

—原著—

介護食用増粘剤，ゲル化剤の嚥下しやすさ

長澤 麻沙子，斎藤 和幸，中村 公彦，  
豊里 晃<sup>1</sup>，野村 修一<sup>2</sup>

新潟大学歯学部 新潟大学大学院医歯学総合研究科  
摂食・嚥下障害学分野<sup>1</sup>，加齢・高齢者歯科学分野<sup>2</sup>

Examination of the ease of swallowing in a thickener and two gelatinizers

Masako Nagasawa, Kazuyuki Saito, Takahiko Nakamura,  
Akira Toyosato<sup>1</sup>, Shuichi Nomura<sup>2</sup>

*Undergraduate School of Dentist, Niigata University*  
*Division of Dysphagia Rehabilitation<sup>1</sup>,*  
*Oral Health in Aging and Fixed Prosthodontics<sup>2</sup>,*  
*Niigata University Graduate School of Medical and*  
*Dental Sciences, Course for Oral Life Science.*

平成15年11月14日受付 11月14日受理

**Key words :** dysphagia (嚥下障害), easy to swallowing (飲み込みやすさ), subjective evaluation (官能評価), analysis of laryngeal movement (嚥下動態測定), texture (物性)

**Abstract :** The purpose of this research was to clarify the meaning of easy swallowing, that is what kind of food texture can be swallowed safely by the elderly whose swallowing ability is decreasing with aging.

The subjects of this experiment were 18 healthy individuals (10 males and 8 females, 19-35 years old of age) who understood the purpose of this research and gave their consent to participate in this study.

Gelatin, agar, and starch were used as test-foods. After choosing at random the order of these 3 foods, we gave each food in six concentrations, in an order also chosen at random. Each sample of 5 ml was put on the center of the tongue and each subject was instructed to swallow it at once. The posture at the time of swallowing was adjusted so that FH plane should become horizontal, and the subject was instructed not to change the head position during swallowing.

The subjective evaluation of swallowing was performed on the VAS scale from 0 to 100. In addition, swallowing was objectively evaluated by measuring its dynamic state from simultaneous recordings of the laryngeal movement and electromyogram. The laryngeal movement was measured with a newly improved device that measured pulse wave at fingertip level.

Furthermore, simultaneous recordings of the laryngeal movement, electromyogram, and videofluorography were performed on another group of 3 subjects and the swallowing period found was divided in two: from the base of the tongue to the epiglottis (A) and from the epiglottis to the esophagus (B). Thereafter, the physical properties (hardness, adhesion) of all the foods used in the study were measured.

For all foods, the VAS value decreased with the increase of the concentration. In all concentrations, gelatin showed a higher VAS value than the other foods. The duration of A increased with the food concentration, on the contrary, there was no difference in the duration of B for neither food nor concentration.

The increase of the food concentration made swallowing subjectively more difficult, and it also led to an increase of the transit time from the base of the tongue to the epiglottis. Therefore, the time needed for the food to pass from the base of the tongue to the epiglottis seems to affect the evaluation of swallowing easiness.

抄録：本研究の目的は、食品の飲み込みやすさとは何か、すなわち、加齢に伴って嚥下機能が低下した高齢者にとって、どのような物性の食品が安全に嚥下できるのかを明らかにすることである。

被験者は事前に研究内容を十分説明して同意が得られた顎口腔機能に異常のない健常者18名（男10名、女8名、19～35歳）とした。

ゼラチン、寒天、デンプンを被験食品とし、3種類の食品と各食品において濃度の異なる6種類の試料をそれぞれ無作為に選択した。試料5mlを被験者の舌背中央部に置き、一塊として嚥下するよう指示した。嚥下時の姿勢はフラット平面が床面と平行となるようにして、嚥下時には頭位の動きがないように指示した。

各被験食品の嚥下終了後に、主観的な飲み込みやすさをVisual Analogue Scale (VAS) を用いて0-100で評価した。同時に、嚥下動態を喉頭運動と筋電図から客観的に評価した。喉頭運動の測定は手指用脈波測定器を改良して新たに考案した測定装置を用いた。また、別の3名を被験者として行った喉頭運動、筋電図と嚥下造影との同時測定結果から、嚥下時間、すなわち被験食品の咽頭通過時間を、舌背から喉頭蓋谷までの通過時間 (A) と喉頭蓋谷から食道までの通過時間 (B) に2分して測定した。さらに、被験食品の物性（硬さ、付着性）を測定した。

飲み込みやすさの主観的評価では、すべての被験食品で濃度が高くなるに従ってVAS値が低下した。ゼラチンは全ての濃度において、他の食品に比べて高いVAS値を示した。舌背から喉頭蓋谷までの通過時間は被験食品の濃度が高くなると延長したのに対して、喉頭蓋谷から食道までの通過時間は被験食品の種類や濃度による変化は認められなかった。

被験食品で濃度が高くなると、主観的に嚥下し難いと評価され、舌背から喉頭蓋谷までの通過時間が延長したことから、舌背から喉頭蓋谷まで食品が移動する時間が飲み込みやすさの評価に影響していることが示唆された。

## 〈 緒 言 〉

食物の飲み込みやすさは、食品の物性、味、匂いなど様々な因子が影響するため、飲み込みやすさを客観的に評価することは困難である<sup>1, 2)</sup>。水は健常者では誤嚥することは殆どないが、嚥下機能が低下した高齢者では、飲みにくく誤嚥しやすいと訴えることが多い<sup>3)</sup>。そのため嚥下障害者では液状の食物に増粘剤やゲル化剤<sup>4, 5, 6)</sup>を添加して嚥下しやすくしている。本当に飲み込みやすい食物の物性や形態はどういうものであるか、超高齢化社会を迎えるわが国においてはその解明が急務とされている。本研究では増粘剤とゲル化剤を被験食品として、その種類と濃度を変化させた時の飲み込みやすさを官能評価と生理的機能評価、さらに物性測定から検討した。

## 〈 方 法 〉

### 1. 嚥下動態の解析

#### 1) 嚥下運動の同時測定

本研究の目的を十分に説明し、被験者として研究協力に同意が得られた健康成人3名に対して、40%バリウム含有1.6%ゼラチンゼリーの嚥下動態をVideofluorography (VF)、手指用脈波測定器：piezo-electric Pulse Transducer (以下、Pulse Transducer) および舌骨上筋群表面筋電図の同時測定を行った。喉頭運動を測定するPulse Transducerは、嚥下運動を十分に感知する右側耳介の下方で甲状軟骨の高さの位置に固定した。舌骨上筋群の筋電図は、双極表面電極（電極間距離20mm）を

用いて、舌骨とオトガイ部の中央部皮膚面から導出した。VFとPulse Transducerの同期には、嚥下前後に金属棒で頸部を軽く叩くことによってVFの画像と喉頭運動の波形に同一点のマーキングを行った（図1）。

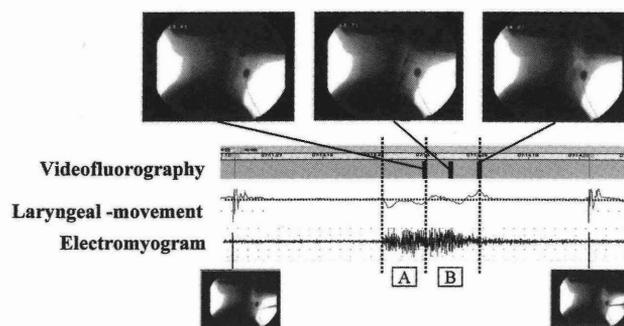


図1 VF・喉頭運動・筋電図の同時測定

記録されたVF画像、Pulse Transducerによる喉頭運動波形および筋電図波形は、パーソナルコンピュータ上で画像ソフト (WinDVD creator) とPower Labシステム解析ソフト (Chart) を同時に作動させ、嚥下前後のマーキングで重ね合わせて分析した。

#### 2) 嚥下運動の波形分析

Pulse Transducerは嚥下開始点がやや不明となる被験者があったため、嚥下に伴う舌骨上筋群筋電図の活動電位が認められた時点嚥下開始点とした。VFとの同期によって、食品が喉頭蓋谷で停止する位置は、Pulse Transducerの波形が基線に戻る位置を示し、嚥下終了後に喉頭蓋がもとの位置へ回復する時の波形がPulse Transducerで山となって現れた。そこで嚥下に要する

時間を、被験食品が舌背から喉頭蓋谷へ通過する時間 (A) と、喉頭蓋谷から食道へ通過する時間 (B) とに分けて計測した。なお、被験食品の通過時間には個体差があるため、被験食品と同様の条件で蒸留水を嚥下させ、対水比として表した。

2. 嚥下しやすさの評価

1) 対象

官能評価と生理機能評価は、顎口腔機能に異常のない健康者18名 (男性10名, 女性8名: 年齢19~30歳) を対象とした。被験者には研究内容を十分説明して同意を得た。

2) 被験食品と嚥下方法

被験食品はゼラチン, 寒天, デンプンを蒸留水で希釈し, それぞれ6種類の濃度に調整した。5℃に保った各試料を5mlシリンジに入れ, 被験者の舌背中央部に置き, 一塊として嚥下するよう指示した。嚥下時の姿勢はフランクフルト平面が床面と平行になるようにし, 嚥下時に頭位の動きがないように指示した。また, 被験者には試料の内容は知らせず, 種類の違う3種類の食品A, B, Cとして説明した。コントロールのために5℃の蒸留水5mlを同じようにシリンジで与えた。この場合も被験者に蒸留水とは知らせなかった。なお, 3種類の被験食品, および嚥下する各食品における濃度の順番は全てランダムに行った。

3) 官能評価法

各被験食品の嚥下終了後に主観的な飲み込みやすさをVisual Analogue Scale (VAS) を用いて, 「飲み込みやすい」を100, 最も「飲み込みにくい」を0として評価した。

4) 嚥下運動の分析

各資料での嚥下運動をPulse Transducerと舌骨上筋群表面筋電図で測定した。分析は上記1-2)の波形分析と同様に行った。

3. 物性測定

被験食品の硬さ, 付着性をクリープメーター (山電社製) を用いて測定した。測定条件を (表1) に示す。

表1 物性測定条件

ロードセル	20N
プランジャー	#16 直径16mm
測定速度	10 mm/sec
測定歪率	70%
戻り距離	5.0 mm
アンプル厚さ	13 mm
アンプ倍率	0.1
格納ピッチ	0.04 sec
気温	18℃
湿度	34%

〈結 果〉

1. 嚥下動態について

嚥下時のPulse Transducerの波形は, 全ての被験者でW型を示し, 同一被験者では再現性が高かった。Pulse Transducerと筋電図, VF画像との同期によって, Pulse Transducerの波形上に嚥下の開始, 被験食品の喉頭蓋谷での停止, 食品通過後の喉頭蓋の復位が明確に同定された (図1)。

2. 飲み込みやすさについて

飲み込みやすさの主観的評価では, 3食品とも濃度依存的にVAS値が低下した。しかし, ゼラチンは全ての濃度において, 他の食品に比べて高いVAS値を示し, さらに1.6%以下の濃度では水よりも飲み込みやすいと評価された (図2)。

舌背から喉頭蓋谷までの通過時間 (A) は, 被験食品の濃度が高くなると延長した (図3) が, 喉頭蓋谷から食道までの通過時間 (B) は, 被験食品の種類や濃度による変化は認められなかった (図4)。

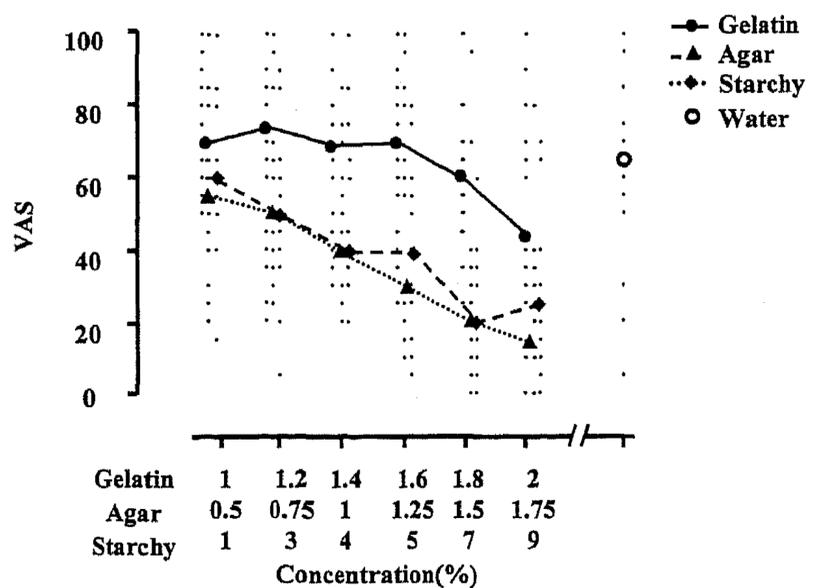


図2 官能評価

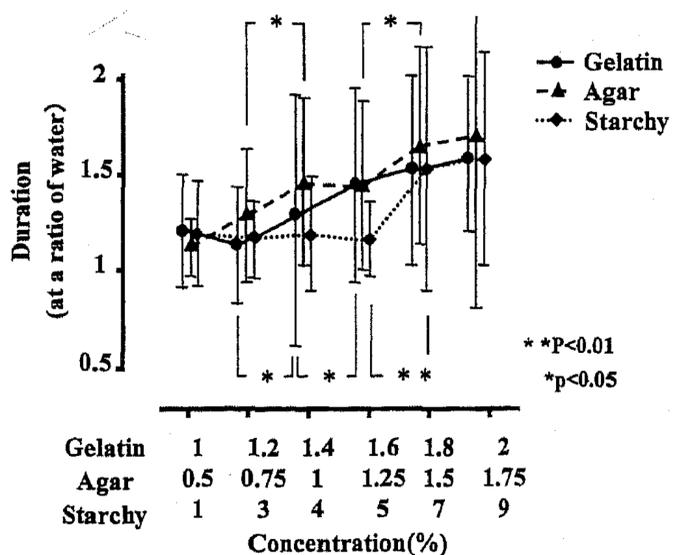


図3 舌背から喉頭蓋谷までの通過時間

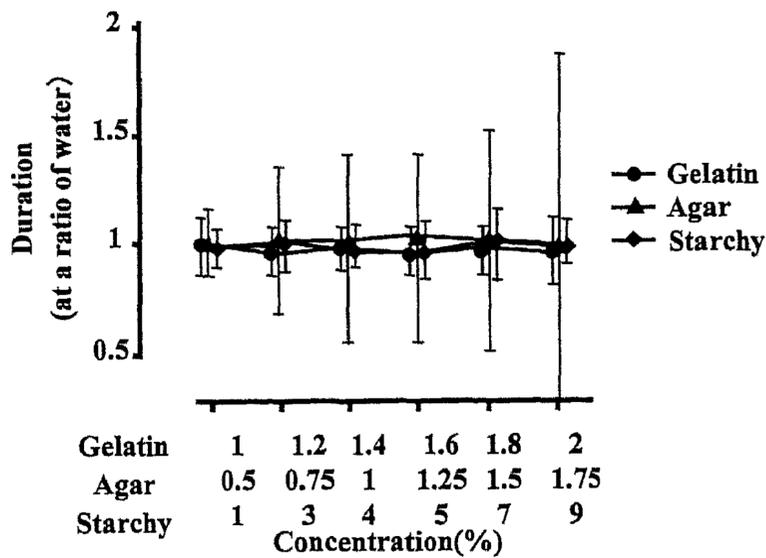


図4 喉頭蓋谷から食道までの通過時間

3. 物性測定に関して

被験食品の硬さは、濃度が高くなるにつれて大きくなった(図5)。付着性は寒天とデンプンにおいては被験食品濃度が高くなるにつれて大きくなったが、ゼラチンはほぼ一定の付着性を示した(図6)。

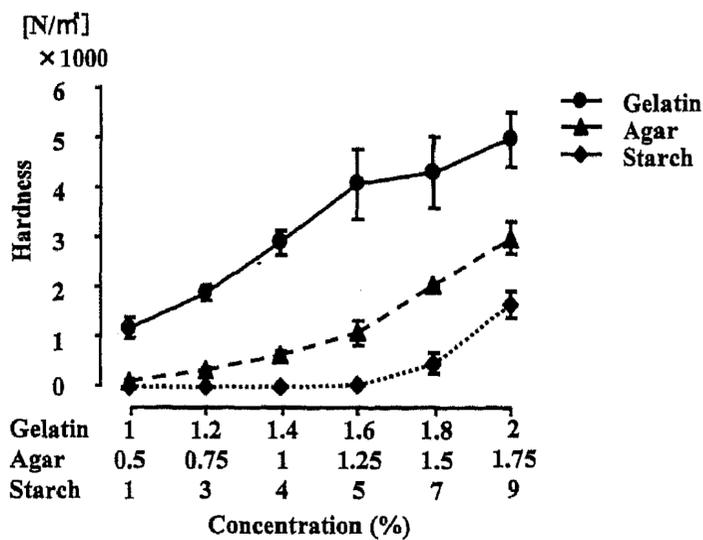


図5 硬さ試験

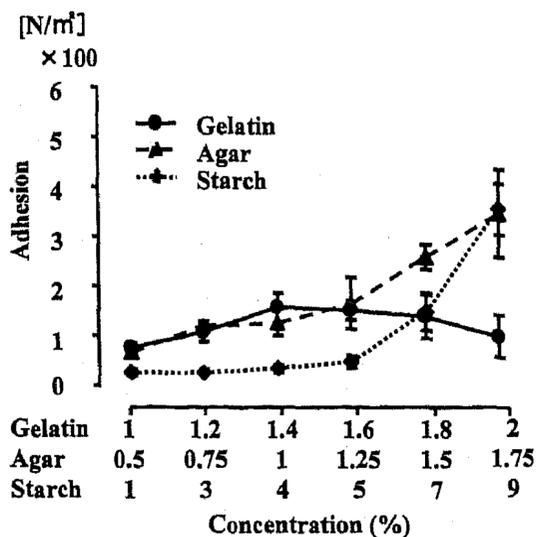


図6 付着性試験

〈考 察〉

被験食品の濃度が高くなるに従って飲み込みやすさの官能評価が低下し、舌背から喉頭蓋谷までの通過時間が長くなったことから、食品の舌背から喉頭蓋谷への通過時間が飲み込みやすさに影響していることが示唆された。3種類の被験食品の中でゼラチンは、官能評価において広い濃度範囲で嚥下しやすく、1.6%以下の濃度では水よりも嚥下しやすくと評価された。さらに、水に比べて咽頭通過時間が長くなることによって気管への誤嚥が少なくなる。この結果は、嚥下障害者の嚥下補助食として1.6%ゼラチンが広く用いられている<sup>7)</sup>ことの妥当性を裏付けている。また、ゼラチンは他の被験食品に比べ、硬さは大きいが付着性が小さいため、舌背から喉頭蓋谷への通過がスムーズに行われ、官能評価が高くなったと考えられる。

一方、低濃度の寒天、デンプンにおいても、官能評価でVAS値が高く、咽頭通過時間が水よりも長くなった。既に、デンプンを中心とする増粘多糖体は嚥下補助食として多数商品化されているが、その使用濃度に関して十分に検討を加えた報告は少ない。今回の研究から、低濃度のデンプンは気管への誤嚥を防ぐのに有効と考えられるが、濃度が高くなると付着性が高くなったこと、咽頭通過時間が大幅に増加したこと、さらに官能評価においてもVAS値が低下したことから、嚥下補助食として最適な使用濃度を嚥下動態の面から明らかにしていく必要がある。

今回用いたPulse Transducerは手指用脈波測定器であるが、頸部に固定して得られた波形はVF画像との対比から嚥下動態の特徴をよく反映していた。摂食・嚥下障害の診断には従来からVF<sup>8)</sup>が広く使用されてきたが、エックス線被曝や造影剤の誤嚥による肺炎、さらには装置が高価などの問題点がある。Pulse Transducerは簡便で、繰り返し測定ができるので、様々な嚥下動態評価への応用<sup>9, 10)</sup>が期待される。

〈結 語〉

介護食品用増粘剤、ゲル化剤の濃度を変化させた時の官能評価と嚥下動態から、食品の舌背から喉頭蓋谷までの通過時間が嚥下しやすさに関与していることが示唆された。また、最も飲み込みやすいと評価されたゼラチンは他の被験食に比べ硬さが大きく付着性が少ない物性を有していた。

## 〈謝 辞〉

本研究は平成15年度科学研究費補助金・基盤研究(B)(2) 15390589の助成により遂行されたものであることを付記して、ここに謝意を表します。また、被験食品の提供を受けた伊那食品工業株式会社に深謝致します。

## 〈引用文献〉

- 1) 森本敦子, 芝日出美, 大和春恵, 西本みつ子: 摂食嚥下障害患者に対する市販水分補給製品の評価. 徳島赤十字病院医学雑誌, 8(1), 164-168, 2003.
- 2) 吉村美紀, 桑野稔子, 高田晴子, 西岡千恵, 中村美智子, 田中満智子: 寒天寄せ惣菜の物性と嗜好特性について. 日本咀嚼学会雑誌, 11(2), 131-139, 2002.
- 3) 菊谷武, 山田晴子, 稲葉繁, 柴田聡彦, 鈴木宗一, 吉田貴晃: 市販増粘剤による嚥下造影検査食の検討. 老年歯科医学, 14(3), 311-317, 2000.
- 4) 高橋智子, 川野亜紀, 大越ひろ, 大塚義顕, 向井美恵: 極めて粘調なムース状食品の力学的特性, 飲み込み特性と舌運動の関係. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 4(1), 3-10, 2000.

- 5) 高橋智子, 川野亜紀, 大越ひろ, 三富夏彦, 手塚克彦, 田山二郎: 硬さの異なる食塊の移動時間と飲み込み特性の関係 - 嚥下造影検査と官能評価による -. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 3(2), 52-117, 1999.
- 6) 道脇幸博, 横山美加, 小澤素子, 道健一, 大越ひろ, 高橋智子, 広田恵美子, 埋橋祐二, 小島正明: 非イオン系造影剤イオパミドールと寒天を使った嚥下機能検査食の試作. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 3(1), 34-39, 1999.
- 7) 金谷節子: 嚥下障害食 ゼリーの物性からみた利用法, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 4(2), 100-101, 2000.
- 8) 三宅妙子, 井本佳織: 咀嚼・嚥下機能低下患者のためのお茶ゼリーの調整方法について. 川崎医療短期大学紀要, 21, 79-86, 2001.
- 9) 大根茂夫, 佐藤英里子, 河野尚子, 東光晴, 寒川美穂, 武富由雄: 嚥下造影検査による嚥下運動の時間的分析についての一考察. AMJ, 33, 30-33, 2001.
- 10) 林豊彦, 金子裕史, 中村康雄, 石田智子, 高橋肇, 山田好秋, 道見登, 野村修一: お粥の性状と嚥下動態の関係 - 喉頭運動・筋電図・嚥下音の同時測定による評価 -. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 6(2), 73-81, 2002.