

## ムースアップ<sup>®</sup>を使用した嚥下機能検査食の試作

松永和秀, 齧島弘之\*, 齧島桂子\*, 渡邊孝一\*\*, 山田好秋

新潟大学歯学部口腔生理学講座

\*新潟大学歯学部小児歯科学講座

\*\*新潟大学歯学部歯科理工学講座

[受付: 平成9年12月29日]

## Pilot production of Mousse-Up<sup>®</sup> based test food for swallowing function

Kazuhide Matsunaga, Hiroyuki Haishima \*, Keiko Haishima\*,

Kouiti Watanabe \*\*, Yoshiaki Yamada

*Department of Oral Physiology, \*Department of Pedodontics*

*\*\*Department of Dental Materials and Technology*

*Niigata University School of Dentistry*

[Received: December 29, 1997.]

**Key words:** swallow, electromyography, suprahyoid muscles, thickener, videofluorography

**Abstract:** A thickener can be prepared in any desired viscosity to provide a foodstuff for training aid and/or examining aid for swallowing impairment, and various products have been introduced on the market. In this study, we designed a test food to be used as an examining aid with videofluorography, by mixing Mousse-Up<sup>®</sup> and Baritop<sup>®</sup> as the thickener and the contrast medium, respectively. The test food was prepared with various mixture ratios of Mousse-Up<sup>®</sup>, water, and Baritop<sup>®</sup>. It was then evaluated in such the specificity as texture and contrast as well as its mobility during swallowing.

Results are as follows:

1. The thickener and contrast medium could be homogenized.
2. Test foods could be prepared in any desired viscosity: liquid, soft, or hard, by changing the ratio between water and the thickener.

Similar texture of test food to that of yogurt or rice gruel known as a training aid to the swallowing impaired could be prepared. The viscosity did not change when the test food was placed in a refrigerator for hours, thus the test food could be stocked in advance for the case.

3. The contrast efficiency on the videofluorograph was enough to trace the food clearly while the subject swallowed it, and contrast medium added to the test food did not affect the characteristic in viscosity.
4. To evaluate the mobility of test food during swallowing, electrical activities in the suprahyoid muscles were obtained from normal subjects.

When viscosity increased and/or volume of the food increased, the duration between the time when food bolus was

formed and the time when the bolus was pushed back to the tongue base increased. Furthermore the bolus became difficult to be swallowed at a stroke. These results suggested that the form and the volume of food should be decided under the consideration of the swallowing function of patients.

The results suggest that the mixture made of Mousse-Up<sup>®</sup> and Baritop<sup>®</sup> cleared the requirements as a test food for swallowing functions.

**抄録** 摂食・嚥下障害向けの食品として、増粘剤が数多く開発され、嚥下訓練や検査に応用されている。本研究では、増粘剤の一つであるムースアップ<sup>®</sup>に造影剤として汎用されているバリトップ<sup>®</sup>および水を混和して、嚥下機能検査食を試作し、物性、造影性について調べた。さらに、検査食の物性を变化させることで、どの様に嚥下動態が変わるかについて筋電図学的に検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

1. ムースアップ<sup>®</sup>と造影剤であるバリトップ<sup>®</sup>は均一に混和できた。
2. 食品の物性の一つの要素である粘性の測定を行った。試料のムースアップ含有量を変化させることにより、液状、トロミ状、固形状といった性状の異なる試料を作成できた。嚥下訓練食として利用されているヨーグルト（ブルガリアヨーグルト<sup>®</sup>）および白がゆ<sup>®</sup>に近い粘性を示す試料も得られた。試料は長時間冷却しても安定した粘性を示した。したがって、今回試作した試料は、粘性の変化はほとんどなく、作り置きが可能であることが示唆された。
3. エックス線テレビにて、健常者における試料の造影効果と嚥下動態を観察した。試料の造影効果は良好で、一連の嚥下動態を明瞭に観察できた。
4. 試料を用いた健常者における嚥下時舌骨上筋群の筋活動を観察した。試料の粘性や嚥下量が増加すると、食塊の形成から奥舌部への送り込みまでの時間が延長したり、一塊として飲み込むのが困難であることがわかった。

したがって、嚥下機能が低下している嚥下障害者を検査する場合は、試料の形状および嚥下量に十分注意して検査する必要があると考えられた。

以上のことより、今回試作した試料は嚥下機能検査食として有用であると示唆される。

## I. 緒 言

近年、摂食・嚥下障害のリハビリテーションが盛んに行われるようになってきた<sup>1)</sup>。嚥下動態に不調和を生じた摂食・嚥下障害においては、食塊の性状に応じて嚥下しにくさが変化し、しばしば誤嚥を伴う危険性がある。

一般に、摂食・嚥下障害者にとっては液体が最も誤嚥しやすく、ある程度トロミのあるもの、いわゆる粘稠度の高いものの方が食べやすいことが知られている<sup>2, 3)</sup>。そのため、嚥下食用の増粘剤が数多く開発され<sup>4)</sup>、嚥下訓練や検査に応用されている<sup>5)</sup>。

嚥下動態の検査には得られる情報量の多いビデオ嚥下造影法<sup>6)</sup>が有用である。検査試料としては、バリウム溶液、固形造影剤および増粘剤に造影剤を加えた食品などが用いられている<sup>2, 7-10)</sup>。しかし、検査試料は、作製法、調整法および作製後の保存状態など問題点および改善すべき点が多く、また基準とすべき健常者の検査試料嚥下時の動態についての報告は少ない。

そこで、今回我々は、操作性に優れ、粘性の調整が容易なムースアップ<sup>®</sup>（メックスジャパン社製）（以下MUとする）と、造影剤として汎用されているバリトップ<sup>®</sup> 120（カイゲン社製）を使用した嚥下機能検査食を試作し、物性、造影性、および健常者の嚥下動態について、筋電図法およびエックス線テレビ撮影法により検討したので報告する。

## II. 材料と方法

### 1. 試料の作製法

増粘剤試料は、水とMUを基材とした。基材に造影剤を含まない試料a~gと、造影剤を含む試料A~G、それぞれ7種類、計14種類を作製した。混和比を表1と表2に示す。なお、造影剤であるバリトップ<sup>®</sup>の混和比は予備実験の結果から明確な造影効果を得られる最少量（水：バリトップ=6：4）とした。

試料の作製手順を以下に示す。

表1 試料の混和比

Table 1 Mixing ratio of test food

試料	a	b	c	d	e	f	g
MU (g)	4	5	6	7	8	9	10
水 (ml)	100						

表2 試料の混和比 (造影剤含有)

Table 2 Mixing ratio of test food (Contrast medium content)

試料	A	B	C	D	E	F	G
MU (g)	4	5	6	7	8	9	10
水 (ml)	60						
バリトッパ (ml)	40						

- 1) 水に所定量のMUを加え、均一になるまで、約30秒から60秒、手動にて攪拌した。
- 2) 造影剤を含む試料では、水とMUが均一になった後、バリトッパ®120を加えて攪拌した。
- 3) 最後に市販のシュガーシロップ少量とバニラエッセンス1~2滴を加え、軽く攪拌した。

2. 粘性の測定

作製した検査試料について食品の物性<sup>11)</sup>の一要素である粘性を測定した。本研究では粘性の指標として稠度試験を行い、試料の広がり測定した<sup>12)</sup>。各試料10mlをシリンジにてプラスチック板(10cm×10cm×3cm, 35.2g)の中央に注出し、その上にプラスチック上板(10cm×10cm×2cm, 23.0g)を静置した。3分後、円状に広がった試料の直径を2カ所で測定した。測定は常温および11℃に設定した冷蔵庫で1時間冷却した後<sup>13)</sup>に、各試料3回ずつ行った。また、対照実験として、実際の嚥下訓練の初期に使用されることの多いヨーグルト(ブルガリアヨーグルト®, 明治乳業)とかゆ(白がゆ®, 味の素)について測定した。さらに、造影剤を含む試料の一部(B, C, D, E, Fの5種類)については、室温11℃の冷蔵庫にて保存冷却し、それぞれ1, 2, 4および8時間後の粘性の経時的変化を測定した。

3. 試料嚥下時の造影効果の観察

顎口腔機能に異常を認めない被験者(男性1名, 46歳)

表3 被検食品

Table 3 Test food

試料	嚥下量 (ml)
B	2, 5, 10
C	2, 5, 10
E	2, 5
G	2, 5

に造影剤を混和した試料であるB (MU含有量5g), C (MU含有量6g)のそれぞれ5mlおよび10mlを1回で嚥下するよう指示し、エックス線テレビ撮影装置(シーメンス社製マルチパルス特注Cアーム型MULTI-SKOP®)にて、試料の造影効果と嚥下動態を観察した。

4. 舌骨上筋群の表面筋電図の導出

顎口腔機能に異常を認めない成人(男性5名, 平均年齢25.6歳)を対象とした。

被検食品として造影剤含有試料B, C, EおよびG (MU含有量5g, 6g, 8gおよび10g)の4種類を用いた。

嚥下実験の場合、嚥下指示前に被験者が試料を舌上部に保持するタイプと、口腔底に保持するタイプがある<sup>10)</sup>。今回は、データのばらつきができるだけ少なくなるよう考慮して、口腔底に保持するタイプに統一して実験を行った。被験者には、所定量の試料(表3)をシリンジにて口腔内に注入し、そのまま口腔底に保持させ、ランプが点灯した時点で試料を舌ですくい、食塊を形成し、1回で嚥下するよう指示した。実験は同種同量の試料について各3回行った。

双極表面電極(電極間距離15mm)を舌骨とオトガイ部との中央部に顎二腹筋の走行に平行になるようオトガイ下部皮膚上に貼付し、舌骨上筋群の筋活動を導出した。筋活動は生体用アンプで増幅し、オシロスコープでモニターしながらデータレコーダーに収録した。

III. 結果

1. 試料の作製法

造影剤(バリトッパ®)を含む試料の作製に際しては、水とMUを混和し均質になった後、造影剤を加えた場合に最も均質な試料が得られた。

2. 粘性の測定

常温時におけるそれぞれの試料の直径を図1に示し

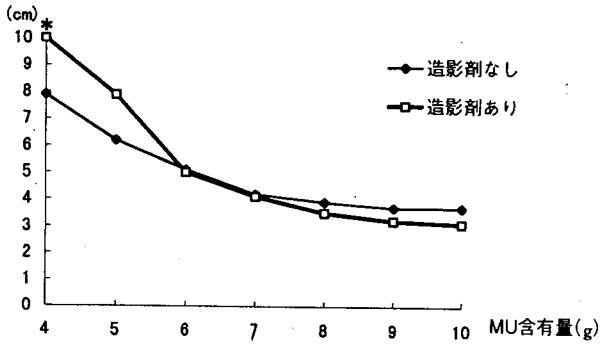


図1 検査食の造影剤の有無による粘調度の違い (常温時)

Fig. 1 Differences in viscosity between test foods with and without contrast medium at ordinary temperature

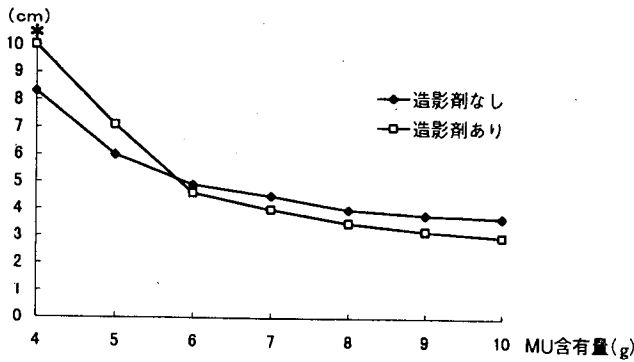


図2 検査食の造影剤の有無による粘調度の違い (1時間冷却後)

Fig. 2 Differences in viscosity between test foods with and without contrast medium after one hour cooling

た。造影剤を含まない試料 (a~g) では、MU含有量が増加するにしたがって試料の直径は減少した。MU含有量が少ないときには、直径は急激に変化し、含有量が多くなると、緩徐な変化を示した。

試料A (MU含有量 4 g, 造影剤含有) の直径はプラスチック板の大きさ (10cm×10cm) 以上に広がった (\*). それ以外の造影剤を含む試料(B~G)では、造影剤を含まない試料(a~g)と同様にMU含有量が増加するにしたがって試料の直径は減少した。造影剤を含む試料は含まない試料と比較すると直径の変化率が大きかった。

1時間冷却後の直径変化を図2に示す。試料A (MU含有量 4 g, 造影剤含有) の直径はプラスチック板の大きさ (10cm×10cm) 以上に広がった (\*).

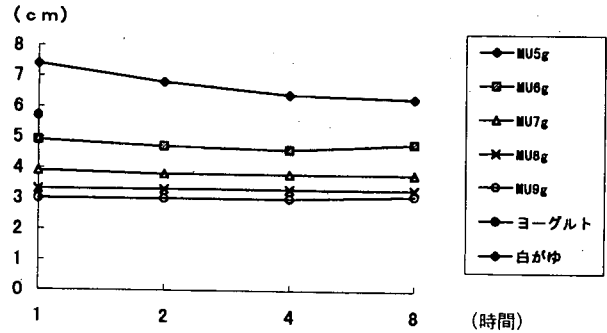


図3 造影剤含有試料の粘調度に対する冷却効果

Fig. 3 Cooling effects on the test food with contrast medium in viscosity

1時間冷却後でも、常温時と同様に、造影剤を含む試料(B~G)でも、造影剤を含まない試料(a~g)でも、MU含有量が増加するにしたがって試料の直径は減少した。造影剤を含む試料は含まない試料と比較すると直径の変化率が大きかった。

対照実験として行った明治ブルガリアヨーグルト® (明治乳業) の直径は、5.7cm, 白がゆ® (味の素) の直径は4.7cmであった。ヨーグルトは試料B (MU含有量 5 g, 造影剤含有) と試料C (MU含有量 6 g, 造影剤含有) の中間値、白がゆは試料Cに相当した。

図3は造影剤含有試料を長時間冷却した時の直径変化を示したものである。その結果、長時間冷却しても試料B (MU含有量 5 g) の場合を除いて、試料の直径には



図4 試料の造影効果 (口腔相)

Fig. 4 Contrast characteristics of the test food observed through a videofluorographic image of the oral phase of deglutition



図5 試料の造影効果(咽頭相)  
Fig. 5 Contrast characteristics of the test food observed through a videofluorographic image of the pharyngeal phase of deglutition

著明な変化は認められなかった。

3. 試料嚥下時の造影効果の観察

健常者における試料B (MU含有量5g), C (MU含有量6g) の造影効果を図4 (口腔相), 図5 (咽頭相) に示す。一連の嚥下動作において, 造影性は良好でMU含有量を変化させても影響を受けないことが確認された。

4. 舌骨上筋群の筋電図の測定結果

図6はランプが点灯した時点 (▲) で試料を舌ですくい, 食塊を形成し, 1回で嚥下するよう指示した時の舌骨上筋群の筋電図測定結果の1例を示す。

嚥下の開始の指示にやや遅れて舌骨上筋群に不安定ながら持続する筋活動が生じた。この筋活動が一時休止ないし減弱した後, 大きなバーストが認められた。今回は筋活動の時間的变化に着目して計測を行った。はじめの不安定な筋活動の開始時点をS1, 休止時点をE1とした。またバーストの開始時点をS2, 終了時点をE2とした。なおE1とS2が明確に区別できない被験者については, 舌骨上筋群の筋活動が最小となる時点をE1およびS2として計測した。持続する不安定な舌骨上筋群の筋活動は試料を舌ですくって食塊形成をし, 奥舌に移送する動作を示し, バーストは嚥下反射により生じた舌骨上筋群の活動であると判断した。

ランプが点灯してから被験者が反応して舌骨上筋群に筋活動が生じるまでの時間 (S1), 舌が試料をすくいとり奥舌へ移送する時間 (E1-S1), 嚥下反射に伴う舌骨上筋群のバースト持続時間 (E2-S2), 舌骨上筋群に筋活動が生じてから嚥下反射によるバーストが終了するま

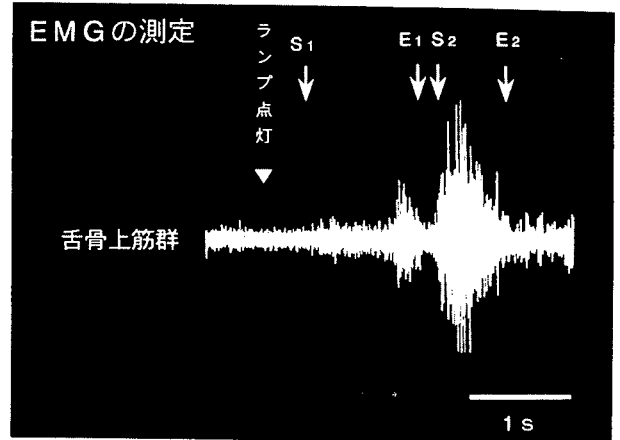


図6 嚥下時舌骨上筋群の筋電図の1例  
Fig. 6 Sample of EMG activity in the suprahyoid muscles during swallowing

での時間 (E2-S1) についてそれぞれ計測を行った (表4)。

1) S1

S1は非常に短く, 被験者のばらつきも少なかった。計測値は試料の粘性ないし嚥下量が変化しても著明な変化は認められず, 約0.4秒前後で安定していた。

2) E1-S1

E1-S1はS1と比較すると有意に長く, ばらつきも大きかった。筋活動時間は試料の粘性ないし嚥下量の増加に伴って延長する傾向を示した。しかしながら, 試料G (MU含有量10g) の5ml嚥下の計測結果は試料C (MU含有量6g) および試料E (MU含有量8g) と比較して短かった。

表4 舌骨上筋群の筋電図計測値 (秒)

Table 4 EMG activity of suprahyoid muscles (sec)

嚥下量	MU含有量	試料	S1		E1-S1		E2-S2		E2-S1	
			平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
2 ml	5 g	B	0.52	0.20	0.98	0.33	0.75	0.32	1.77	0.60
	6 g	C	0.38	0.12	1.19	0.40	0.78	0.33	1.97	0.67
	8 g	E	0.35	0.10	1.53	0.82	0.81	0.49	2.54	1.18
	10 g	G	0.38	0.13	1.73	1.33	0.82	0.38	2.15	0.81
5 ml	5 g	B	0.41	0.10	1.10	0.42	0.78	0.27	1.90	0.44
	6 g	C	0.36	0.12	1.42	0.71	0.84	0.29	2.30	0.81
	8 g	E	0.46	0.20	1.69	0.89	0.76	0.31	2.50	1.15
	10 g	G	0.53	0.20	1.32	0.57	1.06	0.60	2.45	1.09
10 ml	5 g	B	0.42	0.18	1.38	0.86	0.71	0.16	2.10	0.98
	6 g	C	0.30	0.07	2.07	1.05	0.93	0.46	2.90	1.47

## 3) E2-S2

E2-S2は、S1と比較するとわずかに長い、E1-S1と比較すると有意に短く、ばらつきも少なかった。計測値は試料の粘性ないし嚥下量が変化しても著明な変化は認められず、約0.8秒前後で安定していた。なお、試料G (MU含有量10g) の5ml嚥下の計測結果は、やや長い傾向を示した。

## 4) E2-S1

E2-S1は、ばらつきが大きく、しかもそれぞれの嚥下量において試料の粘性が増加するとそのばらつきも大きくなる傾向にあった。筋活動時間は、試料および嚥下量が増加するにしたがって延長する傾向を認めた。

## IV. 考 察

## 1. 試料の作製

赤羽ら<sup>9)</sup>によると、嚥下困難な患者にはある程度軟かく、しかもまとまりのある食品が好ましいとされ、また伊藤ら<sup>14)</sup>は、嚥下障害で経口摂取しやすい食物の特徴はトロミのあるものと報告している。そのため、嚥下食用の増粘剤が数多く開発され<sup>9)</sup>、嚥下訓練や検査に応用されている。

嚥下機能検査食には、造影剤を混和した液状および固形状の食品が数多く用いられている。稲木ら<sup>9)</sup>は、固形状の試料では、液状の試料で診断できなかった異常が観察されたと報告している。そして、その理由として、固形造影剤は嚥下に負荷を与え、bolus (食塊) 推進力、嚥下反射の動態を反映するので、軽微な嚥下異常の検出に有用であると考察している。これまでに固形造影剤としては、近藤らのバリウム寒天<sup>9)</sup>、稲木らのバリウムパン<sup>9)</sup>、木村らのゼリー食の素<sup>10)</sup>など多数が報告されている。しかし、固形状の試料の中には、誤嚥や咽頭残留といった危険性もある<sup>10)</sup>。そこで、今回我々は、増粘剤の一つで操作性に優れ、粘性の調整が容易なMUと水を基材とし、それに造影剤として汎用されているバリトッパ<sup>®</sup> 120を混和した嚥下機能検査食を作製した。

作製方法は混和の手順が重要であった。MUに水を加え攪拌し、均質になった後、造影剤を加え攪拌する方法が、最も均質な試料となった。

嚥下の誘発を容易にするためには、味や香りといった要素も重要である。一般に、かすかな甘味または酸味、そして香りのある食品が嚥下しやすいとされている<sup>13, 17)</sup>。そこで今回試作した試料には、最後に市販のシュガーシロップ少量とバニラエッセンスを加えることにより、かすかな甘味と香りつけを行った。また、嚥下反射は甘味、

香りのほかに体温との適度な温度差がある方が (例えば10℃前後ないし60℃前後)、誘発されやすいことが知られている<sup>9)</sup>。そこで、今回の嚥下実験では実際の患者の嚥下機能を検査する際に冷やして使用することを前提として、11℃に設定した冷蔵庫で冷却した際の試料の物性への影響を調べた。

嚥下障害にアプローチするうえで、試験食品には「食べやすさ」を客観的に示す指標が求められる<sup>13)</sup>。このため今回、我々はテクスチャーの指標の一つとされている粘性に着目し、その測定を行った。粘性とは食品の流れに対する抵抗であり、この測定から試料の口腔内および咽頭内での流れやすさが推測される。実際には、試料の広がりや測定する稠度試験を行った。正確に粘稠度を測定するには、2枚のプラスチック板の間の高さの測定も必要であるが、その高さは非常に微小であり測定が複雑になる。そこで実際の食物との比較が容易になるように、複雑な装置を必要としない直径のみを測定した。

その結果、造影剤を含まない試料と造影剤を含む試料はともにMU含有量が増加するにしたがって試料の粘性は増加する傾向を示した。また、MU含有量が少ないときには粘性は含有量に応じて、急激に変化し、含有量が多くなると緩徐な変化を示した。造影剤を含む試料は造影剤を含まない試料と比較するとMU含有量の増加に伴い粘性の変化率は大きくなる傾向を示した。この粘性の急激な変化の原因には、造影剤が大きく関与していたと推察される。

測定結果から、試料のMU含有量を変化させることにより、例えば液状、トロミ状、および固形状といったいくつかの性状の異なる試料を作製できた。したがって、本試料は、MU含有量を変化させることにより、目的に応じた多様な性状の異なる試料を容易に作製し、応用できると考えられる。

また、検査試料はできるなら前もって調製し、長期保存できることが望まれる。そこで、造影剤を含む試料を1時間から8時間、11℃に設定した冷蔵庫で冷却した後の粘性の変化も調べた。その結果より、長時間冷却しても造影剤含有試料は試料B (MU含有量5g) の試料を除き、いずれも終始安定した粘性を示した。

したがって、今回試作した試料は、粘性の変化はほとんどなく、作り置きが可能であることが示唆された。しかし、調製から3日以降の試料はMUと造影剤が分離する場合があったので注意が必要である。

伊藤ら<sup>14)</sup>によると、嚥下障害者の経管栄養から経口摂取への移行期においてヨーグルトは第1段階目の食品とされている。そこで、日常食されている増粘性食品とし

てブルガリアヨーグルト<sup>®</sup>および白がゆ<sup>®</sup>の粘性を測定し、今回作製した試料との比較を行った。

その結果、本試料からはブルガリアヨーグルト<sup>®</sup>および白がゆ<sup>®</sup>とほぼ近似の粘性を示す試料が得られた。また、MU含有量を増加させることにより伊藤ら<sup>14)</sup>の嚥下障害者の経管栄養から経口摂取への移行期における第2段階および第3段階といった軟食に相当する試料も容易に作製することができるので、本試料は、経管栄養から経口摂取への移行期の患者の嚥下訓練食として有用で、嚥下評価の検査試料として利用できることが期待される。

## 2. 本試料の嚥下時造影効果の検討

嚥下動態の検査には得られる情報量の多いビデオ嚥下造影法が有用であることが知られている<sup>6)</sup>。

今回の実験では被験者に造影剤を混和した試料を1回で嚥下するよう指示し、エックス線テレビ撮影装置(シーメンス社製マルチパルス特注Cアーム型MULTI-SKOP<sup>®</sup>)にて、試料の造影効果と嚥下動態を観察した。その結果、健常者における試料の造影性は概して良好で、MU含有量を変化させても影響を受けないことが明らかとなった。

今回使用したエックス線テレビはきわめて被曝量が少ない装置である<sup>18)</sup>。本装置と嚥下機能検査食との併用は、誤嚥の有無、嚥下異常のタイプおよび嚥下可能な粘性の程度等の診断に適した方法であると考えられた。

## 4. 舌骨上筋群の表面筋電図の測定

エックス線テレビ撮影装置にて、試料を用いた嚥下時の造影効果を観察したところ、試料の造影効果は良好で、終始明瞭な嚥下動態が観察された。しかし、エックス線被曝は可及的にさげたいところである。

嚥下運動に関与する筋群の収縮状態や活動パターンを臨床的に評価する検査法としては各筋群の活動電位を記録できる筋電図検査法が最も有効な検査法であると考えられる<sup>19)</sup>。検査法には、舌骨上筋群に電極を経皮的に刺入し筋活動を導出する方法<sup>19)</sup>もあるが、本研究では、検査法が簡便でかつ被験者にも違和感の少ない表面電極<sup>16)</sup>を用いて健常者における本試料の嚥下時筋活動を観察した。

その結果は以下の様であった。

嚥下の開始の指示にやや遅れて舌骨上筋群に不安定ながら持続する筋活動が生じた。この筋活動が一時休止ないし減弱した後、大きなバーストが認められた。持続する不安定な舌骨上筋群の筋活動は、試料を舌ですくって食塊形成を行い、奥舌に移送する動きを示し、その後の大きなバーストは嚥下反射により生じた舌骨上筋群の筋

活動であると考えられた。今回は筋活動の時間的变化に着目して計測を行った。なお、1回に口に含み、一度に嚥下しやすい量は少なくともティースプーン1杯(3~5ml)、健康成人の最高量でカレースプーンすり切り1杯(8~10ml)であるとされている<sup>4, 13)</sup>。本実験での試料の嚥下量は2ml, 5ml, 10mlに設定した。実験中、MU含有8gないし10gといった、粘性が大きくかつ固形状の試料10mlを一塊として嚥下することは非常に困難であったため、計測および検討は行わなかった。

### 1) S1

ランプが点灯してから、被験者が反応して、舌骨上筋群に筋活動が生じるまでの時間(S1)は、MU含有量、すなわち粘性や嚥下量に影響されないことが明らかとなった。このことより、健常者ではランプ点灯後の反応は速く、かつ被験者間でのばらつきは非常に少ないと言える。しかしながら、神経筋機構に異常を伴う嚥下障害者においては、随意性の運動の開始・制御が不良であることから反応が遅くなったり、被験者によりばらつきも大きくなると予想される。

### 2) E1-S1

舌が試料をすくいとり、奥舌部へ移送する時間(E1-S1)は、ランプが点灯してから被験者が反応して舌骨上筋群に筋活動が生じるまでの時間(S1)と比較すると、有意に長く、値はばらついており、試料の粘性ないし嚥下量の増加にともなって延長する傾向を示した。例外的にMU含有量10g(粘性が最も大きく軟食に相当)の試料5ml嚥下の計測結果は、MU含有量6g(白がゆ<sup>®</sup>に相当)やMU含有量8g(粘性が大きく固形状に近い状態)と比較して短くなった。これは一塊としての嚥下がやや難しく、2回に分けてしまう被験者がいたためと考えられた。

試料の粘性が増加すると、舌および口蓋における試料の付着性が増加し、奥舌部への移送に時間を要する。また試料の嚥下量が増加すると、試料を舌ですくい食塊を形成する時間の延長と奥舌部への移送に努力性の嚥下が生じると考えられる。

今回の結果より、健常者においても、試料の嚥下量が5ml(ティースプーン1杯よりやや多め)以上でかつMU含有量6g(白がゆ<sup>®</sup>に相当)よりも粘性が大きくなると、試料を舌ですくい、食塊を形成し、奥舌部への移送に時間を要すると思われた。したがって、嚥下障害者、とくに舌の動きが悪い患者においては、1回の嚥下量をティースプーン1杯までとし、MU含有量6g(白がゆ<sup>®</sup>に相当)までといった比較的流動性の良いものを食品として選択する必要があると考えられた。

## 3) E2-S2

嚥下反射に伴う舌骨上筋群のバースト持続時間(E2-S2)は、非常にばらつきが少なく、試料の粘性ないし嚥下量が増加してもほぼ一定であった。なお、MU含有量10g(粘性が最も大きく軟食に相当)の試料5ml嚥下の測定結果はやや長い傾向にあった。これは嚥下が努力性に行われているため、舌骨上筋群に緊張性の発火が生じ、バーストの開始および終了が明確にできなかったためと考えられた。

健常者においては、試料の粘性ないし嚥下量が増加しても嚥下反射に伴う舌骨上筋群の筋活動時間には大きな変化はなかったが、嚥下量が10mlの時や試料が固形状になると一塊として咽頭への送り込みが努力性に行われたり、2回に分けて嚥下する被験者も中にはいた。

嚥下機能が低下している嚥下障害者では、嚥下量や粘性が増加すると、試料を一塊として咽頭へ送り込むことが困難となり、その結果、一部試料が口腔内に残留したり、喉頭蓋谷や梨状窩に残留し誤嚥につながる可能性があるので、検査時には試料の粘性、量を考慮して使用する必要があると考えられた。

## 4) E2-S1

舌骨上筋群に筋活動が生じてから嚥下反射によるバーストが終了するまでの時間(E2-S1)は、ばらつきが大きくしかも試料の粘性が増加すると、そのばらつきも大きくなる傾向にあった。また筋活動時間も試料の粘性ないし嚥下量が増加するにしたがって延長した。この延長はS1とE2-S2がほぼ一定であったことからE1-S1の延長によると考えられた。

すなわち、健常者における嚥下時舌骨上筋群の筋活動を観察したところ、ランプが点灯してから被験者が反応して、舌骨上筋群に筋活動が生じるまでの時間と嚥下反射に伴う舌骨上筋群のバースト持続時間は、試料の粘性や嚥下量が増加しても、ばらつきが少なくほぼ一定であった。舌が試料をすくいとり奥舌部へ移送する時間すなわち食塊の形成から咽頭への送り込みまでの時間は、試料の粘性や嚥下量が増加すると延長する傾向を示した。

近年、嚥下食用の増粘剤が数多く開発され、嚥下訓練や検査試料に応用されている。増粘剤は口腔内で食塊を形成しやすく、一塊としてスムーズに嚥下でき、誤嚥しにくい食品である。しかし、今回の実験で健常者においても、嚥下量が10ml以上の場合や試料の粘性が増加し固形状になると、食塊を形成し口腔内の移送に時間を要したり、一塊として飲み込むことが困難であることがわかった。したがって、嚥下機能が低下している嚥下障害者を検査する場合は、まず試料の性状として、粘性の小

さいヨーグルト状(MU含有量5g程度)のものから、また嚥下量としてはティースプーン1杯(3~4ml)から始め、徐々に粘性および嚥下量を増加させ、試料の口腔内残留、喉頭蓋谷や梨状窩における残留や誤嚥に十分に注意して検査する必要があると考えられる。

## V. 結 論

1. ムースアップ<sup>®</sup>、バリトップ<sup>®</sup>、水を材料として、嚥下機能検査食を試作した。
2. 食品の物性の一つの要素である粘性の測定を行った。試料のムースアップ<sup>®</sup>含有量を変化させることにより、液状、トロミ状、固形状といった性状の異なる試料を作成できた。嚥下訓練食として利用されているブルガリアヨーグルト<sup>®</sup>および白がゆ<sup>®</sup>に近い粘性を示す試料も得られた。試料は長時間冷却しても安定した粘性を示した。したがって、今回試作した試料は、粘性の変化はほとんどなく、作り置きが可能であることが示唆された。
3. エックス線テレビにて、健常者における試料の造影効果と嚥下動態を観察した。試料の造影効果は良好で、一連の嚥下動態を明瞭に観察できた。
4. 試料を用いた健常者における嚥下時舌骨上筋群の筋活動を観察した。試料の粘性や嚥下量が増加すると、食塊の形成から奥舌部へ送り込む時間が延長したり、一塊として飲み込むのが困難であることがわかった。

したがって、嚥下機能が低下している嚥下障害者を検査する場合は、試料の性状および嚥下量に十分注意して検査する必要があると考えられた。

以上のことより、今回試作した試料は嚥下機能検査食として有用であることが示唆される。

稿を終えるにあたり、本研究に種々ご指導、ご助言いただきました新潟大学歯学部生理学教室の皆様、ならびに実験の被験者の皆様に心より感謝の意を表します。

本論文の要旨は日本顎口腔機能学会第12回学術大会(平成9年3月29日、新潟)において発表した。

## 文 献

- 1) 金子芳洋, 向井美恵, 尾本和彦: 食べる機能の障害, 87-133, 医歯薬出版社, 東京, 1987.
- 2) 赤羽ひろ: おいしさの物理・化学-レオロジーとおいしさ-, 臨床栄養, 77:401-403, 1990.



- 3) 稲木匠子, 丘村 熙, 森 敏裕: 固形造影剤の試作とその嚥下動態, 耳鼻, 36:82-85, 1990.
- 4) 藤島一郎: 口から食べる嚥下障害Q&A, 78-108, 中央法規出版, 東京, 1995.
- 5) 穴倉潤子, 大塚義顕, 尾本和彦ほか: 増粘食品の嚥下障害への影響—超音波検査法による舌運動の検討—, 障歯誌, 15:27-36, 1994.
- 6) 藤谷順子: 摂食・嚥下障害のための検査①VF検査, 才藤栄一, 向井美恵, 半田幸代ほか編, JINスペシャル, 52, 摂食・嚥下障害リハビリテーションマニュアル, 39-43, 医学書院, 東京, 1997.
- 7) 山下弘之, 宮崎 洋, 笠 誠一ほか: 嚥下障害症例の造影剤の検討, 耳鼻, 36:79-81, 1990.
- 8) 近藤玲子, 川端五十鈴, 堀口利之ほか: 固形造影剤による嚥下機能の評価, 日気食会報, 40, 284-287, 1989.
- 9) 稲木匠子, 丘村 熙, 森 敏裕ほか: 固形造影剤を用いた嚥下動態の検討, 耳鼻臨床, 86:719-724, 1993.
- 10) 木村幸紀, 斉藤健一, 今井智子ほか: 口腔癌術後患者の嚥下障害に対する“ゼリー食の素”の有用性, 口科誌, 42:430-439, 1993.
- 11) 松本幸雄: 食品の物性とは何か, 17-77, 弘学出版, 川崎, 1991.
- 12) Coster, S. T., Schwarz, B. S. and Schwarz, W. H.: Rheology and the swallow-safe bolus, Dysphagia, 1:113-118, 1987.
- 13) 藤島一郎: 脳卒中の摂食・嚥下障害, 75-107, 医歯薬出版, 東京, 1993.
- 14) 伊藤裕之: 嚥下障害の食餌の検討, 日気食会報, 40:357-360, 1989.
- 15) Dodds, W.J., Taylor, A.J., Stewart, E.T. et al.: Tipper and dipper types of oral swallows, AJR, 153:1197-1199, 1989.
- 16) 丘村 熙: 嚥下のしくみと臨床, 25-82, 金原出版, 東京, 1993.
- 17) 西村直子, 藤谷順子: 巻末試料①嚥下補助食品, 才藤栄一, 向井美恵, 半田幸代ほか編, JINスペシャル, 52, 摂食・嚥下障害リハビリテーションマニュアル, 216-223, 医学書院, 東京, 1997.
- 18) 加藤一誠, 河野正司, 岩片信吾ほか: X線テレビによる顎機能運動撮影時の頭部の被曝に関して, 新潟歯学会誌, 25:27-34, 1995.
- 19) 井上鐵三, 大前由紀雄: 嚥下障害の診断法, 筋電図による診断, JOHNS, 8:29-33, 1992.