diffusely from the NTS and the adjacent reticular formation to the nucleus ambiguus (NA) and the reticular formation dorso-medial to the NA. A midsagittal split from 3 mm caudal to 6 mm rostral to the obex could change symmetrical swallowing to unilateral swallowing. Thus the crossing projections to the contralateral SRNs appear to contribute to symmetrical swallowing. ©1998 Elsevier Science Ireland Ltd. All rights reserved.

Keywords: Swallowing ; Medulla oblongata ; Reticular formation ; Brain split ; Cat ; Extracellular recording ; Superior laryngeal nerve

論文の要旨 (和訳)

ネコ延髄嚥下関連ニューロンへの上喉頭神経求心神経の交叉性入力

嚥下における左右の同期した活動を形成する神経機序を理解するために、ウレタン麻酔ネコの延髄で両側の上喉頭神経 (SLN) からの入力の収束を調べた。また、除脳ネコにおける脳幹の正中離断の嚥下出力に及ぼす変化について調べた。乏シナプス性の SLN 入力を受け、そのほとんどが網様体で記録された 84 個の嚥下関連ニューロン (SRN) のうち 26 個 (31%) は、反対側からの入力を受けていた。このことは、順行性のスパイク

反応 ($n = 16$) と条件刺激とテスト刺激を用いた閾値以下の興奮性あるいは抑制性の入力 ($n = 10$) によって確認された。これらの SRN における両側 SLN からの入力の収束率は、孤束核 (NTS) における感覚中継ニューロンとみなされる SRN における 4% の収束率より高いものであった。対側 SLN からの入力を受ける SRN は、NTS および疑核 (NA) 近傍の網様体、さらには NA の背内側の網様体に散在性に存在していた。obex から 3 mm 尾側より 6 mm 吻側の脳幹の正中矢状断によって、左右対称の嚥下運動が一侧のみの嚥下に変化した。このように、対側 SRN への交叉性の投射は、左右対称性の嚥下運動の形成に寄与しているものと考えられた。

表 1 正中矢状断後の嚥下と対側の上喉頭神経-甲状披裂筋 (SLN-TA) 反射の変化

Cat	Split order	Two-part split		Three-part split	
		Swallow	Reflex	Swallow	Reflex
1	C, Rc, Rr	+	+	—	—
2	C, Rc, Rr	+	+	—	—
3	Rr, Rc, C	+	+	—	—
4	Rr, Rc, C	+	+	U	—
5	Rc, C, Rr	+	—	U	—
6	Rc, C, Rr	+	—	U	—
7	Rc, Rr, C	U	+	—	—
8	Rc, Rr, C	U	+	—	—
9	Rr, C, Rc	U	+	U	—
10	Rr, C, Rc	—	+	—	—
11	C, Rr, Rc	—	+	+	—
12	C, Rr, Rc	+	+	+	+

+ : 正中矢状断の前後で嚥下または対側の SLN-TA 反射に変化なし。- : 嚥下が誘発されなかった, または対側の SLN-TA 反射が消失した。U : 片側嚥下の誘発。髄質正中離断は、表の「分割順序」列の左から右に示されている順序で実行された。例えば、ネコ 1 では、最初に分割 C が実行され、次に分割 Rc が、最後に残りの分割 Rr が実行された。

Introduction of therapeutic techniques in swallowing disorders for medical professions

●この連載の趣旨

このシリーズでは嚥下訓練の手技や目的を解説する。嚥下訓練は他の治療手技と同様に毎年新しい手技が開発されており、これらの新しい訓練手技が適切に実施されるよう具体的な方法を紹介する。また、訓練が開発された理論的背景も理解できるように生理学的意義や効果も含めて解説する。加えて、嚥下訓練には基礎的嚥下訓練と摂食訓練の2つがあり、患者の症状や障害特徴に合わせて選択しているが、選択した訓練が正確に行われることが患者の治療の前提であり、その手技も正確でなければならない。訓練の適応、実施方法、アセスメント、リスク管理なども含めて、すべての嚥下障害患者に行われる訓練が適切に実施されるよう、具体的な方法や対応について基礎から応用まで幅広く解説する。

This series describes the techniques and purposes of swallowing therapy. Swallowing therapy, like any other treatment procedure, develops a new procedure each year. This series introduce specific methods to properly implement these new therapeutic techniques. It also describes the physiological background and effects so that professionals may understand the theoretical background in which the new training method was developed. In addition, swallowing therapy includes both indirect training and eating training, which are selected according to the patient's symptoms and disability characteristics. The professionals must understand a prerequisite for the treatment of the patient, and the appropriate procedure must also be operated. Including indication of therapy, implementation method, assessment, risk management, etc., this series explain specific methods and correspondence from basic idea to application of method so that training for all patients with dysphagia can be properly implemented.

バキューム嚥下

Vacuum swallowing

國枝頭二郎^{1,2)}、藤島一郎²⁾ ●¹⁾岐阜大学大学院医学系研究科脳神経内科学分野、
²⁾浜松市リハビリテーション病院リハビリテーション科
 KUNIEDA Kenjiro^{1,2)}、FUJISHIMA Ichiro²⁾ ●¹⁾Department of Neurology, Gifu University Graduate School of Medicine,
²⁾Department of Rehabilitation Medicine, Hamamatsu City Rehabilitation Hospital

Summary

バキューム嚥下は、嚥下時に胸腔内に強い陰圧を形成し、咽頭と食道の間に圧勾配を生じさせることで、咽頭の食塊通過を改善させる嚥下法である。高解像度マノメトリーでは、嚥下時の食道内の強い陰圧形成と、下部食道括約筋の圧上昇が特徴的であることがわかる。食塊が食道内に吸い込まれるように流入するため、筆者らはこの嚥下法を「バキューム嚥下」と命名している。バキューム嚥下では、嚥下時に声帯が閉鎖した状態で吸気努力を行うことで、胸腔内に強い陰圧が形成される。食塊が咽頭から食道内に一気に流入する症例もあるが、梨状陥凹の残留除去にも有効である。患者には、胸腔内の強い陰圧のつくり方と、嚥下と陰圧形成のタイミングの合わせ方の2点を指導する。食道入口部の開大不全を伴う球麻痺が良い適応であるが、適応となる病態や有効性の検討、わかりやすい指導法の確立のために、さらなる検討が必要である。

Vacuum swallowing is a new swallowing method that create a strong negative pressure in the thoracic cavity during swallowing. The driving force behind the improvement of pharyngeal bolus passage is a pressure gradient between the weak pharyngeal contraction and intraesophageal negative pressure. Using high-resolution manometry, a strong negative pressure was proved in the esophagus during swallowing. The authors named this swallowing method “vacuum swallowing”, because the bolus is sucked into the esophagus from the weakly constricted pharynx during swallowing. In vacuum swallowing, a strong negative pressure is created in the thoracic cavity due to inspiratory effort with the closed vocal cords during swallowing. It is also effective to clear the residues in the pyriform sinus. To instruct dysphagia patients, two points should be taught : how to

create strong negative pressure in the thoracic cavity and how to match the timing of swallowing and the creation of intraesophageal negative pressure. Dysphagia due to bulbar palsy with impaired upper esophageal sphincter opening is a good indication. Further studies are needed to examine the indications and the efficacy of vacuum swallowing, and to establish an understandable teaching method.

Key words ▶ 食道内圧, 球麻痺, 高解像度マノメトリー, 陰圧, 吸気筋
intraesophageal pressure, bulbar palsy, high-resolution manometry (HRM), negative pressure, inspiratory muscles

はじめに

バキューム嚥下 (vacuum swallowing) は、嚥下時に食道内に強い陰圧を形成することで、咽頭の食塊通過を改善させる嚥下法である¹⁻⁶⁾。「食道内の強い陰圧形成によって咽頭と食道の間に圧勾配を形成して食塊を食道内に流入させる」というコンセプトは、これまでになくユニークである⁴⁾。延髄外側症候群の嚥下障害の海外のレビューでも、新しい代償嚥下法として紹介されている^{4,5)}。

本稿では、バキューム嚥下の発見に至った経緯とメカニズム、その指導法や臨床応用について概説する。

バキューム嚥下の発見の経緯

患者は ADL 完全自立の 47 歳、男性、延髄外側症候群の球麻痺。第 49 病日の嚥下造影検査 (VF) では、食塊は咽頭をほとんど通過しなかった (図 1a, 動画)¹⁾。バルーン訓練などを行っても、ゼリーやとろみはごく少量の摂取にとどまり、嚥下機能は訓練レベルであった (摂食状況のレベル: Food Intake LEVEL Scale (FILS) 3)。しかし、発症後 3 カ月経過した頃から「お腹に力を入れると飲みやすい」と言い、経口摂取量が急に増加した。第 109 病日の VF では、咽頭がほぼ収縮していないにもかかわらず、食塊は咽頭から食道内に一気に流入していた (図 1b, 動画)¹⁾。最終的には、

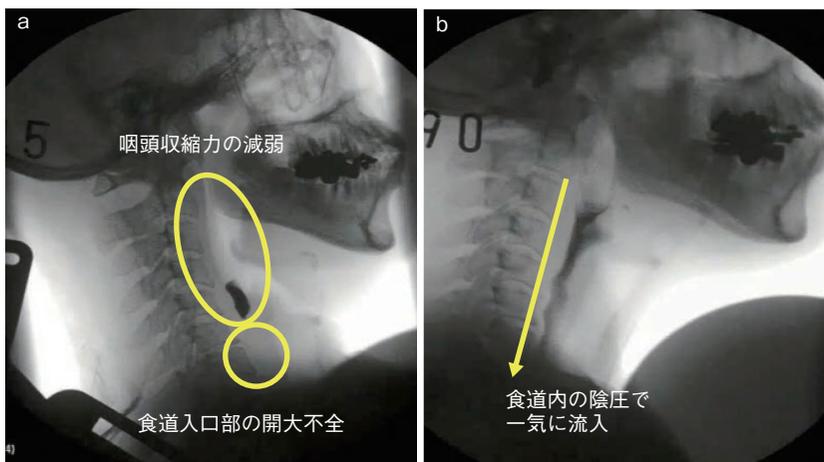


図 1 バキューム嚥下

47 歳、男性。延髄外側症候群による球麻痺。

a: 第 49 病日。嚥下障害は重度で、食塊は咽頭をほとんど通過しない。

b: 第 109 病日。咽頭はほとんど収縮していないにもかかわらず、食塊は咽頭から食道内に一気に流入した。

動画: <http://links.lww.com/PHM/A531>

(Kunieda K, et al, 2018¹⁾より引用)

●この連載の趣旨

嚥下の仕組みは複雑であり、嚥下機能の評価は難しい。また、嚥下障害の原因や病態もさまざまであり、スクリーニングテストや嚥下機能検査も多岐にわたるので、嚥下障害の評価法は複雑である。しかし、嚥下障害の診断や治療において、適切な評価法が求められる。このシリーズでは嚥下機能や嚥下障害の評価法について検証する。

The mechanism of swallowing is very complicated and it is difficult to evaluate swallowing function. Furthermore, etiology and pathophysiology of dysphagia are various and there are many evaluation methods such as questionnaire, screening tests, evaluations using fluoroscopy or endoscopy, etc. Thus, assessment of dysphagia is complex. However, appropriate evaluation methods are essential for the diagnosis and treatment of dysphagia. The aim of this series is to investigate assessment tools of swallowing function and dysphagia.

嚥下食道期の評価法

Swallowing evaluation of the esophageal stage

青山 圭¹⁾、國枝頭二郎^{2,3)}、藤島一郎³⁾ ●¹⁾近森リハビリテーション病院リハビリテーション科、
²⁾岐阜大学大学院医学系研究科脳神経内科学分野、
³⁾浜松市リハビリテーション病院リハビリテーション科

AOYAMA Kei¹⁾, KUNIEDA Kenjiro^{2,3)}, FUJISHIMA Ichiro³⁾ ●¹⁾Department of Rehabilitation Medicine, Chikamori Rehabilitation Hospital,
²⁾Department of Neurology, Gifu University Graduate School of Medicine,
³⁾Department of Rehabilitation Medicine, Hamamatsu City Rehabilitation Hospital

Summary

食道の主な役割は、飲み込んだ食物や水分を胃に送り込み、逆流を防ぐことである。食道の嚥下運動と感覚機能は、複雑な随意・不随意機構によって制御されている。臨床評価として胸のつかえ感など嚥下困難の自覚症状は、運動障害とともに狭窄や悪性腫瘍の可能性のある症状である。嚥下障害患者は、胃食道逆流症（GERD）を合併していることが多い。胸やけや吞酸などの症状や、逆流物の誤嚥、夜間の咽喉頭逆流による嚥下性肺炎のリスクにも注意が必要である。嚥下造影検査では、正面像で食道期を必ず評価しておく。食道胃十二指腸内視鏡検査は、癌や逆流性食道炎などの器質的病変の診断に有用である。また、高解像度マノメトリーは、食道運動機能の圧の変化の詳細な評価に有用である。

筆者らは、抗重力位での嚥下では、食道の収縮力と下部食道括約筋圧が高まることを報告し、食道機能を改善する訓練として臨床応用している。食道期はまだまだ不明な点も多く、さらなる研究が待たれる。

The primary role of the esophagus is to deliver swallowed food or fluid into the stomach and to prevent gastroesophageal reflux. The motor function of the esophagus is controlled by highly complex voluntary and involuntary mechanisms. The sense of difficulty swallowing and chest tightness is an alarming symptom of dysmotility, stricture and malignancy. Patients with dysphagia often have gastroesophageal reflux disease (GERD) and have a risk of aspiration pneumonia by nocturnal pharyngeal reflux. In videofluoroscopic examination of swallowing (VF), the A-P view for the evaluation of esophageal must be done to detect esophageal dysmotility, gastroesophageal reflux and organic diseases. Upper gastrointestinal endoscopy is useful in the diagnosis of organic lesions such as cancer and reflux esophagitis. If high-resolution manometry (HRM) is available, it would also be useful to evaluate esophageal motor function. The authors investigated the training to increase esophageal contractility and LES function by swallowing in hip lift position. The esophageal phase has many unknowns and requires further investigation.

Key words ▶ 食道期、胃食道逆流症、嚥下造影検査（正面像）、高解像度マノメトリー
esophageal stage, gastroesophageal reflux disease (GERD), videofluoroscopic examination of swallowing (VF) in the A-P view, high-resolution manometry (HRM)

はじめに

嚥下の食道期は、何らかの原因により障害されることがある。臨床的に食物の胸でのつかえ感や胸やけ、げっぷ、胸痛などの自覚的な症状から食道期嚥下障害を疑うが、自覚症状に乏しいことも多い。したがって、嚥下造影検査（VF）での食道期の評価は重要であり、超高齢社会においては必須ともいえる。

本稿では、食道の解剖生理、食道期の評価と対応、そして食道期の改善に対する新たなアプローチなどを中心に述べる。

食道の解剖生理

1. 食道期と生理的狭窄部位

摂食嚥下障害の診療では、摂食嚥下のメカニズムは口腔期、咽頭期、食道期の古典的モデルに認知期および口腔準備期を加えた5期モデル¹⁾で論じられることが多い。

食道期は、咽頭から食道に送り込まれた食塊が、食道の蠕動によって胃へと運ばれる時期である。

食道は、蠕動運動により、食塊の上下に位置する輪状筋および縦走筋が収縮と弛緩を繰り返し、胃へと食塊を移送する（図1）。

食道には上下の食道括約筋、および食道が大動脈、気管と交差する部分の3つの生理的狭窄部位があり、食塊が残留しやすい。食道括約筋は、咽頭と食道の境の上部食道括約筋（輪状咽頭筋）（upper esophageal sphincter : UES）と、食道と胃の境にある下部食道括約筋（lower esophageal sphincter : LES）がある。LES圧が低下すると胃食道逆流が起こり、胃食道逆流症（gastroesophageal reflux disease : GERD）の原因となる。なお、健常者でも一過性にLES圧が低下し、この現象はTLESR（transient LES relaxation）と呼ばれている。さらに、UESの閉鎖が不十分であると、胃酸や消化液、細菌を含んだ食物などが咽頭に逆流（咽喉頭逆流症〈laryngopharyngeal reflux disease : LPRD〉）し、咽頭・喉頭異常感や嘔声、嚥下性肺炎の原因になる²⁾。LESが病的に開かない状態はアカラシアと呼ばれ、本来、機能的な原因による病態であるが、高齢者では食道癌、噴門部

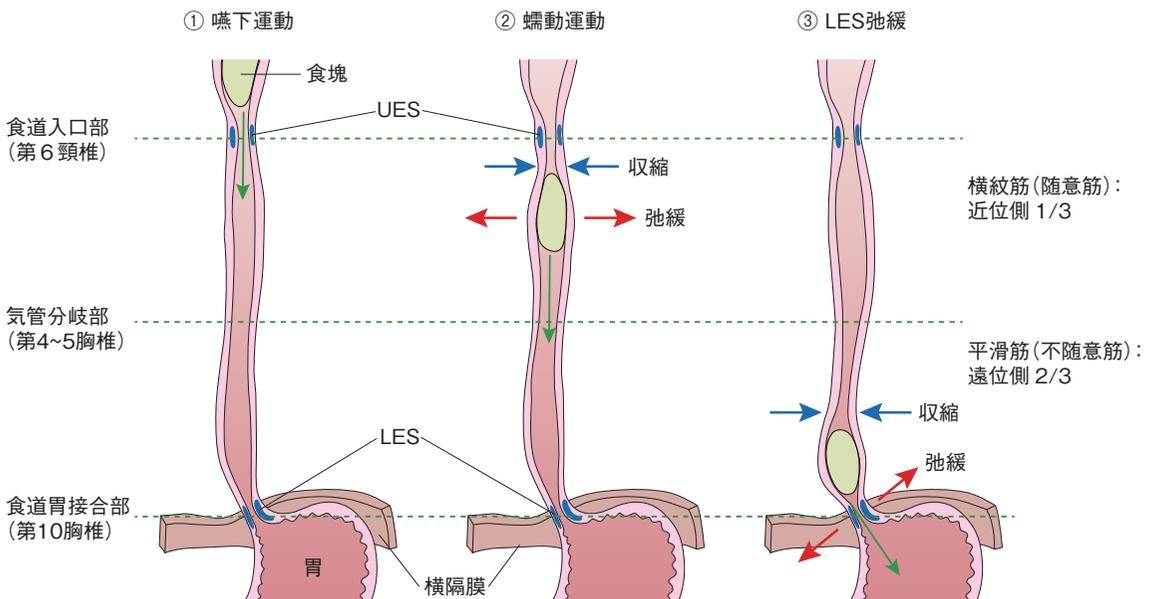


図1 食道の蠕動運動

UES: 上部食道括約筋, LES: 下部食道括約筋

●この連載の趣旨

嚥下運動は複雑な運動であり、そのメカニズムはいまだ完全には解明されたとはいえず、嚥下障害の治療は現在でも困難であるのが現状である。嚥下障害の克服およびリハビリテーションには解剖学、生理学、薬理学、病理学、神経科学を含む基礎医学的な知見の解明が必要である。一方で嚥下障害へのアプローチには医学的分野以外の、流体力学、シミュレーション科学、医工学、福祉工学、食品科学、リスク工学、心理学、情報科学、Artificial Intelligence (AI) などの基礎科学的分野との連携による集学的なアプローチも必要となる。

このレビューでは国内外を通じて当該分野の第一線で活躍する筆者による、嚥下運動および嚥下障害に関連する基礎科学的な基盤についての最新のデータを紹介する。さまざまな切り口から嚥下医学、嚥下障害を検討し、将来の治療・リハビリテーションにおけるブレイクスルーを目指すものである。

Since the swallowing movement is a complicated movement, its mechanism has not yet been completely elucidated, and the treatment of dysphagia is still difficult at present. Overcoming dysphagia and its rehabilitation require elucidation of basic medical knowledge including anatomy, physiology, pharmacology, pathology, and neuroscience. On the other hand, multidisciplinary approach to dysphagia is needed through collaboration with not only medical fields but also basic science area such as fluid mechanics, simulation science, medical engineering, welfare engineering, food science, risk engineering, psychology, informatics, and artificial intelligence (AI).

This review presents the latest data on the basic scientific bases related to swallowing movements and dysphagia. Authors, who are active in the front lines in this field domestically and internationally, aim to make a breakthrough in future treatment and rehabilitation by examining swallowing medicine and dysphagia from various cutting-edge.

食道運動を支配する腸管神経叢について

An immunohistochemical study of enteric neurons of the esophagus

平野 愛, 香取幸夫 ●東北大学耳鼻咽喉・頭頸部外科学教室

HIRANO Ai, KATORI Yukio ● Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Tohoku University Graduate School of Medicine

Summary

目的：食道の蠕動運動を支配する腸管神経の分布を明らかにする。

方法：15名の高齢者の遺体の組織標本を用いて、交感神経ならびに副交感神経の分布について免疫組織化学により検討した。

結果：胸部および腹部食道の筋層内には神経叢がよく発達していたが、頸部食道には神経節はほぼ認められなかった。副交感神経節は胸部上～中部食道に多く認められたが、交感神経節はいずれの部位でも少なかった。

結論：小腸や結腸の報告と比較すると、食道では神経節、特に交感神経節が少なかった。食道の平滑筋は、刺激の後に潜時のあるゆっくりとした独特な蠕動運動をするが、そのような蠕動運動は少数分布する副交感神経の抑制性の神経により制御されていると考えられた。

Objective : To clarify the distribution of enteric neurons in the esophagus.

Method : The distribution of sympathetic and parasympathetic nerves was examined by immunohistochemistry using donated 15 elderly cadavers.

Results : The plexus was well developed within the muscular layer of the thoracic and abdominal esophagus, but there were very few ganglion cells in the cervical esophagus. Parasympathetic ganglion cells were more common in the upper to middle thoracic esophagus, but sympathetic ganglion cells were less common in both regions.

Conclusion : In comparison with previous data from intestine and colon of elderly cadavers, there were fewer ganglion cells, especially sympathetic cells, in the esophagus. The smooth muscles of the esophagus produce slow and peculiar peristalsis with latency after stimulation, and such peristalsis was thought to be controlled by a small number of distributed parasympathetic inhibitory innervation.

Key words ▶ 腸管神経, 食道, 副交感神経, 免疫組織化学
enteric neuron, esophagus, parasympathetic nerve, immunohistochemistry

はじめに

食道の筋収縮による蠕動運動は, 腸管神経を介して制御されていると考えられる¹⁾. 結腸の腸管神経については多くの優れた報告がある²⁻⁷⁾が, 食道の神経分布に関する報告は少なく, ブタ⁸⁾やラット⁹⁾の食道や悪性腫瘍により摘出された食道¹⁰⁻¹³⁾を使用しているため, 正常な食道の神経分布について, 部位による違いを検討した報告はない. したがって, 今回, 我々は腹部や縦隔に病変のない高齢者の献体から得られた標本を用い, 食道の部位による神経分布の違いと神経節の数の個体差について検討した¹⁴⁾.

方 法

献体 15 体 (すべて男性, 72 ~ 84 歳, 平均年齢 79 歳) から, 食道の異なる 5 部位から各部位頭尾方向に 15 ~ 25 mm の食道を採取した. 採取した部位は, ①輪状軟骨の直下の頸部食道, ②大動脈弓直上の胸部上部食道, ③気管分岐部後方の胸部中部食道, ④横隔膜より 20 ~ 30 mm 上方の胸部下部食道, ⑤食道胃接合部より 10 ~ 20 mm 上方の腹部食道の 5 部位である.

組織片をパラフィンに包埋した後, 5 μ m の厚さで水平断に薄切し, 薄切組織切片を作製した. 作製した食道の試料切片を用い, Hematoxylin-Eosin (HE) 染色, Elastica-Masson 染色 (Masson-Goldner 染色の変法¹⁵⁾) を行った. また, 神経を明示するため, S100A1 蛋白質 (S100) と, 副交感神経のマーカーとなる神経型一酸化窒素合成酵素 (neuronal nitric oxide synthase : nNOS), 血管作動性腸管ペプチド (vasoactive intestinal peptide : VIP), 交感神経のマーカーとなるチロシン水酸化酵素 (tyrosine hydroxylase : TH) に

対する免疫組織化学染色を, 平滑筋に対しては α 平滑筋アクチン (α -smooth muscle actin : α -SMA) に対する免疫組織化学染色を行った.

結 果

胸腹部食道では, 外縦筋層と内輪筋層の間に神経叢がよく発達していた (図 1)¹⁴⁾. 一方, 頸部食道においては, 筋層内に神経叢はなく, 縦走する横紋筋の左右に反回神経の枝を認めた. 胸腹部食道においては, 副交感神経節の数は胸部上部食道または胸部中部食道において最も多く, 尾側にいくに従い減少する傾向があった. 部位にかかわらず, VIP 陽性細胞は nNOS 陽性細胞よりも多く, TH 陽性の交感神経系神経節細胞は VIP, nNOS 陽性の副交感神経系神経節細胞の 10 % 未満の数しか存在しなかった (表 1, 図 2¹⁴⁾).

考 察

胸部食道内には, 1 横断面あたり 6 ~ 48 個の神経節を認め, そのほとんどは副交感神経節であった. 同様の方法で結腸の神経節を染色した報告¹⁶⁾と比較すると, 胸部食道の神経節数は結腸のおおよそ 10 ~ 25 % 程度の数であり, 頸部食道についてはさらに少ない.

食道では, 少ない神経節によりどのように蠕動運動が制御されているのであろうか. Goyal によると, 食道では結腸と異なり輪状の平滑筋が平常時は収縮しており, 神経刺激の際に弛緩する¹⁷⁾. したがって, 食道の収縮は nNOS 陽性神経による抑制性の刺激から復帰する過程で生じ, その神経節の分布が少ないことにより長くゆっくりとした蠕動運動になっていると考えられる. 頸部食道では, 小腸や結腸のように豊富な交感神経と副交感神経による腸管神経が蠕動運動を制御し

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.

唐帆健浩^{1,2)}, 雪野広樹^{1,3)}

●¹⁾杏林大学医学部付属病院摂食嚥下センター, ²⁾じんだい耳鼻咽喉科, ³⁾杏林大学耳鼻咽喉科学教室

検討 症例

この疾患は何でしょうか？



図1 初診時の喉頭内視鏡所見（舌根部）

症 例：70代，男性

既往歴：肺癌（放射線治療，8年間再発なし）

喫煙歴：20本/日×40年，8年前に禁煙

飲酒歴：なし

現病歴：X年1月からのどの違和感を自覚し，8月頃から唾液や食事がのどにつかえる感じもあり，10月に耳鼻咽喉科を受診した。嚥下痛はないが，嚥下後にのどに残留している感を訴えていた。最近半年間に体重減少はない。口腔には特に異常を認めず，頸部に明らかなリンパ節腫脹はなく，呼吸困難も訴えていない。喉頭内視鏡写真を図1に示す。