

Swallowing dynamics in the food intake and the function of swallowing and the development of dysphagia diet

Keiko Yoshioka

Abstract

Food intake starts from the ingestion in the mouth and mastication and swallowing play the important roles in the dynamic process. For the aged people with the difficulty in mastication and swallowing and the dysphagia patients with after-effects of neurological and muscular diseases, it is necessary to serve a suitable dysphagia diet. These people tend to become malnourished or have aspirations, so that it is important for them to intake rich protein food which is modified individually.

From the viewpoint of the traditional Chinese medicine the function of dysphagia is considered as to the ingestion of food in the mouth, the mixture of food and saliva by mastication, the formation of bolus and the transport of bolus. These bio-response signals are assessed and a part of the study on the effects of tastes and texture of food on sensory evaluation and swallowing dynamics are remarked in general. As the relative studies, 'Physical properties of pressurized and heat-treated meat gels and their suitability as dysphagia diet based on swallowing dynamics' and 'Deglutition movement of dysphagia patients while eating pork meat gels and the application to the dysphagia diet' are discussed. The function of dysphagia such as the frequency of swallowing reflection, the occurrence of swallowing and the smooth swallowing will be more improved by using Chinese medicine and spices. The development of Chinese medicine diet will make the dysphagia diet more applicable.

摂食・嚥下機能における嚥下動態と嚥下食への展開に関する研究

吉岡 慶子

中村学園大学 薬膳科学研究所 生体応答部門

(2013年8月19日 受理)

キーワード

咀嚼・嚥下、嚥下障害、テクスチャー特性、嚥下食、薬膳

要 旨

ヒトの食物摂取は「摂食」といい、口腔での食の捕捉にはじまり、咀嚼、嚥下という動的プロセスの中で重要な役割を担っている。加齢による摂食・嚥下機能の低下や神経・筋疾患等の後遺症による嚥下困難者のために、適切な食事摂取が求められている。

摂食・嚥下障害者および加齢に伴い摂食機能が低下した高齢者は、誤嚥や低栄養状態に陥りやすいため、個人に対応した食事形態を有する高タンパク性食品の摂食を必要としている。中医学食養の観点から、ヒトの摂食および咀嚼・嚥下機能について、口腔内に食べ物を取り込

み、咀嚼により唾液と混合され、食塊を形成し、食塊は咽頭へ移送される。これらの生体応答のシグナルを評価し、食受容における食味・食感と食形態が官能評価および嚥下動態に及ぼす影響について、これらの研究一部を概説する。関連研究として、「加圧・加熱食肉ゲルの物理的特性と嚥下動態からみた嚥下食への適応性」および「嚥下障害者の摂食における嚥下動態と治療食への展開に関する研究」について考察する。また、漢方薬や香辛料等を使用することによって、嚥下反射を誘発し、嚥下の惹起、スムーズな嚥下といった嚥下機能は、より改善されるであろう。これらの薬膳食への展開により、嚥下食はさらに応用性が高くなると考えられる。

結 論

近年、わが国では急速に高齢社会が進展し、2030年には65歳以上の高齢者が3,667万人、高齢化率は31.8%に達すると推計され、今後もこの高齢化の進行が見込まれる^{1,2}。高齢者は加齢に伴い、唾液の減少や口腔・咽頭部の筋力が衰え、舌の運動機能低下、咀嚼機能の低下等により、摂食・嚥下機能の低下がみられる。また、加齢による脳の形態変化、組織学的変化および脳血流量の減少が、運動・知覚機能の低下を引き起こし、摂食・嚥下機能にも大きく影響を与える³。さらに、咀嚼・嚥下機能が低下した高齢者においては、必要な栄養量を確保することが困難であり、タンパク質・エネルギー低栄養状態（Protein Energy Malnutrition：PEM）に陥ることが問題とされている⁴。高齢者施設においては、血清アルブミン値3.5g/dl以下で、PEMのリスク者と判定される者が約4割、男性では85歳以上では6割とされている⁵。

人口の高齢化に伴って、生活習慣病を有する患者数が増加する中、3大死因の一つである脳血管疾患は、摂食・嚥下障害患者の原疾患の約4割と最も割合が高い^{6,7}。また、脳血管障害急性期には大脳一側性病変例であっても3～4割の症例で嚥下障害を認め、そのうちの数%から10%程度の症例では嚥下障害を残存したまま慢性期に移行するとの報告がある⁸。一方、脳血管障害急性期には、全患者の49%に嚥下障害に伴うと考えられる栄養障害が認められ⁹、急性期病院を対象とした調査では、嚥下困難者は健常者に比べ血清アルブミン値が、0.81g/dl低いと報告されている¹⁰。さらに、摂食・嚥下リハビリテーションを行った患者に対して、リハビリテーション開始時のアルブミン値が3.1g/dl以上の群では、3.0g/dl以下の群よりも有意に嚥下機能が改善としている¹¹。このように嚥下障害は栄養の障害に関与し、栄養状態の改善、維持を目的とした栄養サポートチーム（Nutritional Support Team：NST）が活発に普及し始め、現在、全国各地に1,200を超えるNST施設が設置されるようになっている^{12,13}。

一方、食肉ことに豚肉は、良質なタンパク質をはじめ、鉄やビタミンB群の優れた供給源であり、低栄養状態の改善のために重要な食品の一つである。しかし、食肉は魚肉に比べ、組織的に強靱な筋線維やコラーゲン線維の集合体であるという特性を有するため、硬く、咀嚼した後に口腔内における残留感も大きい¹⁴。これらのことから食肉は、摂食・嚥下障害者にとって咀嚼・嚥下しにくいいため、嚥下食に用いる時には個人の摂食能力に対応した食事形態が必要とされている。

本概説では、食肉への高圧力利用に関する研究から、魚肉および魚肉すり身を高圧処理すると、なめらかでソフトな食感が得られ、食塊の形成が容易で飲み込みやすい性状を有すると報告されている¹⁵⁻¹⁸。嚥下障害者の摂食における嚥下動態と治療食への展開に関する研究について考察する¹⁹。前段では、低栄養状態の改善のために良質なタンパク質供給源である豚肉を用いて、高圧処理によるゲルを調製し、食塊の形成が容易で、飲み込みやすい嚥下食を検討した。嚥下障害者に対し嚥下造影検査を行い、嚥下動態から嚥下障害者に適切な嚥下特性を有しているかを検討し、高圧処理による豚肉ゲルの嚥下治療食への展開を試みた。

すなわち、高圧処理を利用した豚肉と水の混合比1:0.5および1:1の豚肉ゲル、加熱挽肉および豚肉ペーストの段階的にテクスチャーが異なる4種類の豚肉ゲル様食品を調製した。また、実際に咀嚼することを想定し、各試料を用いてテクスチャー試験を行い、嚥下食に適したテクスチャー値であるかを評価した。さらに、4種類の豚肉ゲル様食品の官能評価を行い、食味、食感を評価した。そこで、4種類の豚肉ゲル様食品を検査試料として、健常者と嚥下障害者に対して、嚥下造影検査を行い、各被験者の嚥下特性を評価した。

後段では、急性期病院における段階的な嚥下食のテクスチャー試験を行い、病院の嚥下食と4種類の豚肉ゲル様食品のテクスチャー特性を用いて嚥下食ピラミッドへ分類し、加圧・加熱豚肉ゲルの嚥下治療食への展開を検討した。さらに、病院嚥下食における嚥下障害患者の嚥下動態から、豚肉ゲルと同様のレベルに分類された嚥下治療食の有効性を検討した。

本稿では、調製した豚肉ゲル様食品の各物性値を測定し、嚥下障害患者に対して嚥下造影検査を行い、それらの嚥下動態を解析し、嚥下食としての適応性を検討し、さらに嚥下治療食への展開を試みた。今後のさらなる展開として、薬膳嚥下食への試みは、漢方薬や香辛料の添加で、嚥下反射を誘発し、嚥下作用の惹起による研究を引用し、嚥下効果を増強することを今後の展望とした。

嚥下動態からみた加圧・加熱食肉ゲルのテクスチャー特性と嚥下食への適応性

咀嚼・嚥下が容易にできる高齢者や嚥下障害者のための食事の開発が望まれるようになり、食品の物理的特性と咀嚼・嚥下機能を検討した報告もみられるようになってきた。例えば、高橋らが食肉の物理的特性と咀嚼動作について報告している^{20,21}。さらに、畑江らは、高齢者の食物のテクスチャーに対する嗜好と食肉の調理法につ

いて検討している^{22,23}。

一方、タンパク質は加圧処理によって三次元構造を形成している非共有結合が圧力変性し、凝固やゲルを形成することが明らかにされ、高圧処理は、加熱処理とは異なる機構で食品の特性に変化を起こすことから、新加工法として、食肉加工への高圧利用も試みられている²⁴。先行研究^{25,26}において、高圧力処理魚肉や魚肉すり身ゲルはなめらかで軟らかいテクスチャー特性で、高齢者や嚥下障害者のための食事への利用性を報告している。牛肉や豚肉は良質なタンパク質給源であるが、高齢者や嚥下障害者にとっては咀嚼しにくく、食塊として飲み込みにくいことがある。

本研究²⁷では高齢者や嚥下障害者における新しい食肉製品の開発を目的として、豚挽肉に加水し、加圧処理および加熱処理を行い、なめらかで軟らかい豚肉ゲルを調製した。それらのゲルのテクスチャー特性を測定し、食味評価および嚥下造影検査を行ない、嚥下食への適応性を検討している。

1:0.5、1:1加圧・加熱ゲル (PHゲル)、加熱パティおよび加熱ペーストのテクスチャー特性

4つの食肉製品 (1:0.5、1:1加圧・加熱ゲル (PHゲル)、加熱パティおよび加熱ペースト) の物理的特性としてクリープメーター (RE2-33005S, 山電) でテクスチャー特性 (かたさ、凝集性および付着性) を測定した。測定条件はプランジャー20mm φ (加熱パティのみ10mm φ)、円板状、加熱ペーストは40mm φ、高さ15mmのステンレスシャーレに充填した。測定スピードは1mm/秒、測定歪率は70% (加熱パティのみ80%) とした。

これらのテクスチャー特性は、1:0.5、1:1PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストのテクスチャー特性の結果をFig1.に示す。1:0.5PHゲル [4.98 N/m^2] と1:1PHゲル [1.53 N/m^2] は加熱パティ [18.92 N/m^2] より軟らかく、付着性や凝集性は加熱ペーストよりも低値を示した。1:1PHゲルは1:0.5PHゲルよりも軟らかく、凝集性が高い値を示した。

1:0.5、1:1加圧・加熱ゲル (PHゲル)、加熱パティおよび加熱ペーストの官能評価

1:0.5、1:1PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストの4試料について、健常な21~24歳女子13名の検査員に、試料が何であるか知らせない状態で5段階評点尺度法を用いた官能評価を行なった。検査項目は、風味、軟らかさ、弾力、なめらかさ、舌での押し潰し易さ、飲み込み易さ、残留感および総合評価の8項目とした。

4つの食肉製品の官能評価は、PHゲルは弾力があり、

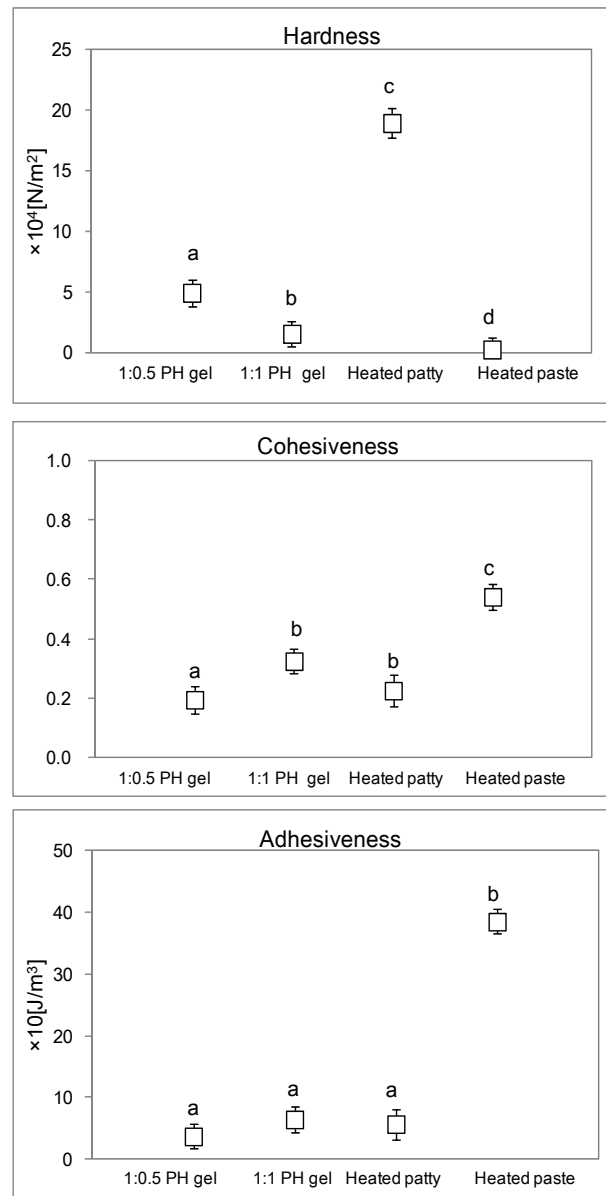


Fig1. Textural properties of 1:0.5 and 1:1 PH gels, heated patty and heated paste

PH gel: pressurized and heat-treated meat gel.; mean \pm SD, n=6. Values not sharing a common superscript letter (a, b, c, d) are significantly different ($p < 0.05$) as assessed by Tukey's multiple range test.

きめが細かく、なめらかで、飲み込みやすく、残留感がないと評価された。特に1:1PHゲルにおいてはその特徴が顕著であった。加熱パティは、風味は良いが、硬く、飲み込みにくいとされ、口腔内に残留感があると評価された。一方、加熱ペーストは軟らかく、舌で押し潰しやすいが風味が悪く、嚥下終了後に残留感があるとされた。PHゲルの総合評価は有意に加熱ペーストより高く、

1:1PH ゲルは各試料間で特に高い評価を得た。

嚥下造影検査

1:0.5、1:1PH ゲル、加熱パティおよび加熱ペーストを検査試料とし、嚥下造影検査における健常者は健康な女子5名（対照群）、嚥下障害患者は5名（男性1名、女性4名；患者群）を対象とした。嚥下障害患者は産業医科大学病院リハビリテーション科で入院、治療中の筋萎縮性側索硬化症（ALS）、皮膚筋炎および多系統萎縮症（MSA）の神経・筋疾患を原疾患とする患者であった。

嚥下造影検査にあたっては、試料の量は5gとし、スプーンで被験者の口元へ運び、咀嚼は開始の合図により行われ、自由嚥下とした。第1回目の嚥下における咀嚼回数（咀嚼回数）、一回の摂食で嚥下を要する回数（嚥下回数）および咀嚼開始から食道入口部に至るまでの時間（嚥下時間）を計測し、嚥下造影検査後、一連の嚥下状況の評価した。口腔・咽頭領域はFig2.に示すように、Palmer らの Process Model²⁸⁻³⁰に準じて口腔内（OC：Oral Cavity）、中咽頭上部（UOP：Upper Oropharynx）、喉頭蓋谷部（VAL：Valleculae）、下咽頭部（HYP：Hypopharynx）の各領域に4区分した。各領域におけ

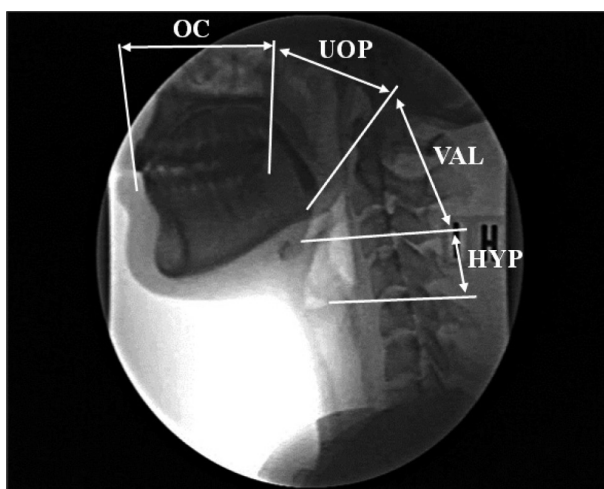


Fig2. Four divisions of the oral cavity and the pharynx area by

Palmer's Process model

OC: Oral cavity area

UOP: Upper oropharynx area (behind the fauces but above the inferior border of mandible)

VAL: Valleculae area (below the inferior border of the mandible but above the hypopharynx)

HYP: Hypopharynx area

(Saitoh E, Shibata S, Matsuo K, Baba M, Fujii W, Jeffrey B. Palmer: Chewing and food Consistency: Effects on Bolus Transport and Swallow Initiation. *Dysphagia*, 22, 100-107, 2007)

る食塊の通過時間の計測は、画像解析ソフト（Premire Pro CS3、Adbe）を用い、VF 側面像（30フレーム/秒）に基づいて行った。

健常者および嚥下障害患者における4つの食肉製品の咀嚼回数、嚥下回数および口腔・咽頭通過時間の結果をTable 1-1に示した。

健常者および嚥下障害患者における1:0.5および1:1PHゲルの咀嚼回数は加熱ペーストよりも多く、1:1PHゲルの嚥下回数は、加熱ペーストよりも少なかった。咽頭通過時間は加熱パティや1:0.5PHゲルよりも短かった。嚥下障害患者の咀嚼回数、嚥下回数および口腔・咽頭通過時間においても健常者と同様の傾向であった。

健常者および嚥下障害患者の Process model に準じて口腔・咽頭領域を4区分した各領域の食塊の通過時間をTable 1-2に示した。

加圧・加熱食肉ゲルのテクスチャー特性と嚥下食への適応性

1. テクスチャー特性

PHゲル、加熱パティおよび加熱ペーストのテクスチャー特性におけるかたさ、凝集性、付着性から、1:1PHゲルはえん下困難者用食品³¹の許可基準Ⅱの範囲内であり、規格に準拠していた。加熱ペーストについては許可基準Ⅰの規格に該当した。PHゲルは加熱ペーストよりも付着性や凝集性は低く、加熱パティよりも柔らかかった。特に、1:1PHゲルは高齢者や嚥下障害者の摂食に適した食肉製品であることが考えられた。

2. 官能評価

4つの食肉製品における官能評価から、PHゲルは弾力があり、なめらかで、飲み込みやすく、残留感がないと評価され、特に1:1PHゲルではその傾向が顕著であった。加熱パティは風味が良いとされたが、硬くて飲み込みにくく、口腔内に残留感があると評価され、加熱ペーストでは軟らかく、舌で押しつぶしやすいが風味が良くなく、残留感があると評価された。従って、PHゲルは豚挽肉に対するゲル化の効果のために、加熱パティや加熱ペーストよりも嚥下食に適していると示唆された。

3. 嚥下造影検査

健常者の咀嚼回数および嚥下回数はPHゲル、加熱パティのなかで、1:1PHゲルが最も少なかった。また、口腔・咽頭通過時間は1:1PHゲルが短い傾向がみられた。さらに、嚥下障害患者においてもPHゲルおよび加熱パティのなかで、1:1PHゲルの咀嚼回数が少なく、口腔・咽頭通過時間は短いとされた。

口腔・咽頭領域における4領域の食塊通過時間から、1:0.5PHゲルと1:1PHゲルを比較すると、健常者では

Table 1. Videofluoroscopic swallow studies of 1:0.5 PH gel, 1:1 PH gel, heated patty and heated paste

1) Numbers of mastication and swallowing, and the transit time through oropharynx in healthy subjects and dysphagic patients

	Sample	Number of mastications	Number of gulps	Transit time through oropharynx (sec)
Healthy subjects	1:0.5 PH gel	22.00±2.07 ^a	2.95±0.67 ^a	18.46±3.08 ^a
	1:1 PH gel	19.00±2.28 ^a	2.15±0.10 ^b	13.33±3.24 ^a
	Heated patty	31.00±4.86 ^a	3.88±0.49 ^a	25.13±6.57 ^a
	Heated paste	4.40±1.02 ^b *	3.80±1.33 ^a *	5.10±1.09 ^b
Dysphagic patients	1:0.5 PH gel	23.60±8.19 ^a	2.80±0.40	18.19±4.56 ^a
	1:1 PH gel	14.57±2.54 ^a	3.06±0.64	12.33±2.32 ^a
	Heated patty	33.03±10.52 ^a	3.74±0.62	25.39±5.15 ^a
	Heated paste	3.94±1.33 ^b	3.00±0.63	6.60±1.70 ^b

2) Bolus transit times in four regions of the oropharynx

	Sample	OC (sec.)	UOP (sec.)	VAL (sec.)	HYP (sec.)	UOP+VAL (sec.)	UOP+VAL+HYP(sec.)
Healthy subjects	1:0.5 PH gel	17.04±3.07 ^a	0.54±0.46	0.26±0.36	0.15±0.05	0.81±0.77	0.96±0.75
	1:1 PH gel	12.49±3.03 ^a	0.63±0.48	0.17±0.13	0.15±0.06	0.80±0.61	0.95±0.58
	Heated patty	20.77±7.01 ^a *	2.80±2.23 ^{**}	0.26±0.36	0.17±0.06	3.06±2.21 ^{**}	3.22±2.19 ^{**}
	Heated paste	3.64±1.28 ^b	0.59±0.62*	1.80±2.80*	0.49±0.86	2.39±3.41*	2.88±3.56*
Dysphagic patients	1:0.5 PH gel	9.41±4.22	5.10±3.11 ^a *	2.25±2.34 ^{**}	0.16±0.04	7.36±4.39 ^a **	7.51±4.41 ^a **
	1:1 PH gel	6.44±3.73	3.50±2.92 ^a **	1.37±1.31	0.15±0.01	4.87±3.64 ^a *	5.02±3.64 ^a
	Heated patty	9.84±3.68	10.41±5.55 ^b	3.41±1.61	0.16±0.03	13.82±5.97 ^b	13.98±5.95 ^b
	Heated paste	2.45±1.21	1.09±0.51 ^a	2.29±2.25	0.13±0.03	3.38±2.37 ^a	3.51±2.40 ^a

PH gel: pressurized and heat-treated meat gel, OC: oral cavity, UOP: upper oropharynx, VAL: valleculae, HYP: hypopharynx. Data are expressed as mean ± SD; n=5. Values not sharing a common superscript letter (a, b) are significantly different (p<0.05) as assessed by Tukey's multiple range test. Student's t-test was used to compare healthy subjects with dysphagic patients, significantly different at *: p<0.05, **: p<0.01.

UOP+VAL 時間および UOP+VAL+HYP が 2 試料共ほぼ同様の値であった。しかし、嚥下障害患者においては 1:1PH ゲルよりも 1:0.5PH ゲルの方が UOP+VAL 時間および UOP+VAL+HYP 時間が長い傾向がみられ、ゲルのかたさが中咽頭上部～下咽頭部領域の食塊の通過時間に影響を与えているとされた。

各試料のテクスチャー値と口腔・咽頭領域を 4 区分した各通過時間の関係は、健常者では試料のかたさと OC 通過時間との間に相関関係が認められた。一方、嚥下障害患者ではかたさと UOP 通過時間との間に相関がみられ、かたさが高値を示すにつれて UOP 通過時間が延長された。

これらの嚥下造影検査における咀嚼回数、嚥下回数および各領域における口腔・咽頭通過時間の計測から、健常者ではかたさが異なる試料でも咀嚼により、唾液と混

合され、一定の物性値を保ちながら咽頭へ移送されるため、いずれの試料においても咽頭での食塊の形成および通過が容易であることが示唆された。一方、嚥下障害患者は口腔内で食物が十分に唾液と混合されずに咽頭へ移送されるために、試料のかたさにより咽頭での食塊形成や嚥下反射の惹起の遅延が考えられた。嚥下障害患者の試料摂食後の嚥下造影から、加熱パティは摂食後も喉頭蓋谷および食道入口部付近に残留が多くみられた。1:0.5および1:1PH ゲルでは、まとまった食塊でスムーズな嚥下で、摂食後の残留がほとんどみられなかった。加熱ペーストでは喉頭蓋谷から食道入口部にかけての付着が認められた。本研究の被験者の原因疾患である筋萎縮性側索硬化症³²、皮膚筋炎³³および多系統萎縮症³⁴では、神経、筋疾患により、舌の運動障害や咽頭収縮力の低下等が報告されている。しかし、このような嚥下障害

患者においても、1:1PHゲルは喉頭蓋谷通過時間が4試料の中で最も短いことから嚥下反射が惹起されやすく、摂食後の嚥下造影像における残留もほとんど認められなかったことから誤嚥のリスクが低いと評価され、PHゲル、なかでも1:1PHゲルの嚥下食としての適応性が判明された。

以上の観点から要約すると、4つの食肉製品の中で1:1PHゲルのテクスチャー特性は、軟らかく、付着性が低く、えん下困難者用食品の許可基準Ⅱの規格に準拠していた。また、官能評価では1:1PHゲルは、弾力があり、なめらかで、飲み込みやすく、残留感が少ないと評価された。さらに嚥下障害患者における嚥下造影検査では1:1PHゲルの喉頭蓋谷通過時間は最も短く、口腔・咽頭領域の残留もほとんど認められなかった。加圧処理による物性の改質が、嚥下障害者に適した加圧・加熱食肉ゲルの開発を可能とし、嚥下食への適応性が明らかにされた。

嚥下障害者の摂食におけるテクスチャー特性と嚥下食ピラミッドによる評価

嚥下障害者の食事においては、栄養が豊富で、食塊の形成がされやすく飲み込みやすい嚥下食が求められている。良質なタンパク質源である食肉は、加熱により筋繊維が硬化するため、咀嚼・嚥下困難者にとっては、咀嚼が容易でなく、飲み込みにくい食物形態である。そこで、豚挽肉に加水し、加圧・加熱処理したゲルは、健常者において嚥下し易いという結果を得た。

脳血管障害や神経・筋疾患による摂食・嚥下障害者には、咀嚼・嚥下機能の低下により、個人の摂食能力に対応した食事形態が必要とされ、嚥下障害が著しく、誤嚥の危険性が高い場合には嚥下造影検査（VF）を行って、誤嚥の危険が少ない食形態を選ぶ必要がある³⁵。VFで用いられる検査食は、段階的フードテスト、嚥下造影検査食、嚥下機能検査食と呼ばれ、プリン、粥、液状食品等を使って、摂食・嚥下機能の評価を行っている³⁶⁻³⁸。また近年、病院や施設では、摂食・嚥下障害者への食事に対応するために、数種類の段階の食事形態（食種）が設定されるようになり、栄養状態に対する効果があると報告されている³⁹⁻⁴²。中でも摂食・嚥下障害者の栄養管理において、多くの実績を有する聖隷三方原病院の臨床的な知見をもとに分類された5段階の嚥下食を、「かたさ」、「付着性」、「凝集性」の3つの要素から物性解析を行い^{43,44}、嚥下食の基準化を設定した「嚥下食ピラミッド」が考案された⁴⁵。

本研究では調製した豚肉ゲル様食品の各テクスチャー値を測定、嚥下障害患者の嚥下造影検査における嚥下動

態から嚥下食としての適応性を検討した。そこで、本稿では、病院における嚥下治療食の形態について、食材や調理法別に分類し、それらの調理品のテクスチャー特性を測定し、嚥下食の各レベルへ分類した。また、加圧・加熱豚肉ゲルおよび豚肉ペーストについても各レベルに分類し、病院の嚥下治療食を用いた嚥下障害患者のVF所見から、豚肉ゲルと同様のレベルに分類された嚥下治療食の有効性を試みた。さらに、「嚥下食ピラミッド」の観点から、病院における嚥下治療食の展開について考察した。

1. 検査試料

某大学病院栄養部では、嚥下障害患者の摂食・嚥下機能の能力に応じた5段階の嚥下食を給食している。嚥下食1（開始食）は、麦茶ゼリーやアイソカルくりん等のゼリー食、嚥下食2（ゼリー食）は、アップルゼリー等に加え、タンパク質を添加したゼリー食、嚥下食3（ペースト食）は、主食が7分粥ミキサー、副食は3分菜ペースト食、嚥下食4（ソフト食）は、主食が全粥、副食は軟らかい7分菜食、嚥下食5（1cm角きざみ食）は、主食が全粥、副食は7分菜食と分類されていた。本研究では、2007年10～11月の4日間の昼食と夕食に給食された5段階のレベルの嚥下食のうち、嚥下食3および嚥下食4を中心に以下のような項目に分類した。

1) 主食：全粥、七分粥ミキサー、参考として米飯、軟飯、特軟飯

2) 嚥下食3（ペースト食）

主菜：牛肉（肉じゃが、すき焼き風）、鶏肉（鶏肉の照煮）、魚（魚の照り焼、魚の照煮、蒸し魚のあんかけ）、豆腐（豆腐ハンバーグ）

副菜：葉菜類（キャベツとニンジンのピーナッツ和え、野菜煮、三色サラダ、ホーレンかか和え、野菜のうすくず煮、野菜の和風マヨサラダ、煮浸し、白菜のごま和え）、果実類（茶巾ナス煮、ナス煮、胡瓜の千草和え）、豆類（白インゲンの煮豆）、芋類（里芋の煮付）

汁物：豆腐のスープ、清汁、味噌汁、板麩の赤だし

デザート：軟フルーツ

3) 嚥下食4（ソフト食）

主菜：牛肉（肉団子のスープ煮、肉じゃが風）、魚（魚の酒蒸し野菜あんかけ、魚の包み焼きもみじソース、魚のとろろ煮野菜くずあん）、卵（卵豆腐）、豆腐（金銀豆腐）

副菜：豆腐（豆腐のカニ煮）、葉菜類（ほうれん草のお浸し、ツナと青菜の煮浸し、白菜の煮付、グリーン白和え、煮浸し）、果実類（トマトとアスパラのサラダ、ブロッコリーの炒めあん煮）汁物：卵のスープ、ポテトスープ、清汁、デザート：ラフランスのゼリー盛、その

他：お茶ゼリー、ブイクレスゼリー

2. 嚥下治療食のテクスチャー試験

主食、嚥下食3および嚥下食4の各試料を卓上型物性測定器（山電製；TPU-2S(B)）を使用してテクスチャー試験を行った。測定条件は、プランジャー、20mm φ 円板状；測定スピード、5mm/秒；クリアランス、5mmとした。各試料は40mm φ、高さ13mmのステンレスシャーレに充填し、測定した。自動解析装置ソフトウェア（TPU解析、Windows, Ver.1.0 (TPU-A2)）により、かたさ、凝集性および付着性を算出した。統計解析は、嚥下食3および嚥下食4の各物性値の相関関係について、SPSS16.0JによりPearsonの相関係数を用いた。統計学的有意水準は $p < 0.05$, $p < 0.01$ とした。

3. 嚥下食の各レベルへの分類

病院嚥下食の主食、嚥下食3および嚥下食4と1:0.5および1:1の加圧・加熱豚肉ゲルおよび豚肉ペーストの4試料のテクスチャー値を用い、特別用途食品高齢者用

食品群別許可基準（1994年）を参考にして⁴⁶、Table2.に示した嚥下食ピラミッド^{45,47}のL0～L5の6段階に分類した。

豚肉ゲル様食品および嚥下治療食の嚥下食ピラミッドへの分類

1) 1:0.5および1:1の加圧・加熱豚肉ゲルおよび豚肉ペーストのテクスチャー特性

1:0.5および1:1の加圧・加熱ゲルおよび豚肉ペーストのテクスチャー特性の結果をFig3.に示した。加熱挽肉のかたさは、 $189,200 \text{ [N/m}^2]$ でL5の普通食に分類された。1:0.5加圧・加熱豚肉ゲルのかたさは、 $50,000 \text{ [N/m}^2]$ 以下、凝集性は約0.2、付着性は $1,000 \text{ [J/m}^3]$ 以下で、L4の移行食にほぼ準拠していた。1:1加圧・加熱豚肉ゲルおよび豚肉ペーストのかたさは、 $1,500 \text{ [N/m}^2]$ 以下、凝集性は約0.3～0.5、付着性は $1,000 \text{ [J/m}^3]$ 以下で、L3に分類された。

2) 嚥下治療食における肉類のテクスチャー特性

嚥下治療食における肉類のテクスチャー特性の一部の

Table 2. Classification of the textural properties to each level of the Dysphagia Diet Pyramid

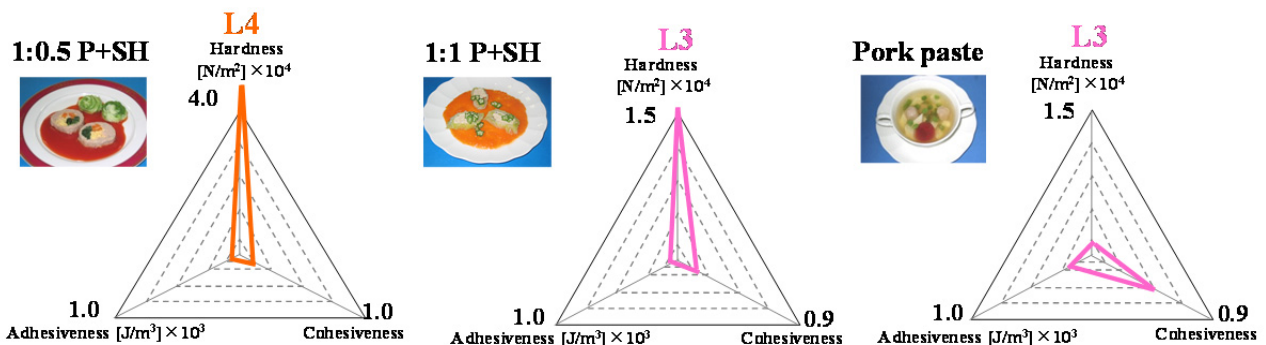
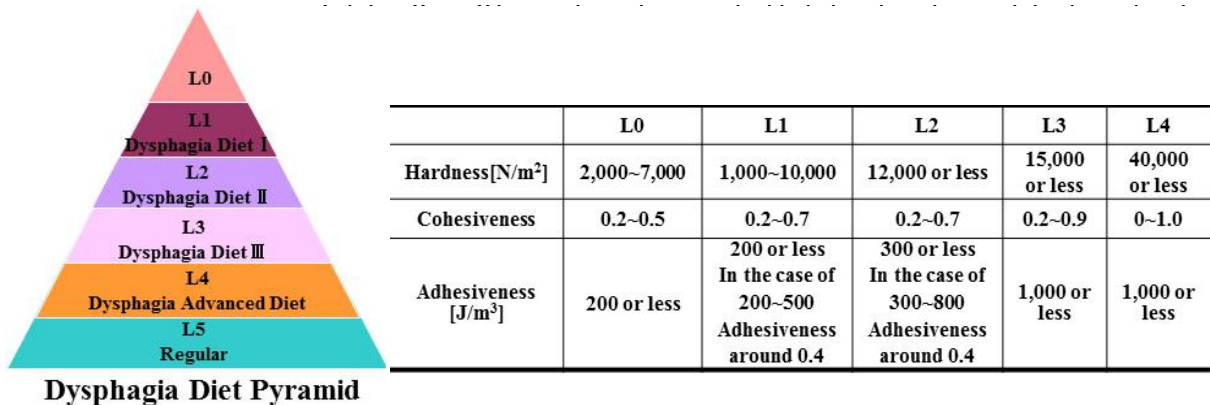


Fig 3. The textural properties of the pressurized-heated gels and pork paste in the Dysphagia Diet Pyramid

Measuring condition: pressurized-heated gels and pork paste; plunger, 20mm φ ; deformation rate, 70 % ; heated minced meat; plunger, 10mm φ ; deformation rate, 80 % ; test speed, 1.0mm/sec.

結果を Fig4. に示した。嚥下食3のすき焼き風、肉じゃがおよび鶏肉の照り煮はかたさが $3,000[N/m^2]$ 以下、凝集性は約 $0.6\sim 0.8$ 、付着性は約 $700\sim 1,000[J/m^3]$ で、ピューレやペースト状とされるL3に分類された。一方、嚥下食4のかたさは肉じゃが風、約 $18,000[N/m^2]$ から鶏肉の蒸し煮、約 $43,000[N/m^2]$ の範囲だった。凝集性は約 $0.1\sim 0.4$ 、付着性は約 $600\sim 1,100[J/m^3]$ で、不均質なものが含まれるL4に分類された。

3) 嚥下治療食における主食のテクスチャー特性

全粥のかたさは $12,000[N/m^2]$ 、凝集性は 0.7 以下であるが、付着性が $300[J/m^3]$ 以上あるのでL3に分類された。七分粥ミキサーの物性値については、L2の範囲内であるが、L2は均質なゲル状とされているため、L3に分類された。参考として測定した米飯、軟飯および特軟飯のかたさは $40,000[N/m^2]$ 以上で、L4の物性範囲を超えているためL5の普通食に分類された。

4) 嚥下治療食における魚類のテクスチャー特性

嚥下食3の魚の照り煮、魚の照り焼きおよび蒸し魚のあんかけなど、魚類の物性値も肉類と同じく、かたさが約 $1,400\sim 3,400[N/m^2]$ で、L3に分類された。嚥下食4のかたさは魚のとろろ煮、約 $15,000[N/m^2]$ から魚の包み焼き、約 $40,000[N/m^2]$ の範囲内で、凝集性 $0.3\sim 0.4$ 、付着性は約 $180\sim 560[J/m^3]$ でL4に分類された。

5) 嚥下治療食における豆腐、野菜類のテクスチャー特性

嚥下食3の豆腐のハンバーグ、嚥下食4の金銀豆腐および豆腐のカニ煮のかたさは、約 $2,400\sim 9,990[N/m^2]$ で、凝集性 $0.5\sim 0.8$ 、付着性は約 $470\sim 990[J/m^3]$ でL3に分類された。また、嚥下食3の野菜煮、嚥下食4のほうれん草のお浸しおよびトマトとアスパラのサラダのかたさは、約 $1,800\sim 5,100[N/m^2]$ で、凝集性 $0.3\sim 0.8$ 、

付着性は約 $380\sim 750[J/m^3]$ でL3に分類された。

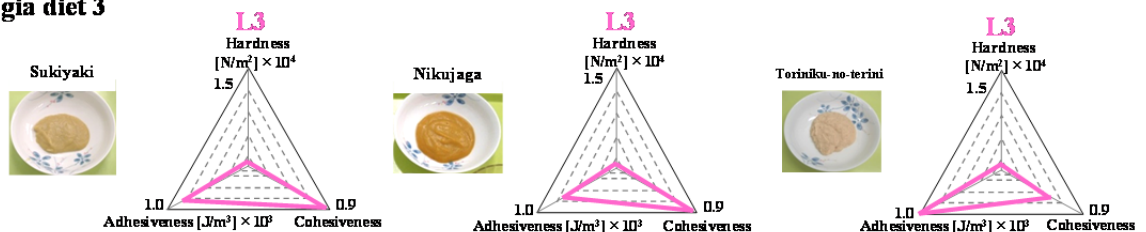
嚥下治療食のテクスチャー特性

嚥下食3および嚥下食4のかたさと凝集性の結果を Fig5. に示した。デザートやゼリー類などL0~L1に該当するものは、物性値のばらつきが少なく、肉類、魚類および野菜類のL3、L4へとレベルが上がるにつれて、物性値は広範囲になり、かたさと凝集性で負の相関がみられた ($r=-0.515$, $p<0.01$)。

病院の各嚥下治療食の測定値をテクスチャー特性に基づき、嚥下食ピラミッドのL0~L5の6段階に分類した結果、主食の全粥、七分粥はL3に分類された。嚥下食4(ソフト食) 献立の肉類および魚類はL4、副菜および汁物はL3、ゼリーおよび卵豆腐はL1、デザートはL0の範囲内とされ、L0~L4まで多様なテクスチャーを有する献立となった。嚥下食4は、食材の形を生かした形態であり、ゼラチンやでんぷん、卵白、油脂等を使用して、まとまった食塊が形成されやすく、スムーズな嚥下が誘発されやすい工夫がみられた。調理法も煮物、蒸し物、焼き物などバラエティに富み、幅広いテクスチャー値が可能となって、食事の楽しみが広がると考えられた。

嚥下食3(ペースト食)では、主食、副食およびデザートは、いずれもL3の範囲内で、嚥下食4と比較して単一のテクスチャーを有する献立であった。嚥下食3は、調理したものにだし汁などの水分と増粘剤を添加し、全てミキサーにかけてペースト状にするため、見た目が好ましくないが、単一のテクスチャー特性であるため、嚥下機能が低下している嚥下障害者には、食塊形成がされやすいと考えられた。しかし、付着性が物性範囲外の調理品もみられ、口腔や咽頭に残留しやすく、残留

Dysphagia diet 3



Dysphagia diet 4

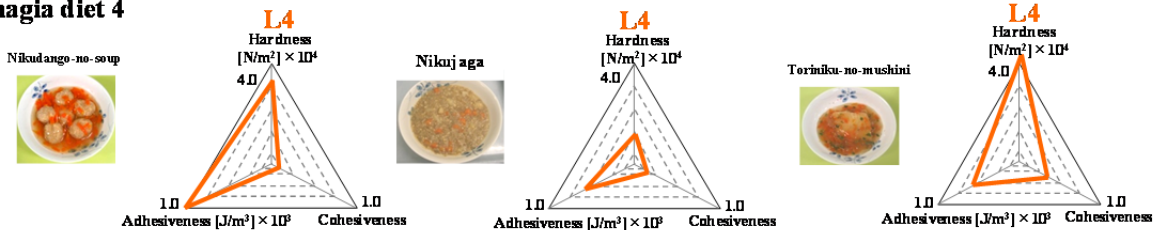


Fig 4. The textural properties of the dysphagia diet with beef and chicken

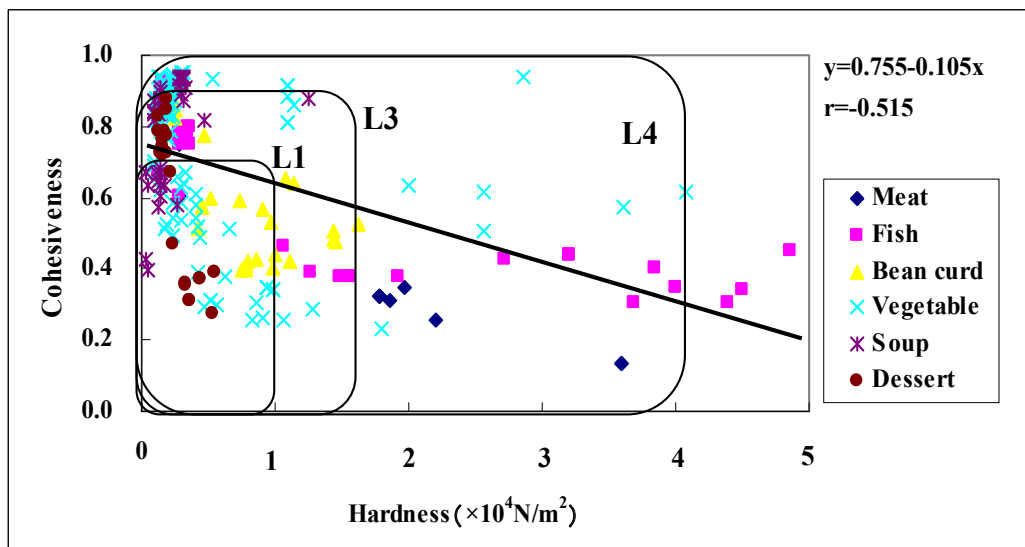


Fig 3. Relationship between hardness and cohesiveness of foods in the levels of dysphagia diet 1 to 4
Measuring condition: dysphagia diet 3 and dysphagia diet 4; plunger, 20mm ϕ ; filling stainless steel laboratory dish, 40mm ϕ ; clearance, 5mm; test speed, 5.0mm/sec. Correlation between the values of hardness and adhesiveness determined by Pearson's rank correlation coefficients. **: significant difference at $p < 0.01$.

物で誤嚥をきたす危険性もあるため、増粘剤の種類や量、食材の使用法および調理品の再検討の必要性が示唆された。

嚥下食3および嚥下食4の各物性値の相関関係について評価すると、水分補給や栄養補給としてのゼリー類、デザート類は、物性的にばらつきが少なく均一で、誤嚥の防止や咽頭残留物の除去の効果があると考えられた。主菜である肉類、魚類は、調理法によって物性値が異なり、水分含量が少なく乾燥しやすい焼き物は、蒸し物や煮物に比べ、かたさは硬く、L4の範囲を超える調理品もみられた。和え物やサラダ類などの副菜で多く使われる野菜類は、L1～L4まで広範囲にみられ、調理法別による差異はみられなかった。

豚肉ゲル様食品を嚥下食ピラミッドに分類した結果、加熱挽肉はL5の普通食で、1:0.5加圧・加熱豚肉ゲルはL4に、1:1加圧・加熱豚肉ゲルおよび豚肉ペーストはL3に分類された。しかし豚肉ペーストは、物性値、官能評価、嚥下造影検査から残留がみられ、飲み込みにくいテクスチャー特性を有しているため、L3に分類されるが、嚥下治療食に取り入れるためには、再検討する必要があると推察される。

一方、L4およびL3に分類された加圧・加熱豚肉ゲルは物性値、官能評価、嚥下造影検査からも良好な評価が得られ、臨床的な嚥下治療食へと展開することができ、個々の嚥下障害の程度によって選択することが可能であると示唆された。病院嚥下食における嚥下障害患者の

VF所見では、嚥下機能の検査や訓練により約3ヶ月間で嚥下状況の改善がみられ、上位の嚥下食レベルへのステップアップの可能性が認められ、豚肉ゲルと同様のレベルの嚥下治療食の有効性が示唆された。

病院における嚥下治療食および4種類の豚肉ゲル様食品のテクスチャー特性を嚥下食ピラミッドで評価し、嚥下障害患者のVF所見を参考に、治療食の有効性を評価した。嚥下食ピラミッドの各レベルに分類すると、病院嚥下食3（ペースト食）はピューレやペースト食に該当するL3（嚥下食Ⅲ）に、病院嚥下食4（ソフト食）はお茶や果汁を用いたゼリー食に該当するL0（開始食）から咀嚼機能の低下に対応した食事に該当するL4（移行食・介護食）まで多様なテクスチャー特性を有する献立であるという結果を得た。加圧・加熱豚肉ゲルでは、L4およびL3に分類され、嚥下治療食へと展開させることが可能となった。

以上のことから、4試料の中でも混合比1:1の加圧・加熱豚肉ゲルは、物性値、官能評価、嚥下造影検査の結果から、食塊の形成がされやすく、飲み込み易い性状であり、嚥下反射が惹起されやすく、嚥下食として適していることが明らかとなった。さらに、病院の嚥下治療食を用いた嚥下障害患者のVF所見から、豚肉ゲルと同様のレベルに分類された嚥下治療食の有効性が示唆されたことにより、加圧・加熱豚肉ゲルが、臨床的に嚥下治療食として取り入れることが可能であると示唆され、高圧力を使用した豚肉ゲルの嚥下障害者食への応用性が臨床

的に期待される。

近年、嚥下食の開発は活発に行われており、蒸し加熱によるソフトな和風豚肉製品が考案され⁴⁸、スチームコンベクションオープンを使用した加熱による豚肉調理加工法⁴⁹、非加熱食肉製品を素材とする易嚥下機能を有する食肉製品の開発⁵⁰、真空調理法⁵¹、凍結含浸法⁵²等、固形物でありながら咀嚼・嚥下が容易にできる食品の研究が行われている。このように調理の工夫や技術の開発により嚥下食の選択性や利用性がさらに拡がり、個々の嗜好や摂食能力に対応した嚥下食の提供が期待されると報告している。

本稿では、豚挽肉に加水し、高圧処理を行った加圧・加熱豚肉ゲルが、摂食・嚥下障害患者に適したテクスチャーを有し、嚥下治療食への展開が可能となることが明らかとなった。今後、食肉だけではなくタンパク質が豊富で栄養価が高い他の食材を用いて、嚥下食の更なる質的向上を期待し、摂食・嚥下障害者に対して適切な栄養管理の実施に貢献したい。

展 望

咀嚼時に生じる口腔からの感覚情報は、運動制御に利用されるだけではなく、中枢神経系での最終的な役割は食物の味や物性、運動感覚など摂食行動に伴う様々な感覚として、認知され、脳内から発信された情報の統合がすでに行われていることが報告されている⁵³。

また、カプシエートの嚥下反射に対する効果のある結果が報告され、ふりかけ入りゼリー、クッキーの試作が検討されている⁵⁴。さらに、ブラックペッパー（黒胡椒）による嚥下障害改善効果についての成果が臨床的に報告されている⁵⁵。一方、半夏厚朴湯投与による嚥下反射時間の短縮効果⁵⁶、半夏厚朴湯エキスをを用いた嚥下訓練により、嚥下運動の喉頭期にあたる嚥下反射を中枢性に改善し、経口摂取可能となった症例が報告されている⁵⁷。

今後、薬膳嚥下食への展開として、このような研究の進展も加えて、半夏、茯苓、厚朴、紫蘇、生姜等の漢方薬や辣椒、胡椒等の香辛料の添加で、嚥下反射が誘発し、嚥下の惹起により、嚥下作用が改善することを展望としたい。

文 献

- 1) 厚生統計協会編：「国民衛生の動向・厚生指標、臨時増刊」55, 9, 厚生統計協会（2008）
- 2) 厚生労働省編：「厚生労働白書，平成20年度」近年の社会経済の変化と家計の動向. p.46-47, (株)ぎょうせい

- (2008)
- 3) 金子芳洋, 向井美恵編：「摂食・嚥下障害の評価法と食事指導」摂食・嚥下のメカニズム. p.22-23, 医歯薬出版（2001）
- 4) 杉山みち子：高齢者のPEM改善のための栄養管理サービス. 臨床栄養, 94, 406-411（1999）
- 5) 杉山みち子, 森島たまき, 三橋扶佐子, 堤ちはる, 西村秋生, 小山秀夫, 松田朗：タンパク質・エネルギー低栄養状態（protein energy malnutrition, PEM）の栄養スクリーニング, 栄養アセスメントに関する研究. 国立健康・栄養研究所研究報告, 46, 43（1997）
- 6) 熊倉勇美：脳血管疾患—特徴的な障害と栄養ケア. 臨床栄養, 113, (3) 315-316, 医歯薬出版（2008）
- 7) 才藤栄一, 向井美恵監修：「摂食・嚥下リハビリテーション第2版」. 医歯薬出版（2007）
- 8) 才藤栄一, 千野直一：脳血管障害による嚥下障害のリハビリテーション. 総合リハビリテーション, 19 (6) 611-615（1991）
- 9) Finestone HM. et al. : Malnutrition in stroke patients on the rehabilitation service and at follow up: prevalence and predictors. Arch Phys Med Rehabil, 76, 310-316（1995）
- 10) 栢下淳子, 長江浩朗, 大和春江, 吉田郁子, 浜井和子, 木内和江, 栢下淳：質問表による低栄養状態のリスク判定に関する研究. 日本病態栄養学会誌, 9 (2) 191-197（2006）
- 11) 若林秀隆：栄養アセスメントによる摂食・嚥下リハビリテーションの予後予測. 栄養：評価と治療, 24 (6) 50-53（2007）
- 12) 東口高志, 伊藤彰博：NSTの今後—日本栄養療法推進協議会発足をふまえて. 臨床栄養, 106 (6) 700-704（2005）
- 13) 東口高志, 矢賀進二：「摂食・嚥下障害リハビリテーション」. 馬場尊, 才藤栄一編, 摂食・嚥下障害とNST. p.107-110, 新興医学出版社（2008）
- 14) 大越ひろ, 金娟廷, 川野亜紀, 高橋智子：食肉のおいしさにおよぼす高圧処理の影響—摂食過程における食塊旨み成分の分析—. 食に関する助成研究調査報告書, 19, 75-81（2006）
- 15) Yoshioka K, Yamada A. Textural properties and sensory evaluation of soft surimi gel treated by high pressurization. Trends in High Pressure Bioscience and Biotechnology 2002; 475-480.
- 16) Yoshioka K, Fukuchi N, Kimura J, Chisaka H and Hachisuka K.: High pres-surized gel products of fish minced meat are suitable for a dysphagia diet. Dysphagia Research Society Meeting, Montreal, Quebec, Canada, 2004. 10.16-18.
- 17) 吉岡慶子, 福地乃理子, 木村淳子, 千坂洋巴, 蜂須賀研二：超高压処理による魚肉すり身ゲルの嚥下食への利用. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌, 8 (2) 167

- (2005)
- 18) 木村淳子：超高压処理による魚肉タンパク質のゲル形成機構と嚥下食への利用。平成15年栄養科学研究科修士論文。
 - 19) 米田妙子：嚥下障害者の摂食における嚥下動態と治療食への展開に関する研究，平成18年栄養科学研究科修士論文。
 - 20) Takahashi T, Saitoh A, Kawano A, Asaga K, Wada K, Ogoshi H. Influence of tenderizing by sodium hydrogen carbonate soaking on the hardness and sensory evaluation of beef and pork. *Journal of home economics of Japan* 2002; 53: 347-354.
 - 21) Takahashi T, Kawano A, Iida F, Suzuki M, Wada K, Ogoshi H. Physical properties and human chewing movements of meat. *Journal of home economics of Japan* 2003; 54: 357-364.
 - 22) Takahashi T, Nakagawa Y, Michiwaki Y, Kawano A, Suzuki M, Wada K, Ogoshi H. Textural properties of meat and human chewing movement involved. *Journal of home economics of Japan* 2004; 55: 3-12.
 - 23) Hatae K. Relationship between occlusal condition of the elderly and preference for food texture. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 2005; 58: 157-160.
 - 24) Toda S, Hayakawa F, Kasai M, Hatae K. Easy-to-Eat Cooked Beef for the elderly. *Journal of home economics of Japan* 2008; 59: 881-890.
 - 25) Suzuki K and Tujita J. Processing of pork by pressurization Edited by Hayashi R. *Pressure-Processed Food San-Ei Publ* 1993; 123-129.
 - 26) Yoshioka K, Fukuchi N, Kimura J, Chisaka H and Hachisuka K. Fish meat protein gel formed by High pressure treatment and the utility of the meal for the dysphagia. *JJDR* 2004; 8: 167.
 - 27) Ai Tokifuji, RD, M NS, Yasuyuki Matsushima, MD, PhD, Kenji Hachisuka, MD, PhD, Keiko Yoshioka, PhD. Physical properties of pressurized and heat-treated meat gels and their suitability as dysphagia diet based on swallowing dynamics. *Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science*, 2012; 3; 18-25
 - 28) Saitoh E, Shibata S, Matsuo K, Baba M, Fujii W, Palmer JB. Chewing and Food Consistency: Effects on bolus Transport and Swallow Initiation. *Dysphagia*. 2007; 22: 100-107.
 - 29) Matsuo K, Saitoh E, Takeda S, Baba M, Fujii W, Onogi K, Okui M, Uematsu H, Palmer JB. Effect of gravity and chewing on bolus position at swallow onset. *JJDR* 2002; 6: 65-72.
 - 30) Takeda S, Saitoh E, Matuo K, Baba M, Fujii W, Palmer JB. Influence of Chewing on food transport and swallowing. *Jpn J Rehabil Med*. 2002; 39: 322-330.
 - 31) Ministry of Health, Labour and Welfare. Food with Health Claims, Food for Special Dietary Uses, and Nutrition Labeling. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/index.html>. (cited 2009)
 - 32) Tayama N. Dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis-The mechanism and management-. *Clin Neuro I* 1995; 35: 1557-1559.
 - 33) Terry H, Kathlyn A, Tanya L, Kathryn A, Joseph A and Jeffrey R. Dysphagia in inflammatory myopathy: Clinical Characteristics, treatment strategies, and outcome in 62 patients. *Mayo Clin Proc* 2007; 82:441-447.
 - 34) Kurihara K, Kita K, Hirayama K, Hara T. Dysphagia in multiple system atrophy-radiological and manometric study-. *Clin. Neurol* 1993; 33: 271-277.
 - 35) 三原千恵：脳血管疾患—脳血管疾患の病態と治療。臨床栄養，113 (3) 290-297，医歯薬出版 (2008)
 - 36) 石田瞭，向井美恵：嚥下障害の診断 Update 新しい検査法 II。段階的フードテスト。 *Journal of clinical rehabilitation*, 11 (9) 820-824 (2002)
 - 37) 山縣誉志江，栢下淳：段階的な嚥下食の物性に適した嚥下造影検査食の検討。 *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌*，12 (1) 31-39 (2008)
 - 38) 道脇幸博，横山美加，小澤素子，道健一，大越ひろ，高橋智子，広田恵実子，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誌*，3 (1) 34-39 (1999)
 - 39) 高橋智子，増田邦子，川野亜紀，藤井恵子，大越ひろ：摂食・嚥下機能が低下した高齢者の栄養状態の評価—嚥下機能を考慮した食事の有効性について—。 *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌*，10 (2) 161-168 (2006)
 - 40) 黒田留美子：摂食・嚥下障害者に適した「高齢者ソフト食」の開発。 *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌*，8 (1) 10-16 (2004)
 - 41) 小原仁，土肥守：摂食・嚥下障害を有する慢性期リハビリテーション患者におけるゼラチンを活用した嚥下障害食の栄養状態に対する効果。 *栄養学雑誌*，64 (4) 237-242 (2006)
 - 42) 笹田陽子，仲館綾子，工藤ルミ子，重田公子，鈴木和春，櫻村修生：特別養護老人ホーム入居者における咀嚼・嚥下困難者食の導入による栄養状態。 *日本食生活学会誌*，18 (4) 354-361 (2008)
 - 43) 坂井真奈美，江頭文江，金谷節子，栢下淳：臨床的効果のある段階的嚥下食に関する食品物性比較。 *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌*，10 (3) 239-248 (2006)
 - 44) 坂井真奈美，江頭文江，金谷節子，栢下淳：嚥下食の段階的な物性評価について。 *日本病態栄養学会誌*，10 (3) 269-279 (2007)
 - 45) 江頭文江，栢下淳編：「嚥下食ピラミッドによる嚥下食レ

- シピ125]. p.25-32, 医歯薬出版 (2007)
- 46) 坂田亮一: 高齢者向けの食品の開発動向: ソフトソーセージの開発事例. 食品と技術, 448, 17-21 (2008)
- 47) 江頭文江, 栢下淳編: 「嚥下食ピラミッドによる嚥下食レシピ125]. p.25-32, 医歯薬出版 (2007)
- 48) 栄養調理関係法令研究会編: 「栄養調理六法」. 平成20年版, 高齢者用食品の表示許可の取扱いについて. p.634-636, 新日本法規出版 (2007)
- 49) 田名部尚子, 中村豊郎: 豚肉調理加工品ソフトソーセージの開発. 日本畜産学会報, 76 (4) 415-422 (2005)
- 50) 島根正則, 土岐真治, 小川真理子, 井出弘, 山田良司: 嚥下食としての非加熱食肉製品の利用. 食肉の科学, 41 (1) 110-114 (2000)
- 51) 石田佳恵子, 藤井慎二, 春田英二, 定仲範和: 飽和蒸気調理機活用による嚥下食の研究. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌, 11 (3) 298 (2007)
- 52) 中津沙弥香, 石原理子, 柴田賢哉, 坂本宏司, 横山輝代子, 前西政恵, 土井千代美: 凍結含浸法により作製した咀嚼・嚥下困難者用食品の摂食試験. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌, 11 (3) 309 (2007)
- 53) 山村健介: 第19回病態生理学会、ミニシンポジウム「歯科口腔生理と病態生理」 p.68-70 (2010)
- 54) 海老原孝枝: 機能性食品カプシエイトふりかけによる高齢者誤嚥性肺炎予防法の開発研究, 科学研究費研究実施状況報告書2011年
- 55) Ebihara T, et al.: A randomized trial of olfactory stimulation using black pepper oil in older people with swallowing dysfunction. 2006; J Am Geriatr Soc, 54: 1401-1406
- 56) 武元良整, 森進一郎, 中村浩一郎他: 半夏厚朴湯投与による嚥下反射時間の短縮, 鹿児島市第49巻, 第12号, 36-38 (2010)
- 57) 長崎直美, 熊谷由紀絵, 関口由紀他: 半夏厚朴湯エキスと嚥下訓練の併用にて経口摂取が可能となった症例, 日本東洋医学雑誌, 55, 195 (2004)