

原著

## 栄養補助食品ゼリー摂取時の嚥下動態 —主観的、客観的評価及び食品物性の関連性—

池野雅裕<sup>\*1</sup> 永見慎輔<sup>\*1</sup> 福永真哉<sup>\*1</sup>

### 要 約

摂食嚥下障害では栄養摂取が困難となり、補助栄養を摂取することが多い。しかし、補助栄養食品ごとの物性は様々であり、選定は慎重に行わなければいけない。本研究では、補助栄養で使用するゼリー（以下、嚥下ゼリー）の物性を測定し、味、飲み込みやすさ、硬さ、べたつきの主観的評価と凝集性、付着性、硬さの客観的評価の関連性を検討した。対象は摂食嚥下障害の主訴および神経学的、器質的疾患の既往のない健常成人25例であった。測定方法は、椅子座位にて嚥下ゼリーを摂取している時の嚥下反射惹起時間、咀嚼回数を記録した。また、主観的評価を記入させた。客観的評価では、嚥下ゼリーと市販のゼリー（以下、基準ゼリー）の物性値を測定した。その結果、①嚥下反射惹起時間、咀嚼回数共に基準ゼリーに比べて、嚥下ゼリーの方が延長し、②食塊の硬さを減少させるには咀嚼が必要であり、そのため硬いゼリーほど咀嚼回数、嚥下反射惹起時間が延長した可能性が示された。また、べたつきが少ないほど飲み込みやすく、嚥下反射惹起時間は短縮することが明らかとなった。さらに、③硬いと感じる食品ほど実際に物性値としての硬さも高くなることから、臨床で主観的評価によってゼリーの硬さを選択する際の指標の一つになり得る可能性が示唆された。また、べたつきは、付着性より凝集性との相関が強かった。このことから、べたつきは凝集性との関連が強いことが示された。飲み込みやすさは特に凝集性が影響していると示唆された。

### 1. 緒言

人は加齢により咀嚼機能や摂食嚥下機能が低下すると言われており、高齢社会を迎えた日本において、咀嚼機能や摂食嚥下機能に障害を有する人は増加している。また、2011年度の厚生労働省の報告では、わが国の疾患別死亡の第3位が肺炎となっている。さらに肺炎で死亡する方の約95%は65歳以上の高齢者であり、多くは誤嚥性肺炎であるとされている。誤嚥性肺炎の多くは、摂食嚥下機能の低下が誘因となるが、誤嚥性肺炎に罹患した後も低栄養状態であるが故に回復に時間を要することも多い。

一方で、摂食嚥下障害患者は、1日3回の食事だけで必要栄養量を確保することは困難な場合が多く、食事以外の場面で栄養補助食品を摂取し必要栄養量を確保しなければいけない。その栄養補助食品は多くの種類が市販されているが、商品によって物性が異なっており、摂食嚥下障害の重症度によっては、誤嚥のリスクを高めてしまう危険性がある。わが国においては、ゼリーを嚥下調整食として設定してい

るところが多く<sup>1)</sup>、摂食嚥下障害者に対する食形態の基準は日本摂食嚥下リハビリテーション学会が提唱した学会分類(2014)で規定されているが、ゼリーを中心とした栄養補助食品においては細分化された明確な基準がない。これら嚥下調整食分類(学会分類)の主たる指標には物性値などの客観的データが用いられているが、臨床場面で介助者は経験に基づく主観的評価によってゼリーを選択していることもしばしば見受けられる。これに関して過去の研究では、口腔器官の器質的な個人差や食品物性が嚥下動態に及ぼす影響を報告したものは散見される<sup>2,3)</sup>が、食物摂取時の主観的評価と客観的評価についての報告は少なく<sup>4)</sup>、その関連性は明らかになっていない。

そこで、本研究では栄養補助食品ゼリーを摂取した際の、味、飲み込みやすさ、硬さ、べたつきの主観的評価と凝集性、付着性、硬さについての食品物性の客観的評価、嚥下するまでの時間、咀嚼回数との関連性について検討することを目的とした。

\*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 感覚矯正学科  
(連絡先) 池野雅裕 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学  
E-mail: ikeno@mw.kawasaki-m.ac.jp

## 2. 方法

### 2.1 被験者

対象は、顎口腔機能系に異常がなく、摂食嚥下障害の主訴および神経学的、器質的疾患の既往のない健常成人（男性5名、女性24名、平均年齢 $21.2 \pm 0.5$ 歳）とした。本研究の実施にあたっては、川崎医療福祉大学倫理委員会（承認番号16-036）の承認を受け、被験者には研究方法ならびにデータの使用について書面にて説明して、同意を得た。

### 2.2 方法

#### 2.2.1 試料

試料は、栄養補助食品ゼリー（以下、嚥下ゼリー）17種類と比較対象として市販のゼリー（以下、基準ゼリー）1種類を用いた。

#### 2.2.2 測定方法

被験者には椅子座位にて、ゼリー4g（18種類）を「普段と同じように食べてください」と指示し、自由嚥下における捕食から嚥下完了までの一連の嚥下動態を被験者の右側からビデオ記録した。基準ゼリーは、初回と嚥下ゼリー3種類を摂取する毎に比較対象として摂取させた。主観的評価は、基準ゼリーと比較し、嚥下ゼリー1種類摂取ごとに「硬さ、味、べたつき、飲み込みやすさ」についてマークシートを使用し4段階で評価させた（図1）。また、直前に摂取したゼリーと、その後のゼリー摂取、及び主観的評価への影響を軽減するため、ゼリー摂取毎に水分10mlを飲水させた。なお、味に関してのみ基準ゼリーとの比較ではなく、被験者の嗜好に基づいて評価させた。

#### 2.2.3 分析方法

ゼリーの捕食時から嚥下反射惹起までの時間を嚥下反射惹起時間とし、捕食から嚥下反射惹起までの咀嚼回数をそれぞれ測定した。咀嚼の判定について

は、尾本<sup>5)</sup>の報告に準じ、側方運動を伴う下顎の上下運動の観察をもって咀嚼と判断し、下顎の上下運動がなく口唇の緊張を伴った口角の左右対称の引け運動の観察をもって押しつぶすと判断した。また、約1椎体以上の喉頭挙上の観察をもって嚥下反射惹起と判断した。

ゼリーの食品物性測定については、クリープメータ RE2-33005C（株式会社山電）を使用した。測定方法は、試料を直径40mmの容器に高さ15mm充填し、直径20mmのプランジャーを用い、定速圧縮法により圧縮速度10mm/sec、クリアランスは5mmで食品全体の物性を測定した。

これらで得られた測定値をもとに、「硬さ」、「味」、「べたつき」、「飲み込みやすさ」の主観的評価と、食品物性（硬さ、付着性、凝集性）の客観的評価、嚥下反射惹起時間、咀嚼回数の検査結果から、それらの関連性についてスピアマンの順位相関係数を用いて検討した。主観的評価の「硬さ」、「べたつき」、「飲み込みやすさ」に対応する物性として「硬さ」、「付着性」、「凝集性」の値を測定した。ここで示す付着性とは食品の付着しやすさ、凝集性は食品内部の結合力、すなわちまとまりやすさを表す。

## 3. 結果

### 3.1 基準ゼリー、嚥下ゼリーにおける咀嚼回数、嚥下反射惹起時間について

基準ゼリーと嚥下ゼリーの咀嚼回数、嚥下反射惹起時間をウィルコクソンの符号付き順位検定を用いて検討した。咀嚼回数では、基準ゼリーの平均値は $5.4 \pm 3.9$ 回、嚥下ゼリーの平均値は $7.3 \pm 1.3$ 回であった。嚥下反射惹起時間では、基準ゼリーの平均値は $6.2 \pm 2.5$ 秒、嚥下ゼリーの平均値は $8.3 \pm 1.1$ 秒であり、咀嚼回数、嚥下反射惹起時間共に基準ゼリーに比べ

(1)やわらかプリン		☺	☺	☺	☺
硬さ	①非常に硬い ②まあまあ硬い ③ほどほどに柔らかい ④柔らかい	☺	☺	☺	☺
味	①おいしい ②程よくおいしい ③あまりおいしくない ④不味い	☺	☺	☺	☺
べたつき	①べたつきがある ②少しべたつきがある ③あまりべたつきがない ④べたつきがない	☺	☺	☺	☺
飲みやすさ	①飲みやすい ②まあまあ飲みやすい ③少し飲みにくい ④飲みにくい	☺	☺	☺	☺
(2)エネルギー オレンジ		☺	☺	☺	☺
硬さ	①非常に硬い ②まあまあ硬い ③ほどほどに柔らかい ④柔らかい	☺	☺	☺	☺
味	①おいしい ②程よくおいしい ③あまりおいしくない ④不味い	☺	☺	☺	☺
べたつき	①べたつきがある ②少しべたつきがある ③あまりべたつきがない ④べたつきがない	☺	☺	☺	☺
飲みやすさ	①飲みやすい ②まあまあ飲みやすい ③少し飲みにくい ④飲みにくい	☺	☺	☺	☺
(3) エンジョイおかずゼリー チキンカレー風味		☺	☺	☺	☺
硬さ	①非常に硬い ②まあまあ硬い ③ほどほどに柔らかい ④柔らかい	☺	☺	☺	☺
味	①おいしい ②程よくおいしい ③あまりおいしくない ④不味い	☺	☺	☺	☺
べたつき	①べたつきがある ②少しべたつきがある ③あまりべたつきがない ④べたつきがない	☺	☺	☺	☺
飲みやすさ	①飲みやすい ②まあまあ飲みやすい ③少し飲みにくい ④飲みにくい	☺	☺	☺	☺

図1 主観的評価用紙（一部抜粋）

表1 咀嚼回数, 嚥下時間, 主観的評価の相関

	嚥下時間	味	飲みやすさ	べたつき	硬さ
咀嚼回数	0.6650	-0.0868	-0.1809	-0.0675	0.8761
嚥下時間		-0.5793	-0.7941	0.5613	0.4338
味			0.7841	-0.5916	0.0000
飲みやすさ				-0.8888	-0.0553
べたつき					-0.1691
硬さ					

表2 主観的評価と客観的評価の相関

	(客)硬さ	(客)付着性	(客)凝集性
(主)硬さ	0.7618	-0.0521	-0.2772
(主)べたつき	-0.1160	-0.3178	0.6312
(主)飲みやすさ	0.1523	-0.0847	0.4010
(主)味	0.0166	-0.2719	0.2663

て、嚥下ゼリーの方が有意に延長していた(p<0.001)。

### 3.2 咀嚼回数, 嚥下反射惹起時間, 主観的評価の関連性について

嚥下ゼリーにおける咀嚼回数, 嚥下反射惹起時間, 主観的評価(味, 硬さ, べたつき, 飲み込みやすさ)についてそれぞれの結果をスピアマンの順位相関係数を用いて検討した。相関係数と相関の強さの関係は, |r|=0.75~1.0はかなり強い相関がある, |r|=0.50~0.75はやや相関あり, |r|=0.25~0.50は弱い相関あり, |r|=0.0~0.25は相関なしとした。

咀嚼回数と硬さ (r=0.8761), 味と飲み込みやすさ (r=0.7841) についてはかなり強い正の相関がみられた。嚥下反射惹起時間と飲み込みやすさ (r=-0.7941), 飲み込みやすさとべたつき (r=-0.8888) についてはかなり強い負の相関がみられた。咀嚼回数と嚥下反射惹起時間 (r=0.6650), 嚥下反射惹起時間とべたつき (r=0.5613) についてはやや正の相関がみられた。嚥下反射惹起時間と味 (r=-0.5793), 味とべたつき (r=-0.5916) についてはやや負の相関がみられた。咀嚼回数と味 (r=-0.0868), 咀嚼回数

と飲み込みやすさ (r=-0.1809), 咀嚼回数とべたつき (r=-0.0675), 嚥下反射惹起時間と硬さ (r=0.4338), 味と硬さ (r=0.0000), 飲み込みやすさと硬さ (r=-0.0553), べたつきと硬さ (r=-0.1691) については相関がみられなかった(表1)。

### 3.3 主観的評価, 食品物性の関連性について

主観的評価(味, 硬さ, べたつき, 飲み込みやすさ)と食品物性(硬さ, 付着性, 凝集性)の関連性について, それぞれの結果をスピアマンの順位相関係数を用いて検討した。硬さと食品物性との相関については, 硬さ (r=0.7618) では強い相関がみられ, 付着性 (r=-0.0521), 凝集性 (r=-0.2772) では相関がみられなかった。べたつきと食品物性については, 凝集性 (r=0.6312) ではやや相関がみられ, 付着性 (r=-0.3178), 硬さ (r=-0.1160) では相関がみられなかった。飲み込みやすさと食品物性については, 付着性 (r=-0.0847), 硬さ (r=0.1523), 凝集性 (r=0.4010) で相関がみられなかった。味と食品物性については, 付着性 (r=-0.2719), 硬さ (r=0.0166), 凝集性 (r=0.2663) で相関がみられなかった(表2)。

#### 4. 考察

##### 4.1 基準ゼリー、嚥下ゼリーにおける咀嚼回数、嚥下反射惹起時間について

すべての嚥下ゼリーにおいて、基準ゼリーよりも嚥下反射惹起時間が長く、咀嚼回数が多い結果となった。柴田<sup>6)</sup>は、咀嚼・嚥下複合体における食塊移送の検討において、バリウム水溶液、コンビーフ、クッキー、バリウム水溶液とコンビーフの混合物の4条件における嚥下位相時間の検討を行った。嚥下位相時間とは、咀嚼開始から1回目の嚥下終了までの時間であるが、クッキーやコンビーフで咀嚼時間が長くなっており、これらの食品は嚥下可能な状態まで咀嚼するのに時間を要するためであると結論づけている。

さらに食塊の粘稠度にも着目し、粘稠度が高いために喉頭蓋谷へ移送され食塊としてもとめられるまでにも時間を要していると考えている。

本研究における基準ゼリーは構成成分の大半が水分であり、嚥下ゼリーに比べると咀嚼する必要が少なく、かつ粘稠度も低いために喉頭蓋谷へ移送し食塊としてまとめる必要がないため、嚥下反射惹起時間ならびに咀嚼回数に有意差が認められたと考えられた。一方、嚥下ゼリーは商品毎に含有成分が異なっており、味や硬さにばらつきがあるために、通常のゼリーに比べると咀嚼が必要であり、嚥下反射惹起時間も延長したと考えられた。

##### 4.2 咀嚼回数、嚥下反射惹起時間、主観的評価の関連性について

硬さと咀嚼回数、硬さと嚥下反射惹起時間について、咀嚼によって食塊の硬さが減少していくことは、Shiozawa et al.<sup>7)</sup>が米飯、モチ、ピーナッツ、ハードビスケットを試料とした研究で明らかになっている。さらに、Horio & Kawamura<sup>8)</sup>らの咀嚼パターンに対する食感の影響研究<sup>7)</sup>によると、食品の硬さによって硬くなるに従い咀嚼回数が増えた群と硬くなっても咀嚼回数が増えなかった群に分けることができ、今回の研究では食塊の硬さと咀嚼回数に高い相関がみられた。Kohyama et al.<sup>9)</sup>らの報告では、咀嚼回数が増えた群と増えなかった群の両者とも、筋活動量は一緒であったが、咀嚼回数が増えなかった群は、食塊を粉末化せずに嚥下している可能性が高いためだと考えられており、嚥下の際にある程度の咀嚼回数は必要であることが示唆されている。また、嚥下反射を誘発させるための必要条件の一つは、食塊の硬さを減少させることであるとも報告されている。

すなわち、嚥下反射を惹起させるためには、一定以上の咀嚼が必要と考えられ、ある程度の硬さまで

食塊を柔らかくする必要があるため、食塊が硬いほど咀嚼回数は増加する。さらに咀嚼回数と嚥下反射惹起時間との間には正の相関関係がみられており、咀嚼回数が多いほど食塊を口腔内に保持している時間が延長し、嚥下反射惹起時間が延長するといえる。しかし、嚥下ゼリーに比して基準ゼリーのほうが物性値としての硬さの値が高いにも関わらず咀嚼回数、嚥下反射惹起時間も短縮した。これに関して、本研究では固形物ではなくゼリーを使用したため、硬さだけではなく付着性や凝集性などその他の要因が咀嚼回数、嚥下反射惹起時間に影響したと考えられた。また、谷口ら<sup>10)</sup>は、粘性が増大すると食塊が咽頭内を通過する時間が延長することが示唆しており、ゼリー摂食時の嚥下反射惹起には様々な物性値が関係していると考えられた。

べたつきと嚥下反射惹起時間、飲み込みやすさと嚥下反射惹起時間については、べたつきと飲み込みやすさには負の相関関係がみられ、べたつきが少ないほど飲み込みやすく、嚥下反射惹起時間は短縮するといえる。そのため、べたつきがあるほど飲み込みにくくなり、嚥下反射惹起時間が延長したと考えられた。

##### 4.3 主観的評価、食品物性の関連性について

硬さについては、硬いと感じる食品ほど実際に物性値としての硬さも高くなっていった。大越<sup>11)</sup>は食物の嗜好性および食べ易さに及ぼすテクスチャーについて、カラギーナンゼリー、ゼラチンゼリー、寒天ゼリーの官能評価における検討で、最もやわらかいと感じた寒天ゼリーと、最も硬いと感じたカラギーナンゼリーにおいて、有意差があったことを報告している。また、高齢者などでは義歯の問題やサルコペニアなどにより、咀嚼機能や嚥下機能が低下し、食べ易い食事のテクスチャー特性を把握することは重要であるとも報告している。これらの結果から、食事介助をする際にもテクスチャー特性を客観的に評価する必要があり、主観的評価における「硬さ」と食品物性における「硬さ」の測定値に相関がみられたことは非常に興味深い結果であると考えられた。このことから、実際の臨床での食事場面で介助者が硬さに重点をおいてゼリーを選択する際に、嚥下状態と摂取するゼリーの物性を介助者が主観的評価を行ってもよい可能性があると考えられた。しかし、食品物性には、硬さ以外にも、凝集性や付着性の要素を考慮する必要があり、今後はさらなる検討が必要である。

べたつきについては、凝集性との正の相関がややみられた。食品物性について、「べたつき」には「付着性」の表現が用いられており<sup>12)</sup>、嚥下困難者用食

品の許可基準についても付着性という表現が使用されている。べたつきについて、われわれも付着性との関連が強いと考えていたが、主観的評価については、凝集性との関連が強いことが本研究で明らかとなった。凝集性は、食品内部の結合力、まとまりやすさを表しており、口腔内に占める容積が大きいとべたついていると感じると考えられた。このことから、べたつきと凝集性に関連性がみられたと考えられた。

飲み込みやすさについては、硬さ、付着性の物性値との関連はみられなかったが、凝集性において弱い正の相関がみられた。これらの結果から、飲み込みやすさには様々な要因が影響していると考えられ、今回測定した物性値の中では、特に凝集性が影響していると考えられた。また、飲み込みやすさと味については、かなり強い正の相関がみられたことより、物性値だけではなく、飲み込みやすさには、味の嗜好性も大きく影響していると考えられた。

味については、硬さ、付着性、凝集性の物性値との関連は認められなかったことから、味の良し悪しは個々人の嗜好性によるものであるため物性値への影響はないと考えられた。

本研究ではゼリーのみでの評価であったためそれぞれの物性値に大きな差はみられなかったが、物性値が大きく異なる他の食品における検討が必要である。また、今回は主観的評価を基準に検討したが、

物性値の異なる同じ食品で物性値を基準とした主観的評価への影響の有無の検討も必要である。

さらに、若年健常者のみならず健常高齢者ならびに摂食嚥下障害者においても同様の結果が得られるかは明らかになっておらず、今後さらなる検討が必要であると考えられた。

## 5. 結論

本研究では、栄養補助食品ゼリーを摂取した際の主観的評価と嚥下反射惹起時間、咀嚼回数、食品物性の客観的評価についての関連性を検討した。本検討の結果、①嚥下反射惹起時間、咀嚼回数共に基準ゼリーに比べて、嚥下ゼリーの方が延長し、②食塊の硬さを減少させるには咀嚼が必要であり、そのため硬いゼリーほど咀嚼回数、嚥下反射惹起時間が延長した可能性が示された。また、べたつきが少ないほど飲み込みやすく、嚥下反射惹起時間は短縮することが明らかとなった。さらに、③硬いと感じる食品ほど実際に物性値としての硬さも高くなることから、臨床で主観的評価によってゼリーの硬さを選択する際の指標の一つになり得る可能性があり、べたつきは、付着性より凝集性との相関が強かった。このことから、べたつきは凝集性との関連が強いことが示された。飲み込みやすさは特に凝集性が影響していると示唆された。また、物性値だけではなく、味の嗜好性も大きく影響している可能性が示された。

## 謝 辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K09087 の助成を受けた。

## 文 献

- 1) 柴本勇:段階的摂食訓練の考え方. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会編集, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会 e ラーニング対応第4分野摂食・嚥下リハビリテーションの介入Ⅱ直接訓練・食事介助・外科治療, 第1版, 医歯薬出版, 東京, 7-16, 2011.
- 2) 小島千枝子, 大野友久, 長谷川賢一, 藤田大輔:口蓋の高さが半固形物の摂食パターンにおよぼす影響. 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌, 17(1), 25-35, 2013.
- 3) 蕭美英, 河野亘:食品テクスチャーの違いが嚥下までの咀嚼時間に与える影響. 日本補綴歯科学会雑誌, 37(1), 172-181, 1993.
- 4) 岩崎裕子, 高橋智子, 大越ひろ:きざみ食をモデルとしたゾルーゲル混合系試料の食べやすさに及ぼす, ゲルの大きさの影響. 栄養学雑誌, 67(6), 310-317, 2009.
- 5) 尾本和彦:健常児の摂食機能発達および関連基礎知識. 金子芳洋監修, 尾本和彦編, 障害児者の摂食・嚥下・呼吸リハビリテーション—その基礎と実践—, 医歯薬出版, 東京, 35-36, 2005.
- 6) 柴田斉子:咀嚼・嚥下複合体における食塊進行の検討. 藤田学園医学会誌, 25(1), 193-214, 2006.
- 7) Shiozawa K, Kohyama K and Yanagawa K: Relationship between physical properties of a food bolus and initiation of swallowing. *Japanese Journal of Oral Biology*, 45(2), 59-63, 2003.
- 8) Horio T and Kawamura Y: Effects of texture of food on chewing patterns in the human subject. *Journal of Oral Rehabilitation*, 16(2), 177-183, 1989.
- 9) Kohyama K, Nakayama Y, Yamaguchi I, Yamaguchi M, Hayakawa F and Sasaki T: Mastication efforts on block and finely cut foods studied by electromyography. *Food Quality and Preference*, 18(2), 313-320, 2007.

- 10) 谷口裕重, 堀一浩, 矢作理花, 林宏和, 井上誠: 物性が異なる食品摂取時の多角的嚥下機能評価. 日本顎口腔機能学会誌, 17(2), 152-153, 2010.
- 11) 大越ひろ: 食物の嗜好性および食べ易さに及ぼすテクスチャーについて. 日本家政学会誌, 63(9), 537-547, 2012.
- 12) 西津貴久: 嚥下食と食品物性. 美味技術学会誌, 11(1), 2-5, 2012.

(平成30年5月28日受理)

## Evaluation of Swallowing Function by Nutrient Supplement: Relationship of Subjective Assessment, Objective Assessment and Food Texture

Masahiro IKENO, Shinsuke NAGAMI and Shinya FUKUNAGA

(Accepted May 28, 2018)

**Key words** : nutritional-supplement jelly, dysphagia, food texture

### Abstract

Dysphagia renders nutrient intake difficult, and nutritional supplements are used in many cases. However, nutritional supplements vary in their physical properties according to the specific product, and must be selected prudently. In this study, we measured the physical properties of a nutritional-supplement jelly (hereafter, deglutition jelly) and investigated associations between subjectively assessed taste, ease-of-swallowing, hardness, and stickiness, and objectively assessed cohesiveness, adhesiveness, and hardness. Study subjects were 25 healthy individuals with no previous neurological or organic disease and without dysphagia as a major complaint. The measurement method involved recording of the time to the triggering of swallowing reflex (TTSR) and mastication count for subjects ingesting deglutition jelly in a sitting position. Subjects were asked to record their subjective assessments. Objective assessments involved physical property measurements for deglutition jelly and a commercially available jelly (hereafter, standard jelly). Results were as follows: 1) Deglutition jelly prolonged TTSR and elevated mastication count relative to standard jelly. 2) These findings represented a possible demonstration of prolonged TTSR and elevated mastication count for a harder jelly, based on the fact that mastication is needed to soften a bolus. We also elucidated greater ease-of-swallowing and shortening of TTSR with reduction of jelly tenacity. 3) The supplement felt by subjects to have greater firmness showed greater hardness in actual physical property measurements; accordingly, we suggest that subjectively assessed jelly hardness could be an index for supplement selection clinically. Furthermore, tenacity was more strongly associated with cohesiveness than adhesiveness. Accordingly, the association between tenacity and cohesiveness was demonstrably strong. Ease-of-swallowing was suggested to be particularly influenced by cohesiveness.

Correspondence to : Masahiro IKENO

Department of Sensory Science  
Faculty of Health Science and Technology  
Kawasaki University of Medical Welfare  
Kurashiki, 701-0193, Japan  
E-mail : [ikeno@mw.kawasaki-m.ac.jp](mailto:ikeno@mw.kawasaki-m.ac.jp)

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.28, No.1, 2018 97 – 103)