

## 咀嚼・嚥下障害に関する研究

齋藤真由\*

Mayu Saito

### はじめに

高齢化が進行する中、加齢によって「口から食事をとる」ことがうまくできず、苦しんでいる高齢者が増加しつつあり、高齢者の食事に対する生活の質(QOL)の向上が重要視されている。また、加齢だけでなく脳血管障害、口腔・咽頭領域の悪性腫瘍術後などの中途障害による咀嚼・嚥下障害患者も増加しているが、これによって「食べる」楽しみが奪われ、食事が単に栄養素の充足だけとなってしまっただけでは、咀嚼・嚥下障害患者のQOL低下は避けられない。

咀嚼・嚥下障害患者に対しては、経口摂取による誤嚥性肺炎などの危険を伴うため、食品の選択には十分な配慮が必要である。咀嚼・嚥下障害に適した食物の要因には障害側の因子と食品側の因子が複雑に絡み合っているが、現状ではこれら両面からの因子の関連性が完全には解明されていない、あるいは一般化していないなどの理由から、多くの場合、食事の決定は医療スタッフの臨床経験や患者の嗜好に基づいて対応しているのが実情である。

そこで著者らは臨床経験に基づくこれらの個別の基準を客観化し、科学的な基準とすることを目的に、咀嚼障害の程度を客観的に評価する方法や物性の異なる食品における誤嚥のリスク変化について検討し、障害と関連する食品の要因の明確化と分析を行ってきた。

今回は、著者らが行ってきた研究のうち、個人の咀嚼能率を客観的に評価しうる検査食の開発と、食品物性の相違による誤嚥のリスク変化について概説する。また、実際の臨床例に基づく個々の患者に適した食品物性の考え方について述べたいと思う。

### 咀嚼・嚥下運動とは

咀嚼・嚥下運動とは、食べ物を口から食べる運動である。すなわち、咀嚼とは口腔内の歯、舌、頬粘膜などの器官によって食べ物をかみ砕き、唾液と混和して飲み込める状態である「食塊」をつくる運動であり、嚥下とは咀嚼によって作られた食塊を胃まで運ぶ運動で、咀嚼から嚥下は一連の流れになっている。

一般的に、先行期(認知期:目で見て食べ物と認識する)、口腔準備期(咀嚼期:手にとって口腔内に入れ、かみ砕きながら唾液と混ぜて食塊を形成する)、口腔期(食塊を口

腔内から咽頭腔へ移送する)、咽頭期(食塊を咽頭から食道へ移送する)、食道期(食道の蠕動運動により食塊が胃まで運ばれる)の5期で説明されることが多く、嚥下時の約数秒間、嚥下運動関連器官では15以上の運動がリズムカルにかつ協調して行われている。

### 咀嚼・嚥下障害とは

咀嚼・嚥下障害とは「食べる」ために働く器官の運動が1つでも正常に行われないことで引き起こされ、重篤な場合は誤嚥や窒息、誤嚥性肺炎などを惹起する障害である。誤嚥(気管内侵入)とは食塊が胃ではなく肺に入ってしまうことをいい、喉頭侵入とは食塊が肺まで到達しないまでも、喉頭へ入ってしまう誤嚥の一步手前の状態をいう。健常人であれば、誤嚥に対する防御反応が数段階にわたって備わっているために簡単には誤嚥しないが、加齢や疾病によってそれらの防御反応機能が低下することで誤嚥が引き起こされる。なお、誤嚥性肺炎とは、誤嚥した飲食物や唾液などが原因で引き起こされる肺炎で、近年では、要介護高齢者における死因の上位の疾患であることが指摘されている。

これらの障害を引き起こす原因は大きく2つに分けられる。1つは器質的原因として、歯の喪失や頭頸部腫瘍の術後などで口腔、咽頭領域の構造変化によるものである。もう1つは機能的な原因として、脳血管疾患の後遺症などによる神経-筋系の障害(咀嚼筋力の低下や舌の巧緻性低下、嚥下反射の消失など)によるものである。

つまり、咀嚼障害とはこれらの原因によって食塊がうまく形成されないことであり、嚥下障害とは形成された食塊をうまく胃まで運ぶことができない障害である。

### 咀嚼運動の客観的評価法

これまで咀嚼能率の客観的な評価法として、ピーナツによる粉砕度<sup>1)</sup>のほか、グミゼリー<sup>2-4)</sup>、ガム<sup>5)</sup>などを基材として使用し、咀嚼により溶出してくるグルコース量、色素量の測定から評価を行う方法など様々な試みが行われてきた。その中で、評価法としては高齢者や咀嚼障害者においては咀嚼が容易なグミゼリーが適していると考えられるが、グミゼリーの基材であるゼラチンは、融解温度が口腔内温度より低いため、咀嚼に要する時間が長くかかるような高齢者や咀嚼障害者に対しては正確に測定できない可能性がある。そこで著者らは、咀嚼しやすく、かつ融解温度が口腔内温度以上であり、硬さの調節が容易であるなどの条件を

\* 昭和大学歯学部口腔リハビリテーション科  
(Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Showa University)

兼ね備えた基材として寒天を使用し、高齢者や咀嚼障害者にも適用しうるグルコース定量法を利用したグルコース含有寒天サンプル（以下、寒天サンプル）による咀嚼能率検査食を開発した。なおグルコース定量法とは、咀嚼の進行によるサンプルの破壊によってサンプル内から溶出してくるグルコース量を測定して、咀嚼能率を客観的に評価するというものがある。

## 1. 寒天サンプルによる咀嚼能率検査法の開発<sup>6)</sup>

### (1) 方法

#### ① 試料調整ならびに物性測定

寒天濃度は2種類の異なる物性として1%と3%に調整し、含有グルコース濃度は寒天溶液重量の10%とした。サンプルの大きさは咀嚼しやすい大きさとして2センチの立方体とし、物性測定はクリープメーター（レオナーRE-3305(株)山電）を用い、最大荷重と凝集性を測定した。

#### ② 溶出グルコース量の測定

実際の測定は、寒天サンプルを口腔内に入れて咀嚼させた後にコップに吐き出させ、100 mlの水で洗口させて口腔内のサンプル片を全て回収し、10回攪拌後に直ちに電極式簡易血糖測定器で測定することとした。

なお寒天サンプルの適正咀嚼時間については、若年者を対象とした予備実験において咀嚼後の溶出グルコース量、嚥下までの咀嚼時間、溶出グルコース量の再現性を検討して決定した。

#### ③ 咬合接触面積と咬合力の測定

咬合接触面積（上下の歯をかみ合わせたときに接する面積）と咬合力（上下の歯をかみしめたときの力）は対象者を眼耳平面と床が平行になるように座らせ、頭部を動かさないように注意しながら感圧シート（デンタルプレスケール<sup>®</sup>）を口腔内に挿入して咬ませた。感圧シートは専用評価装置（オクルーザー FPD 707<sup>®</sup>）によって解析した。

### (2) 結果および考察

各サンプルの物性は、最大荷重は1%寒天サンプルで平均996 kgf、3%寒天サンプルで平均3,000 kgfであり、凝集性はどちらも0であった。

測定時の適正咀嚼時間は1%寒天サンプルでは10秒、3%寒天サンプルでは15秒と決定した。

さらに、本法により測定したグルコース溶出量を利用して対象健常高齢者を低溶出群、中溶出群、高溶出群と3グループに分類したところ、グルコース溶出量の多いグループほど口腔内の残存歯が多く、咬合接触面積、咬合力も高い結果であった。

この結果が得られた理由の一つとして、寒天サンプルの物性と感圧シートによる測定原理が関与しているものと考えられた。中川ら<sup>7)</sup>は、筋電図より破碎運動と磨砕（臼磨）運動の2面から食品をグループ化しているが、凝集性が小さく硬くてもろい食品は咀嚼初期に主に磨砕運動よりも破碎運動の筋活動を必要とし、咀嚼の進行に伴う筋活動量の

変化が大きいとしている。つまり、凝集性の小さい寒天サンプルもこのグループに属し、寒天サンプルの咀嚼運動時には下顎の側方変位を伴う臼磨運動よりも、下顎の上下運動による破碎運動の筋活動が要求される。また、デンタルプレスケールによる咬合接触面積、咬合力測定時には、下顎はほとんど側方偏位せず、下顎の上下運動によってシートを噛みしめて閉口筋全体の筋力を測定する。従って、寒天サンプルの破碎も感圧シートによる測定も共に下顎の上下運動が主体となる運動によるものである。そのため、寒天サンプルでのグルコース溶出量は、デンタルプレスケールによって得られた測定結果とよく一致し、圧縮面にあたる咬合接触面積、圧縮力にあたる咬合力が大きいほどサンプルの破碎が進行し、グルコース溶出量も増加したものと考えられた。

また、栗本は<sup>8)</sup>ピーナッツ、蒲鉾、高野豆腐を用い、篩分法にて咀嚼効率を測定して咬合面形態、咬合力との関係を検討した結果、いずれの食品でも咀嚼効率と上下臼歯部における咬合接触面積との間に正の相関が認められ、蒲鉾については咀嚼効率と下顎第一大臼歯における最大咬合力の間で正の相関が認められたと報告している。今回の結果でも、グルコース溶出量が高い群ほど咬合接触面積と咬合力の平均値が高かったことから、咀嚼効率の測定法として最も妥当な方法と考えられている篩分法による測定と同様な結果が得られるものと推察され、本方法も咀嚼能率の検査法として有用であると思われた。

## 2. 本検査法による臨床応用

本方法は、簡易型血糖値測定器と寒天サンプルがあれば計測者や計測場所を規定せず簡便に個人の咀嚼能率が測定可能である。

また、本方法を使用することで健常高齢者の咀嚼能率判定だけでなく、義歯の調整前後など、歯科治療効果判定や咀嚼障害の判定、口腔機能訓練の訓練効果における客観的評価が従来法と比較してより容易に行えるものと考えられた。

しかし咀嚼運動は食品物性に依りて変化することが知られている<sup>9)</sup>ため、現在は寒天と異なる基材を使用した咀嚼能率検査食の開発に取り組んでいる。

### 食品物性の相違による誤嚥のリスク変化

道脇らは、寒天を基材として使用し、段階的に硬さを変えた嚥下造影検査用検査食を開発し<sup>10)</sup>、硬さの相違によって誤嚥のリスクが変わることを報告<sup>11)</sup>している。そこでこの結果をふまえ、日本人の主食であり食事時に最も提供されることの多い米飯に着目し、咀嚼・嚥下障害患者に適した米飯の条件を明らかにする目的で、物性と形状の異なる4種類の米飯による誤嚥のリスク変化を嚥下造影検査を使用して検討した。

嚥下造影検査（video fluorographic examination：VF

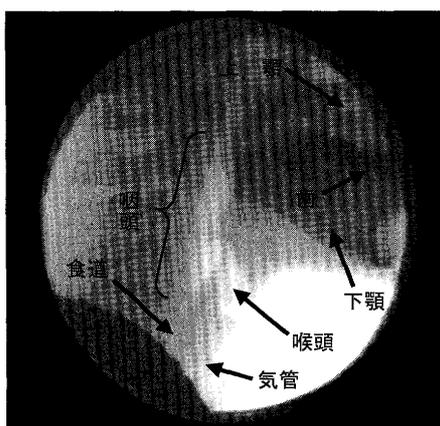


図1. レントゲン写真でみたヒトの側面像

検査)とは、患者側面からX線を照射し、造影剤を混和した食べ物を実際に食べてもらい、その食物動態と嚥下関連器官の動きをレントゲン透視画像で観察する方法である。図に、レントゲン写真でみたヒトの側面像を示す(図1)。咽頭部付近では腹側が気管で空気の通り道となって肺へつながり、背側が食道で食塊の通り道となって胃へとつながっている。食道入口部は通常、食塊が通るとき以外は閉じていて、食塊が到達すると嚥下反射によって食道入口部が開大(輪状咽頭筋が弛緩)して食塊が入り、蠕動運動によって胃へ移送されるしくみになっている。

### 1. 米飯の形状と物性の相違による誤嚥のリスク変化<sup>12)</sup>

#### (1) 方法

対象は、脳血管障害により嚥下障害が疑われた咀嚼・嚥下障害患者36名である。嚥下造影検査に使用した米飯は、加水量を5.0倍(全粥)、2.5倍(軟飯)、1.5倍(常飯)と変え、さらに5.0倍加水のものをミキサーにかけた4種類を作製し、造影剤を加えて米飯検査食とした。検査時には米飯検査食の対照検査食として、最も誤嚥の危険性が高いとされ<sup>11)</sup>、七分粥ミキサー程度の硬さである寒天検査食1(以下、イオアガー1)も同時に利用した。実際には、検査食をティースプーン1杯程度の量を口に入れ「食べて下さい」と指示して食べてもらった。また、検査の順番は患者の誤嚥の危険性を診断するため、まずイオアガー1を食べてもらい、その後全粥ミキサー、全粥、軟飯、常飯とした。

#### (2) 結果および考察

イオアガー1では約4割の患者で誤嚥、喉頭侵入が認められた。米飯検査食では全粥ミキサー、全粥、軟飯、常飯のうち、全粥ミキサーだけ喉頭侵入が認められ、他の米飯検査食と比較して誤嚥のリスクが高い結果であった(図2)。

イオアガー1は液体であることから全症例で丸のみされていた。イオアガー1で誤嚥が多く認められたのは、流動性の高い検査食ほど咽頭へ流れ落ちるスピードが速いた

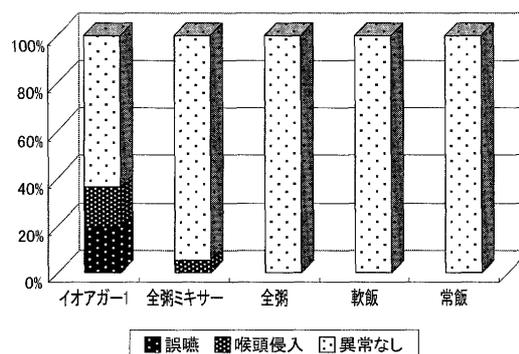


図2. 誤嚥、喉頭侵入の頻度の比較

イオアガー1では全症例、全粥ミキサーでは7症例のみ咀嚼運動無しで嚥下し、誤嚥、喉頭侵入が認められた症例があった。しかし、全粥、軟飯、常飯では全症例で咀嚼運動が認められ、誤嚥、喉頭侵入は認められなかった

め、嚥下反射が起こる前に咽頭へ流れ込んでしまったなどによると考えられる。しかし同様に液状である全粥ミキサーでは、丸のみした被験者は7例と少数で、多くは咀嚼様運動で口腔内に保持され、その後嚥下していた。これは、付着性がないイオアガー1に対して、全粥ミキサーでは米飯デンプンによる付着性のために粘性は高く、流動性は低いため、嚥下しやすい食塊に変えるように咀嚼様運動が起こったためと考えられる。

全粥、軟飯、常飯では全症例で咀嚼運動がみられたことから、口腔内に一定時間保持され、嚥下に適した適度な物性が与えられた後に嚥下されていると考えられ、このことが誤嚥のリスク軽減に効果があったものと思われる。

### 2. 咀嚼・嚥下障害者に対する米飯の適応

本研究では、まず嚥下障害の検出感度の高い対照検査食イオアガー1によって嚥下造影検査を行い、禁食が適切であると診断されるような重症の症例は除外した。そのため本研究の被験者は、経口摂取単独または代替栄養と経口摂取が併用できる軽症から中等のレベルの咀嚼・嚥下障害患者である。そのような患者に対し、まず主食として提供されるのは全粥ミキサーが多い。全粥ミキサーは、咀嚼などの口腔機能低下がある患者に対して、それらの機能低下を補う目的から選択されることが多く、消化・吸収の面から胃腸の負担を軽減する効果もある<sup>13,14)</sup>。

しかし、米飯検査食の中で比較すると、唯一、喉頭侵入を認める症例があったことから安全性が高いとは言いがたい。特に、嚥下反射の遅延が認められる患者に対しては注意が必要である。また米飯に対する官能検査の結果、全粥ミキサーに対する評価はきわめて低い<sup>15)</sup>ため、「安全性」だけでなく「おいしさ」の観点からも再考の余地がある。

なお本研究の結果では、全粥ミキサーと全粥、軟飯、常飯での誤嚥のリスクに差はなかった。また全粥ミキサー以外の米飯はおいしさの観点でも評価が高い。そのため、経口摂取が可能な嚥下障害患者に対しては、全粥や軟飯の適

応が見直されるべきではないかと思われた。

### 臨床症例に対する食品物性の考え方

一言で咀嚼・嚥下障害といっても、舌の巧緻性低下、嚥下反射の遅延、食道入口部の開大不良などその障害にはいろいろなタイプがある。しかもそれがいくつも重複していることがほとんどであり、その障害に対して適している食品物性も異なってくる。実際の臨床の場面でも、これまでの研究結果を目安に食品選択を行うことで安全で食べやすい食事の提供がなされているが、患者によっては研究結果と安全性や食べやすさが合致しないことがある。これは、咀嚼・嚥下障害患者の病態が個人によって微妙に異なるためである。従って、常に患者の障害部位や程度によって適正な物性が異なるということをふまえ、個別対応しなければならない。

一般に「お茶でむせる場合はとろみをつけましょう」と言われる。このことは、多くの嚥下障害患者に対して安全性が得られる、すなわち誤嚥しにくい方法ではあるものの、全ての患者に対応する手段ではない。その一例として以下、咀嚼・嚥下障害と診断された患者の症例を示す。症例1は脳血管障害による咀嚼・嚥下障害を惹起したもので、症例2は悪性腫瘍の治療のために咀嚼・嚥下障害を惹起した患者である。

#### 1. 症例1

対象：73歳 男性

診断名：脳梗塞による咀嚼・嚥下障害

嚥下造影検査による所見：食塊形成不全，食塊移送不全，嚥下反射遅延，喉頭挙上不全

七分粥ミキサー程度の硬さの検査食では、口の中に入った検査食が嚥下反射の起きる前に咽頭に流れ込んでしまい、肺に入って誤嚥している（図3）。しかし、絹ごし豆腐



図3. 症例1 検査食の硬さ：七分粥ミキサー程度  
流動性がある分、口腔内に入ったと同時に検査食が直接咽頭へ流れ込み、食道が開く前に肺へ流れ込んで誤嚥した



図4. 症例1 検査食の硬さ：絹ごし豆腐程度  
ある程度の硬さがある分、口腔内から咽頭への直接流入が無く、嚥下反射の遅れがカバーされて誤嚥は認められなかった

腐程度の硬さがある検査食であれば口の中に一旦置くことができたために嚥下反射の遅れがカバーされ、誤嚥は認められなかった（図4）。

#### 2. 症例2

対象：73歳 男性

診断名：舌・咽頭悪性腫瘍による咀嚼・嚥下障害

嚥下造影検査による所見：食塊形成不全，食塊移送不可，喉頭挙上不全（頸部手術後の瘢痕による）

舌の悪性腫瘍により舌のほとんどを切除する手術を受けたため、食塊形成ができず、さらに舌で口腔内のものを咽頭へ送り込めない状態である。この患者に対しては、水分に粘性を付与してしまうと、咽頭の方に送り込みができずに飲むことができないと推測されたため、流動性の高いものを直接咽頭へ少量ずつ送り込むようにして嚥下させたところ嚥下可能となり、誤嚥は認められなかった（図5）。

上記2症例から示されるように、重要なことは様々な検査や日常生活の観察などからその患者が最も重度な障害である部位を見極め、それに対応して安全性が得られそうな物性を見極めて食事内容の決定や家族へのアドバイスをすることである。したがって、咀嚼・嚥下障害と診断されても、症例2のように流れの速いものの方が嚥下可能であるという患者に対しては、水分を多く含ませた様な調理法や、ある程度流動性を持たせた飲食物をアドバイスすることもある。

一般に「歯が無い」「咬めない」「食べ物が口の中に残る」などの状態に対して、ミキサー食やきざみ食が提供されることが多い。これは、歯の喪失による咀嚼困難や口腔機能低下を補うため、調理形態を工夫することで口に入る前から少しでも食塊に近い状態にするという配慮からきているものである。しかし、脳機能低下により口に入れたものを丸呑みしてしまう傾向があつて危険であつたり、悪性腫瘍術後で歯や下顎骨切除による咀嚼不可症例などの例外を除

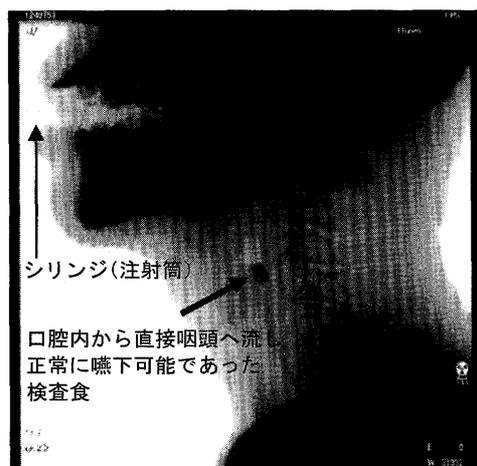


図5. 症例2 検査食：低粘度バリウム  
検査食をシリンジで少量ずつ口腔内から直接咽頭へ流し込むことで舌での送り込み運動を代償し、嚥下可能になった

き、ミキサー食やきざみ食にすると咀嚼運動が減少する分、口に入れた食べ物の口腔内停滞時間が減少する。このため、これらの食事形態では口腔内に入ってから咽頭へ送り込むまでの展開が早くなったり、口腔内に拡散した食べ物が一塊にできずに少しずつ咽頭へ落ちてしまうなどの理由でかえって誤嚥のリスクが上がる可能性もある。したがって食べられないのでミキサーにかける、きざむといったような調理法の画一化は見直さなければならない。

### おわりに

これまで著者らが行い、明らかにされてきた研究結果とこれから解明すべき研究課題を述べてきた。これらの研究の最終的な目的は、咀嚼・嚥下障害における障害側の因子と食品側の因子の関連性を見つけた上で安全に食べる方法を解明し、その結果を患者にどう生かしていくかということである。そのために著者らはさらに研究を進め、患者の病態から簡便に食品・調理法の選択が可能になるような方法を追究している。そしてこれにより、患者の食事における安全性を確保しつつ日常生活における調理担当者の精神的、肉体的負担も軽減させ、食事が日常生活の一つであると同時に楽しみの一つであることを取り戻せればと考えて

いる。

### 文 献

- 1) Manly RS, Braley LC (1950), Masticatory performance and efficiency, *J Dent Res*, **29**, 448-462
- 2) 山本 誠 (1993), 全部床義歯の咀嚼能率 咀嚼筋活動および下顎運動による咀嚼機能評価, *阪大歯学誌*, **38**, 303-331
- 3) 田中 彰, 志賀 博, 小林義典 (1994), グミゼリー咀嚼時のグルコース溶出量の分析による運動機能および咀嚼筋活動の定量的評価, *補綴誌*, **38**, 1281-1294
- 4) 北岡直樹, 林田有貴子, 渡邊 恵, 永尾 寛, 池田弘一, 羽田 勝, 市川哲雄 (2004), 着色ゼリーによる簡便な咀嚼機能評価法の考案, *補綴誌*, **48**, 555-562
- 5) 平野 圭, 高橋保樹, 平野滋三, 早川 巖, 関 哲也 (2002), 新しい発色法を用いた色変わりチューインガムによる咀嚼能力の測定に関する研究, *補綴誌*, **46**, 103-109
- 6) 齋藤真由, 道脇幸博, 齋藤浩人, 戸田貞子, 畑江敬子, 高橋浩二 (2009), 寒天を基材とした咀嚼能率検査食の開発, *口科誌*, **58**, 43-49
- 7) 中川弥子, 畑江敬子, 又井直也, 島田淳子 (1991), 咀嚼性に基づくテクスチャー特性による食品の特徴づけ, *家政誌*, **42**, 843-848
- 8) 栗本清勝 (1978), 咀嚼能率に関する因子の研究—咬合面形態・咬合力との関係—, *補綴誌*, **22**, 166-183
- 9) 桑原隆男, 高島史男, 宮内修平, 丸山剛郎 (1987), 各種食品が咀嚼運動に及ぼす影響に関する臨床的研究, *補綴誌*, **31**, 661-674
- 10) 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 (1999), 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・嚥下リハ学会誌*, **3**, 34-39
- 11) 道脇幸博, 横山美加, 衣松令恵, 道 健一, 稲川利光, 埋橋祐二, 小島正明 (2000), 検査食の硬さと誤嚥の危険性, *口科誌*, **49**, 7-10
- 12) 齋藤真由, 道脇幸博, 齋藤浩人, 山下夕香里, 小澤素子, 南雲正男 (2006), 米飯物性が誤嚥のリスクに与える影響, *口科誌*, **53**, 162-166
- 13) 澤純子, 西村薫, (1991), 病院給食における一般食(常食・軟食・流動食)の実際, 「演習・実習 臨床栄養学 栄養学各論」, 澤純子編著, 医歯薬出版, 東京, pp 146-155
- 14) 山口和子, (1998), 軟食, 「臨床栄養学 食事療法の実際」, 山口和子著, 医歯薬出版, 東京, pp 31-34
- 15) 齋藤真由, 道脇幸博, 齋藤浩人, 山下夕香里, 南雲正男 (2005), 摂食・嚥下障害者への提供を目的とした米飯に関する基礎的検討, *口科誌*, **54**, 274-282.