

博士論文

健常高齢者に対する  
嚥下反射機能低下予防方法に関する研究  
Methods of preventing functional decline in swallowing response  
in healthy elderly individuals

秦 さと子

2016年3月

大分県立看護科学大学大学院

# 目次

序章	1
----	---

引用文献  
図

## 第1章 加齢による嚥下反射機能の生理的変化と看護介入に関する文献検討

1. はじめに	7
2. 用語の説明	7
3. 嚥下運動の種類とその特徴	7
4. 咽頭期嚥下反射惹起の動態	9
5. 咽喉頭知覚感受機能における加齢の影響	9
6. 咽喉頭粘膜における感覚入力メカニズム	10
7. 感覚入力の感受性を高める方法	11
8. 加齢による嚥下反射機能低下に対する看護介入の現状	12
9. 結語	13

引用文献  
表

## 第2章 健常高齢者の嚥下反射と自覚症状の実態

1. はじめに	17
2. 用語の定義	17
3. 研究方法	17
3.1 対象	
3.2 調査期間	
3.3 調査の手順	
3.3.1 嚥下機能に対する自覚症状	
3.3.2 嚥下反射機能の評価	
4. 分析方法	19
5. 倫理的配慮	19
6. 結果	19
6.1 対象者の属性	
6.2 嚥下に対する自覚症状	
6.3 嚥下反射潜時	
7. 考察	20
7.1 高齢者の嚥下機能に対する自覚症状	

7.2 高齢者の嚥下反射機能の実態	
8. 研究の限界と課題	22
9. 結語	22
引用文献	
表・図	

### 第3章 トウガラシ添加食品摂取による嚥下機能への効果

1. はじめに	28
2. 用語の定義	29
3. 研究方法	29
3.1 摂取物の選定	
3.1.1 白菜の浅漬け作成方法及び摂取方法	
3.2 トウガラシ添加食品の摂取効果	
3.2.1 研究対象	
3.2.2 嚥下反射機能評価：簡易嚥下反射誘発テスト	
3.2.3 測定と介入の時期	
3.2.4 主観的評価	
4. 分析方法	32
5. 倫理的配慮	32
6. 結果	32
6.1 対象者の属性	
6.2 LSRの分布	
6.3 介入前の嚥下機能	
6.4 介入前とトウガラシ添加食品摂取後および未摂取期間（7日）後の嚥下反射機能の比較	
6.4.1 高齢者群	
6.4.2 若年者群	
6.5 トウガラシ添加食品の辛さの感想	
7. 考察	35
7.1 介入前の嚥下反射機能	
7.2 摂取効果	
7.3 摂取期間	
7.4 持続期間	
7.5 白菜浅漬けを用いるメリット	
8. 研究の限界および課題	37
9. 結語	37
引用文献	
図・表	

## 第 4 章 総括

1. 各章の総括 . . . . . 45
2. 今後の課題 . . . . . 46

要旨 . . . . . 47

Abstract

発表論文一覧 . . . . . 49

謝辞 . . . . . 50

序章

わが国は、2014年に高齢化率25%を上回る超高齢社会を迎え平均寿命は、男性では80.50歳、女性では86.83歳の長寿が可能となった（厚生労働省2014）。しかし、長寿をめざす本来の目的は、介護の必要がなく健康的に生活ができるという健康寿命の延伸にある。健康寿命は男性71.19歳、女性74.21歳で平均寿命よりもおよそ10年短い（厚生労働省2013）。今後も高齢者人口がさらに増大することが見込まれており、それに伴い高齢患者の増大も推察される。そのため近年の医療の場は、病院から在宅へ移行することを推進している。しかし、これも少子化により老々介護人口を増大させることは目に見えており、高齢者は自ら病気になりにくい健康な身体を維持していくことが求められている。

このような中、健康の基盤となるのは、安全で豊かに食事ができることと考える。そのため、食べる機能の維持は高齢者にとって非常に重要である。しかし、多くの高齢者は、嚥下機能が低下していることにより誤嚥をきたし、肺炎を発症しやすい状況にある。

平成23年患者調査によると、肺炎による総患者数は約79,000人おり、このうち65歳以上は約49,000人で62.0%を占める（e-stat2012）。また、脳血管疾患（脳卒中）発症後30か月以内で22%に肺炎を合併するという報告（Langhorne P et al 2000）から、肺炎と同年の脳血管疾患の患者数を調べると、総患者数は約1,235,000人、そのうち65歳以上の高齢は約1,020,000人で82.6%を占めていた（e-stat2012）。脳血管疾患に罹患する患者の多くが高齢者であることから、その後肺炎を併発するのも高齢者である可能性が高く、高齢者が肺炎にかかりやすい実態を示唆するものである。さらに、平成25年の性・年齢別にみた死因順位を基に各死因の死亡総数（e-stat2015）に対する65歳以上の割合を算出すると、死亡順位1位の悪性新生物は83.7%、2位の心疾患は91.0%、3位の肺炎は96.9%、4位の脳血管疾患は90.8%であった。上位を占める死因の中で高齢者の占める割合は肺炎が最も高い。各疾患に対する高齢者の罹患率の違いはあるものの、高齢者にとって肺炎に罹患することは生命を脅かす危険な疾患であることは明らかである。そのため高齢者が肺炎に罹患しない実効ある対策が喫緊の課題である。

高齢者の肺炎を誘発する重大な原因の一つは誤嚥である。1年間20施設の病院で行った前向き調査では、全肺炎入院症例の約7割が誤嚥性肺炎であり、8割以上が70歳以上の高齢者で、年代が上がるほど誤嚥性肺炎の比率が高まる（Teramoto et al 2008）という報告がある。また、市中肺炎で入院した高齢者の71%に夜間睡眠中の誤嚥がある（Kikuchi et al 2000）とされている。つまり、高齢者が罹患する肺炎の約7割は誤嚥に起因する。

誤嚥とは、唾液や食物、胃液などが誤って気管に入ってしまうことをいう。原因は、嚥下機能障害である。実際に多くの高齢者に嚥下機能障害がある。例えば、宮崎県の特別養護老人ホームに住む虚弱高齢者（要介護度が2よりも低いもの64名、82.6±7.0歳）のうち26.6%に摂食・嚥下機能の低下の所見があった（森崎 他 2013）。また、福岡県内の6つの介護老人保健施設に入所している高齢者150人に行った調査では、平均年齢85.2±7.3歳の高齢者の28.7%に摂食・嚥下機能低下のリスクが

あった（森崎・三浦 2010）。さらに、全国の介護老人保健施設の内 841 施設に対して行った調査では、平均年齢  $84.5 \pm 8.35$  歳の高齢者 43,234 人のうち 29.5% に嚥下障害を認めている（山脇 2009）。以上の 3 つの先行研究に関して、1 つは特別養護老人ホーム在住の高齢者を対象としているものの、対象者の要介護度を 2 以下とし、比較的 ADL の自立度の高い人を対象としていることから嚥下機能が低下している者の割合は他よりも若干低くなった可能性がある。また、各調査では、嚥下機能の評価範囲に摂食機能を含んでいるものや嚥下機能について低下や障害と表現されているものと一致していない部分があるが、嚥下機能に何らかの異常がある状態（機能低下）は共通していることから、施設に入所している要介護高齢者の約 30% に嚥下機能低下の可能性があると見える。

在宅要支援・要介護高齢者（通所介護施設を利用している在宅要支援および要介護高齢者 191 名,  $80.9 \pm 7.8$  歳）では 41.9%（森崎 他 2014）に嚥下機能低下のリスクがあり、家族と地域で暮らす地域高齢者（日常生活活動のわずかな低下のために国の介護保険制度下で公共の保健福祉サービスを受けている人、十分に身体的活動が維持されている 85 名,  $80.8 \pm 7.6$  歳）では 35.3%（Miura et al 2007）に摂食・嚥下障害のリスクがあると報告されていた。この 2 つの報告に関しては、対象者の年齢は前述の 3 編よりもやや若く、在宅で生活している人ではあるが、嚥下機能が低下している者の割合は高い傾向である。すべての先行研究で測定方法は異なることから完全な比較は難しいが、施設入所者は定期的に嚥下機能低下予防のための支援を職員から受けていることが考えられ、機能低下の予防につながっている可能性がある。一方で、在宅で生活する高齢者は、嚥下機能に対する家族の知識不足や支援の限界等が影響している可能性が考えられる。これらの可能性を含んだうえで要支援あるいは要介護認定を受けている在宅高齢者の 30~40% に嚥下機能低下の可能性があると見える。

さらに、要介護者は 65 歳以上の高齢者人口の約 17.6%（内閣府 2015）であることから要介護認定を受けていない 80% 以上の高齢者にも加齢の影響はある。要介護認定を受けている高齢者は定期的に医療職者による観察がなされることから異常の早期発見につながりやすい。あるいは機能維持のための支援がなされている可能性もある。しかし、8 割を超える健康な高齢者の多くは核家族化や一人暮らし、若夫婦の共稼ぎによる日中の不在などのため、異常な症状に対して危険であると認識することや、医療機関を受診するなどの行動の判断は自分自身で行わなければならない状況が多いと推察される。実際、高齢者は嚥下障害を自覚してからの病院受診ではなく、誤嚥性肺炎を発症した後に嚥下障害と診断されるケースもある（井上他 2007）などむせ等の誤嚥の症状を嚥下障害の可能性に結びつけにくいと考える。このことは、高齢者の嚥下機能低下予防の対応の遅れにつながり、高齢者が食事を安全に楽しんで食べることを脅かす事態を招く。以上より、自宅で自立して生活する健康な高齢者に対しても嚥下機能低下予防への支援が必要である。

高齢者の嚥下機能については、口腔での食塊の保持能力の低下、咽頭期の嚥下反射惹起遅延、嚥下量の変化に対応する喉頭前方移動の低下、食道入口部開大の対応

能の低下、嚥下力の低下、食塊の咽頭通過時間と喉頭挙上時間の延長などが報告されている（飴矢 他 2006, Ekberg and Feinberg 1991, 兵頭 2009, Julie F et al 1989, 越井 1992, 大前 他 2003, 丘村 他 1991, 寺本 2002）。

特に咽頭期の嚥下反射惹起遅延は誤嚥に直結しやすい。嚥下反射惹起遅延により、嚥下物の移動のタイミングと呼吸経路の閉鎖のタイミングがずれて嚥下物が気道内に侵入しやすくなるため誤嚥をおこす。本来なら、嚥下自体も気道防御機構の一つである。それが正常に働かず誤嚥をしてしまった場合には、もう一つの気道防御機構である咳嗽反射が働き、誤嚥物を喀出する仕組みがある。しかし、咳嗽反射を誘発するには、嚥下を誘発する刺激を感受する受容体や感覚神経、神経伝達物質など重複する部分が多い（Yamaya M et al 2001）ことから、嚥下反射惹起のシステムの不具合は咳嗽反射惹起の不具合にもつながり気道防御機構は効果的に機能しにくくなる。しかし、気道を通して肺に嚥下物のような異物が侵入しても生体防御機能が働くため、すぐに病気を発症するわけではない。軽微な体調の崩れにより生体防御機能の低下や誤嚥を繰り返すことで肺炎を発症し、健康や生命を脅かす事態に陥るのである。そのため、その原因となる嚥下反射惹起遅延を改善し、反射能力の高い状態を維持できるように支援する必要がある。しかし、嚥下反射惹起を含む咽頭期や食道期の嚥下は他の随意運動系とは異なり神経機構の上に成り立っているという生理学的な特殊性をもつ（進 1994）。このため、嚥下反射惹起性に対する介入には嚥下反射惹起の神経機序に関する知見を理解し、その知見を踏まえた介入の検討が必要である。

前述したように高齢者は、自分自身で健康管理をし、自立した生活が維持できるような身体作りへの取り組みを基本とする必要がある。そのため、多少の体調不良などで影響を受けない安定した嚥下機能の獲得に向けた具体的で適切な支援方法を検討する必要がある。そのためには、日常生活で無理なく取り組めて、継続しやすい方法が必要であると考えられる。

そこで、本研究は嚥下障害が顕在化していない自立した生活を送っている高齢者を健常高齢者とし、嚥下反射機能の低下予防方法について日常生活で取り入れやすい方法に焦点を当て提案することを目的とする。研究の構造については、図 1 を参照されたい。

第 1 章では、先行研究により正常な嚥下反射惹起のメカニズムに対し加齢による生理的变化の特徴を明らかにし、この生理的变化に対しどのような看護介入が行われているかの現状を把握することで高齢者の嚥下機能低下に対する必要な看護介入の示唆を得ることを目的とした。看護介入の現状把握に関しては、文献検討を実施した。その結果、高齢者は咽喉頭粘膜における感覚神経の分布の減少により刺激の感受性が低下しているために嚥下反射惹起遅延をきたし、誤嚥をしやすいつい状態にあることが考えられた。そのため、咽喉頭粘膜における感覚刺激の感受性を改善させるための看護介入が求められている。しかし、高齢者の嚥下機能の生理的变化の特徴をとらえて看護介入した研究はなく、感覚神経の感受性に着目した看護介入の提案が必要であることが明らかとなった。

第2章では、在宅で自立した生活を送り、過去に医師から嚥下障害の診断を受けたことのない健常高齢者であっても、第1章で示された咽喉頭粘膜における感覚刺激の感受性低下が起こっているのかを明らかにすることを目的に実施した。研究方法は、嚥下機能に対する自覚症状と客観的評価として嚥下反射潜時を測定し、加齢の影響を確認するために若年者と高齢者の比較を行った。その結果、高齢者の多くは咽頭期嚥下の異常を示す症状を経験しており、嚥下反射潜時は正常範囲内の値を示したが若年者よりも有意に延長していた。これらのことより、高齢者の多くは正常範囲内で咽喉頭粘膜における感覚刺激の感受性低下に起因する嚥下反射惹起遅延をきたしている可能性が示唆され、健常高齢者に対して生理的変化に対する介入の必要性があることが明らかとなった。

第3章では、第1章で示された咽喉頭粘膜における感覚刺激の感受性低下に対し、先行研究でカプサイシン感受性受容体（TRPV1）を刺激することで感覚入力感受性をあげることができることが示唆されている。そこで、カプサイシンを含有するトウガラシ添加食品の摂取による健常高齢者の嚥下機能への効果を明らかにすることを目的に1日3回20日間、連日白菜の浅漬けを1口程度摂取してもらい、介入前後、およびトウガラシ添加食品未摂取期間（7日）後に嚥下機能を測定し、その効果を分析した。これらの結果より、健常高齢者の嚥下反射機能低下予防のためのトウガラシ添加食品を用いた支援方法の示唆を得ることができた。

以上に基づいた結果は、健常高齢者に対する嚥下反射機能低下予防に関する支援方法の一つになるものと期待される。

## 引用文献

- 飴矢美里, 西窪加緒里, 三瀬和代他(2006). 加齢による嚥下機能の変化. 耳鼻と臨床 52(補4), S249-255.
- Ekberg O, Feinberg M J (1991). Altered Swallowing Function in Elderly Patients Without Dysphagia: Radiologic Findings in 56 cases. AJR 156, 1181-1184.
- e-stat 政府統計の総合窓口 (2012). 患者調査 平成 23 年患者調査 上巻(全国) 上巻 第 62 表総患者数. 性・年齢階級×傷病分類別,  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/toukeidb/GH07010102Forward.do>.
- e-stat 政府統計の総合窓口 (2015). 人口動態調査 (上巻) 5-17 性・年齢別にみた死因順位.  
[http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?\\_toGL08020103\\_&listID=000001137965&requestSender=estat](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001137965&requestSender=estat).
- 兵頭政光(2009). 加齢に伴う嚥下機能の変化様式. 耳展 52, 282-288.
- 井上慎一郎, 長谷川浩, 鳥羽研二(2007). 高齢者における嚥下障害, 誤嚥性肺炎の診断, 予防法. MB ENT 71, 9-14.
- Julie F, Tracy M.A., Jeri A et al (1989). Preliminary observations on the effects of age on

- oropharyngeal deglutition. *Dysphagia* 4, 90-94.
- Kikuchi R, Watabe N, Konno T et al (1994). High incidence of silent aspiration in elderly patients with community-acquired pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 150, 251-253.
- 越井健司(1992), 加齢と嚥下動態. *JOHNS* 8(12), 13-17.
- 厚生労働省(2013), 健康日本 21 (第二次) 別表第一 健康寿命の延伸と健康格差の縮小の実現に関する目標.  
[http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kenkounippon21/kenkounippon21/data01.html](http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21/kenkounippon21/data01.html).
- 厚生労働省(2014), 平成 26 年簡易生命表の概況 結果の概要 1 主な年齢の平均余命,  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life14/dl/life14-02.pdf>.
- Langhorne P, Stott DJ, Robertson L et al (2000). Medical complications after stroke: a multicenter study. *Stroke* 31, 1223-1229.
- Loeb M (2003). Pneumonia in older persons. *Clin Infect Dis* 37(10), 1335-1339
- Miura H, Kariyasu M, Yamasaki K et al (2007). Evaluation of chewing and swallowing disorders among frail community-dwelling elderly individuals. *Journal of oral rehabilitation* 34, 422-427.
- 森崎直子, 三浦宏子 (2010). 介護老人保健施設高齢者における摂食・嚥下障害リスクに関連する要因分析. *Health Sciences* 26(4), 201-209.
- 森崎直子, 三浦宏子, 原修一 他 (2013). 虚弱高齢者における摂食・嚥下機能の低下と健康関連 QOL との関連. *老年歯学* 28(1), 20-26.
- 森崎直子, 三浦宏子, 守屋信吾 他 (2014). 在宅高齢者の摂食・嚥下機能と健康関連 QOL との関連性. *日本老年医学会雑誌* 51(3), 259-263.
- 内閣府(2015), 平成 27 年度版高齢社会白書 (全体版) 3 高齢者の健康・福祉 (2) 高齢者の介護.  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/27pdf\\_index.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/27pdf_index.html).
- 大前由紀夫, 杉浦むつみ, 茂木立学(2003). 超高齢者の嚥下機能—加齢に伴う嚥下機能の変化. *日気食会報* 54(1), 1-7.
- 丘村熙, 稲木匠子, 森敏裕 他(1991). 高齢者の嚥下機—咽頭食道透視よりの観察—. *日気食会報* 42(2), 116-120.
- 進武幹(1994). 嚥下の神経機序とその異常. *耳鼻と臨* 40, 247.
- 寺本信嗣(2002). 嚥下反射の加齢変化の検討. *日胸* 61, 58-63.
- Teramoto S, Fukuchi Y, Sasaki H et al (2008). High incidence of aspiration pneumonia in community- and hospital-acquired pneumonia in hospitalized patients: a multicenter, prospective study in Japan. *J Am Geriatr Soc.* 56(3), 577-579.
- Yamaya M, Yanai M, Ohru T et al (2001). Interventions to prevent pneumonia among older adults. *J Am Geriatr Soc.* 49(1), 85~90.
- 山脇正永(2009). 誤嚥性肺炎の疫学. *総合リハビリテーション* 37, 105-109.

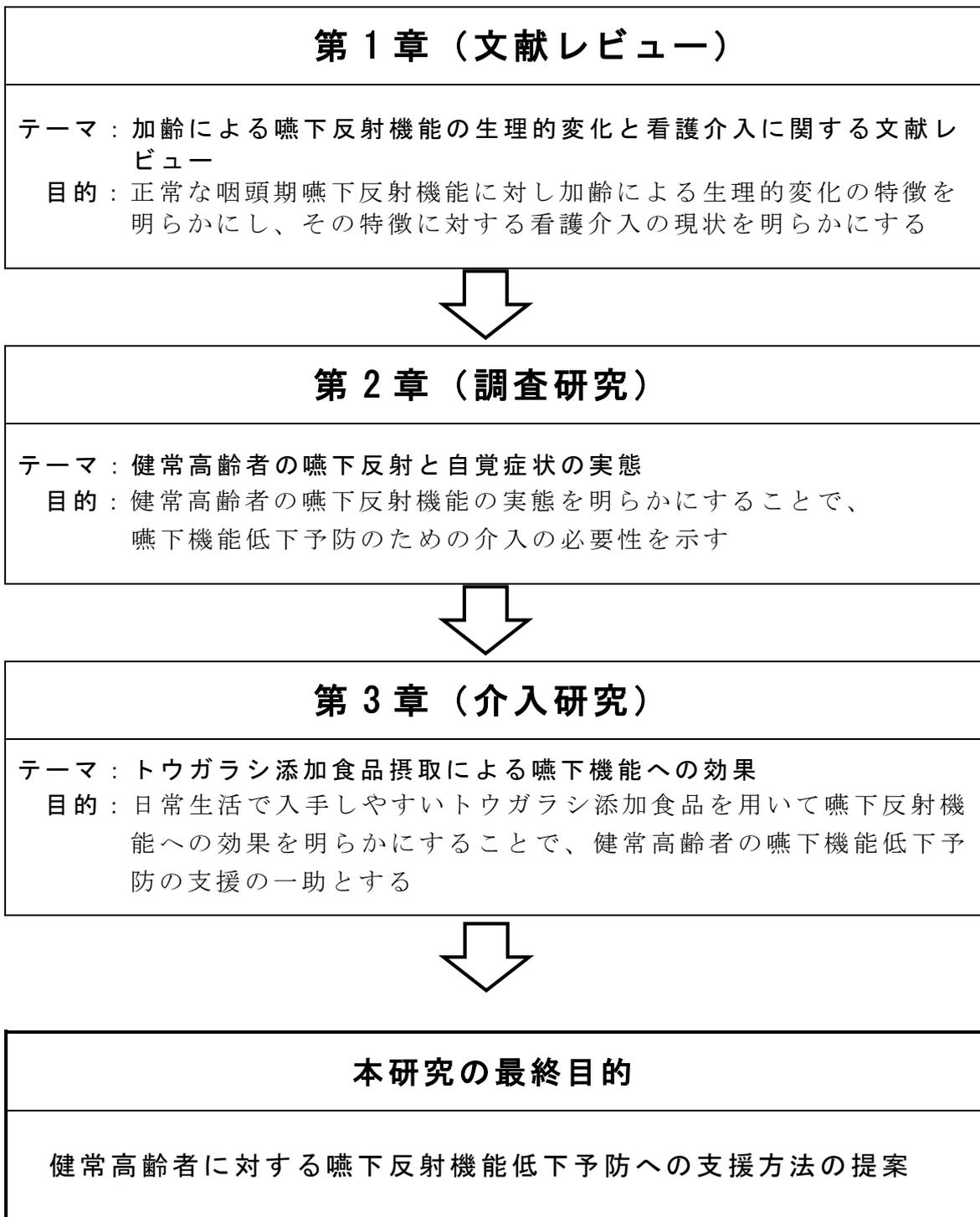


図 1 研究の構造

## 第1章 加齢による嚥下反射機能の生理的変化と看護介入に関する文献検討

### 1. はじめに

高齢者の誤嚥の直接的原因の一つは、咽頭期の嚥下反射惹起遅延である（飴矢 2006, Shaker 1994, 寺本 2002）。咽頭は、食物と空気の通路という二面性をもつことから、嚥下は空気の通り道を遮断して食物を食道へ誘導する切り替えの役割がある。この切り替えの開始と食塊の咽頭への進入のタイミングがずれると誤嚥をきたす。つまり、切り替えの開始に相応する嚥下反射惹起のタイミングが食塊の咽頭通過の前に機能するように維持することが誤嚥を防ぐ重要な対策になる。そのためには、嚥下反射惹起のメカニズムのどの過程でどのような加齢の影響を受けているのかを明らかにすることで、実際の介入方法の示唆が得られるものと考えられる。

そこで、本章では正常な咽頭期嚥下の生理学的機序に基づいて高齢者の嚥下反射惹起に関する特徴を文献検討にて明らかにする。さらに、加齢による嚥下反射機能低下予防のための看護介入の現状について、機能低下のどの部分に対して、どのような介入方法と評価で実施しているのかを明らかにすることを目的とする。

### 2. 用語の説明

本論文で使用する用語は以下の意味で用いる。

- ・ **リガンド**：タンパク質の特異な部分に結合する分子の総称。
- ・ **感作**：受容体を受容しやすいた状態にすること。
- ・ **脱感作**：受容体の感受性の低下。
- ・ **脱分極**：膜電位の負の値が小さくなる（ゼロのほうへ近づく）こと。
- ・ **活動電位**：神経細胞や筋細胞などの細胞膜に生じる、素早く、一過性で自己伝播性の電気シグナルのこと。
- ・ **Up-regulation**：受容体の数量的増加を制御すること。

### 3. 嚥下運動の種類とその特徴

通常、人は口腔に固形食物を取り入れると、舌によって臼歯まで運び（stage 1 transport）、咀嚼により食物を粉砕し唾液と混和することで食塊を作る（processing）。Processing の途中で、咀嚼された食物は順次咽頭へと送り込まれる（stage 2 transport）。この stage 2 transport までは、随意的にコントロールできるが、以降の反応は不随に行われる。咽頭へと送り込まれた食物は、嚥下まで食塊として蓄積される。口腔から咽頭へと食物が送り込まれてくる前に、軟口蓋が鼻腔と咽頭腔を遮断するように挙上し、上部咽頭筋も収縮し、鼻咽腔を閉鎖することで、鼻腔への逆流を防ぐ。口腔から送り込まれてきた食物をさらに下方へと送りこむために、舌根部は後方へと

収縮し、中咽頭部の収縮筋群も収縮する。咽頭の収縮筋は上方から下方へと蠕動運動様に収縮していき、さらに咽頭腔の容積を縮小させるために上下方向にも短縮する。食塊が下咽頭へと到達する前に、オトガイ舌骨筋、顎舌骨筋、顎二腹筋などの舌骨上筋群と甲状舌骨筋の収縮により、舌骨と喉頭が上前方へと引き上げられる。喉頭の前上方への挙上によって、喉頭蓋は相対的に後方へと反転し、嚥下中の食物が気道に入らないように喉頭を閉鎖する。嚥下中の喉頭挙上が不十分だと喉頭蓋の倒れこみが不十分になり、喉頭閉鎖が不良となり、嚥下中の喉頭侵入や誤嚥のリスクが高まる。また、喉頭蓋の倒れこみが悪いと喉頭蓋谷に蓄積されていた食物のクリアランスが不十分になることが多く、嚥下後の喉頭蓋谷部への残留を認めることになる。下咽頭まで達した食物は、輪状咽頭筋の弛緩、舌骨上筋群の収縮、食塊の圧力によって食道入口部を開大させ、食道へと送り込まれる(才藤他 2014)。

一方、液体の嚥下と固形物の嚥下では食塊の送り込みに大きな違いがある。液体の嚥下では、口腔内の液体は口腔底あるいはくぼませた舌の表面に食塊として保持される。随意的な嚥下が始まるまでは、液体は軟口蓋、舌、口峽によってつくられる関門を超えることなく口腔内に保持される(口腔準備期)、嚥下運動開始により舌根部が後下方に傾斜すると同時に、舌の前方から後方へと順に口蓋におしつけるような動きによって、食塊を口腔から咽頭に送り込む(口腔送り込み期)。液体を飲む時には、通常では口腔からの送り込みに連続して嚥下反射が惹起され、咽頭収縮筋の働きによって流れ込んだ食塊はそのまま食道入口部を通過して食道に流入する(才藤他 2014)。

さらに、日本人の食事には具の入ったみそ汁など固形物と液体が混ざり合っているもの(二相性食物)が多くあるため、液体嚥下と固形を咀嚼する咀嚼嚥下を切り離した捉え方だけでは不十分である。二相性食品を座位で摂食する場合には、咀嚼を行うことにより軟口蓋、舌、口峽によってつくられる関門がゆるむため、液体のように流動性の高い物性は口峽を超えて咽頭に流れ込むことがあり、この時に反射的な嚥下が起きる。この嚥下運動は孤発嚥下(isolated pharyngeal swallow; IPS)と呼ばれ、舌による食塊移送を伴わず、随意的に生じさせることができないことから命令嚥下や咀嚼嚥下と異なり、気道防御的嚥下運動とされている(才藤他 2014, 横山他 2007a, 横山他 2008)。金森らは、咽頭期嚥下運動に系列的な舌の食塊移送運動を伴うもの(consecutive pharyngeal swallow; CPS)と伴わないIPSについて舌骨運動の軌跡について調査している。その結果IPSは、舌骨の運動のX軸、Y軸での最大移動距離、舌骨が上前方で停止した位置までの距離と時間のいずれもIPSはCPSより有意に小さかった(金森他 2009)。これは、IPSが液体のように流動性の高い物性に反応して素早く深く喉頭侵入する特性に対応するためであると考えられる。実際、流動性の速い物性は喉頭侵入の深さが深いことが横山らの先行研究で確認されている(横山他 2007b)。以上より、無秩序に咽喉頭へ侵入してくる流動性の高い物性を正確に感知し、タイミングよく嚥下反射を起動させることが誤嚥防止につながると考える。

#### 4. 咽頭期嚥下反射惹起の動態

嚥下反射惹起は、中咽頭から喉頭に分布する感覚受容器への入力が必要である。咽頭腔に食塊が侵入すると、これが刺激となって一連の嚥下運動が起こり、食塊を食道に移送する。この反応を嚥下反射と呼び、刺激から嚥下運動が起こるまでの時間を嚥下反射潜時（the latency of the swallowing response ; LSR）とよぶ。嚥下反射によって起こる一連の嚥下運動を咽頭期嚥下とよび、一般的にこの運動は①軟口蓋挙上による鼻咽腔閉鎖、②舌骨と喉頭の挙上、③声帯、仮声帯、喉頭蓋による喉頭閉鎖、④上食道括約筋の弛緩、⑤舌床の後方への運動、⑥舌根収縮により構成されている。この咽頭期嚥下が刺激に対して素早く反応することにより、気道防御機構として働くこととなる。

このように一連の運動動態が複雑であることから、この運動を成立させるためには二十種類ほどの筋や神経が関連している。具体的には、咽頭期嚥下を特徴づける咽頭管の収縮および喉頭閉鎖は、延髄の疑核に起始核を有する迷走神経の分岐である咽頭枝および反回神経によって支配される筋群により成り立っている。喉頭挙上は主にオトガイ舌骨筋および甲状舌骨筋の活動によりなされており、舌下神経および上頸神経により支配されている。そして、嚥下運動は喉頭挙上にほぼ一致して活動を開始し、中咽頭収縮筋も喉頭挙上にほぼ一致して活動を開始する。やや遅れて甲状咽頭筋が活動を始め、喉頭下向時より輪状咽頭筋の弛緩が開始する（進他 1985）。

咽頭粘膜には、舌咽神経や、迷走神経から分岐した上喉頭神経内枝および迷走神経の咽頭枝の知覚神経終末が分布している（進他 1985, 進 1994, 進 2000）。これらの末端は自由神経終末であり、粘膜直下に及ぶものでは上皮基底層細胞に接しており、知覚神経終末部の軸索膨大をみとめる。粘膜固有層の比較的深い部分では、有髄神経の太い神経線維束を認める、末梢に近づくに従い無髄の自由神経終末となっている（進他 1985）。知覚神経の軸索膨大部にはミトコンドリア、グリコーゲン顆粒などがみられる。

食塊などによる刺激によって咽頭粘膜細胞の変形が起こると、粘膜下に存在する知覚神経終末部分で活動電位が起動し、刺激を知覚情報として延髄孤束核に伝達する。情報量がある一定レベルに達すると、嚥下中枢の起動ニューロンから嚥下プログラムが起動され、疑核近隣の腹側神経群に想定されている切り替えニューロンから、関連の末梢神経にそれぞれの運動プログラムが伝達され、一連の嚥下運動が起こる（才藤他 2014, 進 2000, 梅崎 2007）。このように嚥下反射を惹起するには、咽頭粘膜からの感覚入力が必要の条件である。

#### 5. 咽喉頭知覚感受機能における加齢の影響

咽喉頭粘膜には、舌咽神経および迷走神経から分岐した上喉頭神経内枝および迷走神経の咽頭枝の感覚神経終末が部位によって異なった密度で広く分布している（宮崎 1996, Miyazaki et al 1999, 進 2000）。喉頭粘膜は喉頭腔、声門下を除いてほ

とんどが重層扁平上皮でおおわれており、その表層近くでは細胞間隙が離解しており、細胞間接着も疎性である。その上皮内に侵入する神経終末の数は喉頭蓋、喉頭蓋喉頭面の基部、披裂喉頭蓋ヒダや披裂部に比較的高い密度で認められている。これらの自由神経終末は機械的刺激のみならず粘膜表面に作用する溶液が間質に拡散することにより化学的刺激にも鋭敏に反応しうる構造を示している（進 1994）。咽喉頭周辺の粘膜は、舌咽および上喉頭神経知覚線維により重複支配を受けており、これらの神経から嚥下中枢への入力は共同的に作用して嚥下反射を効率よく惹起していると考えられる（宮崎 1996, Miyazaki et al 1999）。

ところが、高齢者では、喉頭粘膜にみられる上皮表層の細胞内角硝子顆粒の増加と細胞間隙の狭小化により（進 1994）、上皮内に神経終末が侵入してこられなくなり、刺激を感受する神経線維数が上皮内で減少していると考えられる。実際に、剖検時に成人 6 人（46.3 歳）と高齢者 6 人（78.5 歳）から採取された 1 cm の断片から、迷走神経の分岐である上喉頭神経と下喉頭神経（反回神経）における有髄線維数を比較した実験がある。その結果、下喉頭神経における有髄線維の総数が成人群は高齢者群に比べ有意に多かった（Tiago R and Pontes 2007）。有髄線維数の減少は、その末端に伸びる無髄の C 線維数にも影響し、刺激を感受する線維数の減少により感覚入力能力の低下につながっていると考えられる。また、Mortelliti とも剖検で得られた死後のヒトの上喉頭神経における加齢性変化を検討している。これにより、高齢者は若年者よりも平均有髄神経線維数が 31% 減少していることが報告されており（Mortelliti and Malmgren 1990）、加齢により上喉頭神経線維数の減少による感覚入力の低下を示唆している。

## 6. 咽喉頭粘膜における感覚入力のメカニズム

感覚入力の減少は、活動電位の発生を遅延させる。神経細胞は、刺激によって静止膜電位から一過性に膜電位が変化し、刺激の量が一定のレベルに達すると活動電位を起動させる。活動電位の発生により細胞内の陽イオンの流入が起こる。これを司る陽イオン透過性のイオンチャネルの多くは高いカルシウムイオン透過性を持ち、その中心的分子が TRP（transient receptor potential）イオンチャネルスーパーファミリーに属するカプサイシン受容体 TRPV1 である。TRPV1 の活性は、ホスファチジルイノシトール 2 リン酸で恒常的に抑制されており、神経栄養因子 NGF (nerve growth factor) やブラジキニンで活性化されたホスホリパーゼ C という酵素により取り除かれることによって TRPV1 は感作される。また、ブラジキニンや ATP によって起こるプロテインキナーゼ（PKC）の活性化による TRPV1 のリン酸化によっても TRPV1 は感作される（塩谷他 2008, 富永 2008）。しかし、これらの物質は内在性のものであることから、タイミングよく効果的に分泌量をコントロールすることは困難である。そのため TRPV1 に対し外因性のリガンドを用いて反応させることを検討する必要がある。TRPV1 は、感覚神経の中の無髄の C 線維に特異的に発現し上皮細胞などで存在が確認されている。TRPV1 は別名カプサイシン受容体と呼ばれるよ

うに、低濃度のカプサイシンで TRPV1 は脱分極し、細胞内にカルシウムイオン濃度の増大をもたらす (Caterina and Julius 2001)。カプサイシンは脂溶性のため、前述のように加齢により細胞間隙が接着してしまっても細胞膜から進入し神経細胞や C 線維まで行き着くと考える。それでも、C 線維数の減少にともない TRPV1 の発現数が総体的に減少する可能性があるため、少ない C 線維に高密度の TRPV1 を発現させる必要がある。そのためには、受容体に対するリガンド数を増やすことで TRPV1 の数量的 up-regulation をはかればよいと考える。

## 7. 感覚入力の感受性を高める方法

TRPV1 の発現数を多くすることで、受ける刺激の量が増大し、活動電位が発生しやすくなる。そうすると、末梢の刺激開始からニューロンの終末部分に到達する時間が短縮でき、カルシウムイオンの流入が促進された結果、神経伝達物質である SP (substance P) のシナプス間隙部分への遊離が促進され、即座に嚥下反応に移行される。

TRPV1 は、カプサイシン受容体ともいわれ、カプサイシンは外因性リガンドとして TRPV1 と結合する。Rofes らの研究でもタバコによる TRPV1 刺激は、高齢患者の嚥下における喉頭前庭での侵入と咽頭残留物を減少させ、嚥下反応を短くしたと報告している (Rofes et al 2012)。ほかにもいくつかの研究でカプサイシンが嚥下反射惹起を短縮することを検証している (Ebihara T et al 1993, 後藤他 2013)。しかし、これらの先行研究は、カプサイシンを摂取した直後の反応であり、一時的な効果である。高齢者の加齢性の機能低下を改善し維持させるためには、末梢性の知覚入力だけでなく、中枢性の神経細胞の興奮性を繰り返し高めることでシナプスの可塑性をもたらす必要があると考える。ここで考えるシナプスの可塑性とは、加齢によって低下した嚥下反射惹起の閾値の調整に関し、外界からの繰り返しの刺激によって嚥下の神経機構が機能的に改善する性質のことを指す。しかし、カプサイシンをカルシウムイオン存在下で長時間、あるいは繰り返し投与すると TRPV1 電流の減少 (脱感作) が起こることが観察されている。このことは、カルシウムイオン存在下でのことであるということに注目すると、カプサイシンで TRPV1 を刺激した後、TRPV1 が活動性を回復しない短時間のうちに高濃度のカプサイシンまたは、高頻度でのカプサイシンを投与することによって起こるものと考えられる。つまり、適度な間隔をあけて投与すれば、TRPV1 の脱感作を防ぎ、興奮性への感度を上げることが可能ではないかと考える。実際、Ebihara らは、カプサイシントローチを高齢者に対して 4 週間連日投与したところ、嚥下反射惹起が介入前にくらべて有意な改善を見せている (Ebihara et al 2005)。この 4 週間とは毎食前に口腔内に一定濃度のカプサイシン含有トローチを溶かしたものである。つまり、各食事程度の間隔をあけ、中長期定期的にカプサイシンを投与することで TRPV1 の脱感作を防ぎ、活動電位発生までの時間を短縮するものと考えられる。

## 8. 加齢による嚥下反射機能低下に対する看護介入の現状

前述のように加齢により上喉頭神経線維数の減少による感覚入力 of 低下に関連して活動電位の発生の遅れが起こることで嚥下反射の惹起性が遅延することが分かった。このことから、高齢者の咽喉頭粘膜における感覚入力の感受性を向上させることができれば、若年者に近い機能に回復できるようになり、誤嚥を予防できる。このような嚥下反射機能の低下予防のための看護介入は、人々が食事を常に安全に摂取できる状態が脅かされにくくなり、人々の身体的な健康のみでなく、精神的な健康と社会的活動の拡大にもつながり、高齢者の活躍の場の広がりを実現し、高い QOL の維持や向上につなげることができる。つまり、嚥下反射機能低下予防のための介入は、健康増進および疾病予防につながる重要な看護職者の役割の一つである。

そこで、嚥下反射機能低下予防のための看護介入の現状について文献検討を行った。研究対象は、医学中央雑誌 Web 版（2016 年 1 月）を使用し 1997 年から 2016 年および、Pub Med（2016 年 1 月）を使用して 1900 年から 2016 年にかけて検索された文献を対象とした。国内文献はキーワードを（高齢者、嚥下機能、予防）とし、海外文献はキーワードを（elderly, swallowing, prevention）とした。その後、会議録、総説を除き、加齢による嚥下機能低下予防のための看護介入について記載されている文献を抽出したところ、最終的には 4 件（国内文献 4 件、海外文献 0 件）のみであった（表 1）。除外した文献の多くは、高齢者の嚥下機能の実態に関するもの、嚥下障害をもつ人への治療やリハビリであった。また、看護職以外の歯科医やリハビリスタッフが実施したものが散見された。

抽出した 4 件は、体操を介入媒体とし定期的な実施が嚥下機能に影響を与えるかを検証したものが 3 件（嚥下体操 2 件、口腔体操 1 件）、食形態を変化させた効果を検証したものが 1 件であった。

嚥下体操とは、頬を膨らませたりすぼめたり、舌を突出したり引いたりなどの口腔周囲から、頸部の前後屈、側屈、回旋、肩の上下運動などの頸部の筋群のリラクゼーションや食事への意識化によって摂食の準備を整える体操のことである（穴井他 2001）。嚥下体操の効果に関しては、嚥下体操がヒト唾液抗酸化能に与える影響（一瀬他 2015）や嚥下時筋活動（安静時の喉頭位置や嚥下時の舌骨上筋群の活動）に及ぼす影響（渡辺他 2015）が報告されている。どちらも嚥下体操による明らかな影響は認められていないことから、嚥下体操の作用機序は明らかとは言い難い。しかし、嚥下体操を行った 3 例は、摂食・嚥下における咽頭期の嚥下反射の惹起性を定量的に測定する反復唾液嚥下テスト（RSST: the repetitive saliva swallowing test）（小口他 2000a, 小口他 2000b）を共通の評価指標としていることから、嚥下における反射惹起性の改善を期待しているものと推察される。ただし、RSST は意識的に嚥下を繰り返すテストであることから随意嚥下の機能を反映していると考えられる。嚥下体操を行った対象文献 3 件のうち 2 件（相原他 2010, 穴井他 2001）は介入前よりも介入後の RSST の嚥下回数が改善傾向を示しているが、残り 1 件（長野他 2014）は

RSST の明らかな改善効果は示されていない。この 1 件は対象者数が少ないことと基礎疾患が特異的であることが結果に影響している可能性がある。また、効果のあった 2 件についても体操の種類、回数、実施する時刻など一致した方法ではないことから、効果的な嚥下体操の方法の確立ができていないと断言は難しい。また筋肉へ直接的に働きかけていること、随意的な嚥下反射機能を反映するものであることなどから、高齢者の咽喉頭における感覚入力低下を改善させるものではない。残りの対象文献 1 件（八巻他 2012）の食事形態の変更による嚥下機能への影響を検討する文献では、摂取する食品の形態を変更することで、咀嚼を引き出すことに効果はあるものの直接咽喉頭期嚥下の感覚入力を刺激するものではない。

以上より、加齢による嚥下反射機能低下に対する生理学的視点からの看護介入による成果は未だ認められていない。前述したように誤嚥の直接原因となる咽喉頭粘膜刺激に対する感受能力を回復させ維持していくことは高齢者の嚥下機能において多くの問題を招く原因の解決につながるものと考えられる。そのため、高齢者の嚥下反射機能低下予防に対する生理学的知見に基づく介入方法の提案は看護職者における喫緊の課題である。

## 9. 結語

高齢者の嚥下反射惹起遅延の原因は、咽喉頭粘膜における舌咽神経末端の C 線維の上皮細胞内への分布の減少により刺激の感受性が低下し、活動電位を発生させるための脱分極が十分に行われなためであると考えられる。TRPV1 は、カプサイシン感受性受容体であることからカプサイシンを一定量投与すれば、C 線維における TRPV1 の発現を増加させることができる。多くのカプサイシンが TRPV1 と結合すると活動電位を発生するための閾値に速く到達しやすくなり、嚥下反射惹起の短縮につながるものと考えられる。また、この刺激を適切な間隔をあげながら継続的に刺激することで、シナプスの可塑性の発現が期待できる。以上のように高齢者の嚥下機能の生理学的な変化に対する看護介入を報告した先行研究はなく、高齢者の生理学的変化に基づく嚥下反射機能低下を予防するための看護介入方法の検討が求められている。

## 引用文献

- 相原洋子, 菊池有紀, 薬袋淳子(2010). 口腔体操と高齢者の嚥下機能, 身体, 精神的健康への効果—介護予防支援事業の取り組みから—. 保健の科学 52(7), 499-502.
- 穴井めぐみ, 松岡緑, 西田真寿美(2001). 摂食・嚥下機能から見た高齢者における嚥下対応の有効性. 老年看護学 6(1), 67-74.
- Caterina MJ, Julius D (2001). The vanilloid receptor: a molecular gateway to the pain pathway. *Annu Rev Neurosci* 24, 487-517.
- Ebihara T, Sekizawa K, Nakazawa H et al (1993). Capsaicin and swallowing reflex. *The*

- Lancet 341, 432.
- Ebihara T, Takahashi H, Ebihara S et al (2005). Capsaicin Troche for Swallowing Dysfunction in Older People. JAGS 53, 824-828.
- 後藤拓朗, 村田尚道, 前川享子他(2013). カプサイシン含有フィルム摂取による嚥下反射促進効果. 日摂食嚥下リハ会誌 17(3), 209-216.
- 一瀬昭太, 小松知子, 岩崎克夫他(2015). 嚥下体操がヒト唾液抗酸化能に及ぼす影響. 障害者歯科 36(4), 616-624.
- 金森大輔, 加賀谷斉, 横山通夫他(2009). 孤発的咽頭嚥下における舌骨運動. 日摂食嚥下リハ会誌 13(3), 192-196.
- 宮崎順二(1996). ネコ迷走神経咽頭枝求心繊維の起源と末梢および中枢の分布について. 耳鼻 42, 1-9.
- Miyazaki J, Shin T, Murata Yet al (1999). Pharyngeal branch of the vagus nerve carries intraepithelial afferent fibers in the cat pharynx: An elucidation of the origin and central and peripheral distribution of these components. Otolaryngol Head Neck Surg 120, 905-913.
- Mortelliti AJ, Malmgren LT, Gacek RR (1990). Ultrastructural changes with age in the human superior laryngeal nerve. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 116(9), 1062-1069.
- 長野浩二, 待鳥りえ子, 春口翼他(2014). 老年期精神障がい者に対する誤嚥防止対策 嚥下体操を導入してその効果を検証する. 日本精神科看護学学術集会誌 57(3), 30-34.
- 小口和代, 才藤栄一, 水野雅康他(2000a). 機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(the Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST) の検討(1) 正常値の検討. リハビリテーション医学 37, 375-382.
- 小口和代, 才藤栄一, 馬場尊他(2000b). 機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(the Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST) の検討(2) 妥当性の検討. リハビリテーション医学 37, 383-388.
- Rofes L, Arreola V, Martin A et al (2012). Natural capsaicinoids improve swallow response in older patients with oropharyngeal dysphagia. Gut 62, 1280-1287.
- 才藤栄一(2014). プロセスモデルで考える摂食・嚥下リハビリテーションの臨床 咀嚼嚥下と食機能. pp17-18, 21-48. 集医歯薬出版会社, 東京.
- 進武幹, 前山忠嗣, 森川郁郎他(1985). 嚥下反射のメカニズムに関する基礎的研究. 日耳鼻 88(5), 643-650.
- 進武幹(1994). 嚥下の神経機序とその異常. 耳鼻と臨 40, 241-422.
- 進武幹(2000). 神経機序から見た嚥下とその病態. 音声言語医学 41, 320-329.
- 塩谷隆信, 佐藤一洋, 佐野正明他(2008). Transient receptor potentioa (TRP)チャンネルと咳嗽. 日薬理誌 131, 417-422.
- Tiago R, Pontes P, Brasil OC (2007). Age-related changes in human laryngeal nerves. Otolaryngol Head Neck Surg 136(5), 747-51.
- 富永真琴(2008). カプサイシン受容体 TRPV1. BRAIN and NERVE 60(5), 493-501.

- 梅崎俊郎(2007). 嚥下の神経機構. 高次脳機能研究 27(3), 215~221.
- 八巻法子, 白坂誉子, 佐藤三佳子他(2012). ソフト食の導入が施設入居高齢者の栄養面, 摂食・嚥下機能面に及ぼす影響. 老年看護学 17(1), 83-90.
- 横山通夫, 馬場尊, 才藤栄一他(2007a). 孤発的な咽頭期嚥下運動の頻度に関する健常者と大脳半球脳卒中患者との比較. The Japanese Association of Rehabilitation Medicine 44, S349.
- 横山通夫, 馬場尊, 加賀谷斉他(2007b). 口腔により食塊移送を伴わない孤発的な咽頭期嚥下運動 3 種の嚥下様式における検討. 日摂食嚥下リハ会誌 11, 348-349.
- 横山通夫, 加賀谷斉, 才藤栄一他(2008). 健常者と脳卒中患者における弧束的な咽頭期嚥下運動の検討. Jpn J Rehabil Med 45, 121.

表 1 高齢者の嚥下機能低下に関する看護介入：対象文献一覧

筆頭著者 (発行年)	研究目的	研究対象	介入方法	評価方法	結果・考察のうち 嚥下機能に関する記述
穴井めぐみ (2001)	施設入所中の摂食・嚥下障害のない高齢者を対象として、嚥下体操の効果を明らかにする	老人保健施設入所者 15 人 男 1 人、女 14 人、 78.9±6.04 歳	介入期間：3 回/日、食前 10 分を 8 週間 介入方法：嚥下体操 ・深呼吸 2 回 ・首の前屈・後屈・左右側屈・回 転運動 1 回 ・肩の上下運動 2 回 ・上半身左右傾け運動 1 回 ・口、舌、頬の運動 1 回 ・口周囲、耳下腺、顎下腺、頸部 前面のマッサージ 1 回 ・空嚥下 1 回	・唾液分泌 ・開口度 ・反復唾液嚥下テスト (RSST)	・唾液分泌量、開口度、 反復唾液嚥下回数が嚥 下体操を実施する前よ り、8 週間実施後に有 意に増加した。 ・嚥下体操を実施する前 の唾液分泌量は 1 回嚥 下体操を実施した後で 有意に増加した。
相原洋子 (2010)	3 か月間の口腔体操が 与える主観的・客観的 口腔機能状態、食品摂 取の多様性、心身の健 康状態への影響につい ての検証	介護認定を受けていない 65 歳以上 60 人 I 群 (介入群) : 30 人、71.9±4.7 歳 II 群 : 30 人、69.7±5.1 歳	介入期間：1 回/日を 3 か月 *1 回/週 (計 9 回) 集団で実施 介入方法：口腔体操 ・首の左右側屈・回旋運動 10 回 ・首の回転運動 5 回 ・口、舌、頬の運動 5 回 ・唾液線マッサージ 5 回	・主観的口腔健康感 (GOHAI) ・反復唾液嚥下テスト (RSST) ・咀嚼力 (咀嚼力判定用ガム 5 段階評価) ・食品多様性 ・うつ状態 (GDS) ・体重、身長、BMI	・RSST の平均値が、II 群では減少傾向であつ たのに対し、I 群では 増加傾向を示した。 ・そのほかは明らかな変 化を認めなかった。
長野浩二 (2014)	老年期精神障がい者に 対する嚥下体操の効果 の程度を明らかにする	老年期精神障がい者 4 人 50 代 1 人、60 代 1 人、 70 代 1 人、80 代 1 人	介入期間：昼食時 15~30 程度を 4 か月 介入方法：「おいしく食べるため の~嚥下体操~シナリオ」をア レンジ・詳細の記載なし	・改訂水飲みテスト (MWST) ・RSST	・MWST : 4 人中 2 人は 3 回目評価から改善、 1 人は維持した。 ・RSST : 4 人中 1 名の み 4 回目で改善。
八巻法子 (2012)	高齢者を対象にソフト 食に食事を置き換える ことで栄養面および摂 食・嚥下機能面にどの ような影響を及ぼすか	介護付き有料老人ホーム入 所者 13 人 男 6 人、女 7 人、 82.9±10.7 歳	介入期間：2 か月間 介入方法：食形態をソフト食に変 更する	・摂食・嚥下機能のグレード・摂 食状況のレベル・嚥下障害リスク 評価食度改定版・GOHAI・覚醒 状態・食事時のむせ・食事時間・ 食事摂取量・アルブミン値、プレ アルブミン値・体重測定	・嚥下機能自体に著明な 変化は認めなかった。 ・咀嚼運動をひきだすこ とに効果がある。

## 第 2 章 健常高齢者の嚥下反射と自覚症状の実態

### 1. はじめに

第 1 章で、高齢者は咽喉頭粘膜下の重層扁平上皮細胞の間隙の狭小化、神経線維終末の分布の減少に関連した知覚神経からの感覚入力低下により活動電位発生のための刺激が閾値へ到達するのに時間がかかり、求心性経路の延髄孤束核におけるシナプス結合部での運動神経への伝達に時間がかかるようになり、嚥下反射惹起の遅延を起こしていることが推察された。この嚥下反射惹起は、随意嚥下時のものではなく無秩序に咽頭へ侵入してくる流動性の高い物性に対応し得る反射機能を指す。先行研究では、高齢者の嚥下機能を評価したものがいくつかあるが (Miura et al 2007, 森崎・三浦 2010, 森崎他 2013, 森崎他 2014, 山脇 2009)、これらの研究対象者は、日常生活においてレベルの差はあるものの介護や支援を必要としている人ばかりであった。高齢者人口の 8 割以上は自立した生活を送っている。そのような人々も加齢の影響を受けている可能性は高い。しかし、加齢の影響による機能低下が正常な嚥下運動を維持できる程度の低下である場合、機能低下を自覚することは難しい。機能低下の自覚がないため予防行動へのニーズが乏しく、予防行動にも至りにくい。そのため高齢者は病気などの身体的変化をきっかけに誤嚥が頻発しやすくなり、誤嚥性肺炎に陥る可能性が高まると考える。

そこで本研究は、健常高齢者の嚥下反射機能の実態を明らかにすることで、嚥下機能低下予防のための介入の必要性を示すことを目的とする。

### 2. 用語の定義

本研究においては、用語を以下のように定義し、使用する。

**健常高齢者** : 過去に嚥下障害の診断を医師より受けたことがなく、日常生活行動が自立している高齢者。

**嚥下機能低下** : 医師より嚥下障害の診断を受けたことがなく、顕著な嚥下機能障害の症状(むせや咳き込みなど)が確認できない状態。

**嚥下障害** : 明らかに嚥下機能の異常を示す症状(むせや咳き込みなど)がある状態。

### 3. 研究方法

#### 3.1 対象

過去に医師より嚥下障害の診断をうけたことがなく、日常生活行動が自立した在宅に住む 65 歳以上の健常高齢者 10 名(男性 3 名, 女性 7 名; 以下, 高齢者群)と研究内容を理解し研究への参加を自ら判断できる世代のうち加齢の影響が少ない健康

な 20 歳代の成人 10 名(女性 10 名；以下、若年者群)を対象とした。対象者の収集に関しては、スノーボール方式とした。

## 3.2 調査期間

平成 25 年 7 月 20 日～平成 25 年 10 月 31 日。

## 3.3 調査の手順

### 3.3.1 嚥下機能に対する自覚症状

自覚症状に関しては、既存の自記式の摂食・嚥下障害の質問紙を用いた（大熊他 2002）。これは摂食・嚥下機能に関する質問 15 項目から構成される（表 2）。この質問紙を使用して回答すると、普段感じている症状が嚥下障害に関するものであるかがわかり、その自覚症状が嚥下運動の口腔期、咽頭期、食道期、声門防衛機構のどれに属する症状かが特定できる。また、回答が 3 段階評価（A：重い症状、頻度の多い症状、B：軽い症状、頻度が少ない症状、C：症状なし）となっており、A に 1 つでも回答があったものを「嚥下障害あり」と判定し、B にはいくつ回答ありでも「嚥下障害疑い」ないし「臨床上問題ないレベル」と判定する。本研究では、回答に A または B が一つでもある状態を嚥下に対する異常の自覚症状ありと判断した。本対象者は、嚥下障害の診断を受けた経験がない高齢者を対象としていることから、本調査により嚥下障害の徴候について知るところとなり、障害の可能性がある場合には合併症などの悪影響を引き起こす前に異常の可能性に気づくことができる。この質問用紙は高い信頼性（敏感度＝92%、特異度＝90.1%）を有していることが検証されている（大熊他 2002）。

なお、この質問紙に認知機能を確認するための項目（調査日、調査場所、生年月日、年齢、氏名など）、嚥下機能に影響する要因の有無を確認するための質問項目（既往歴、現在の服薬状況と内容）を追加した。

### 3.3.2 嚥下反射機能の評価

嚥下反射機能は、嚥下反射潜時(the latency of the swallowing response; LSR)の測定値を用いて評価した。測定方法は簡易嚥下誘発試験(simple-swallowing provocation test; S-SPT)を用いた(Teramoto et al 1999, Teramoto and Fukuchi 2000)。対象者に仰臥位になってもらい 5%グルコースで満たした小児用経鼻細管(5Fr：外径 1.7mm)の注入口に 0.4ml のグルコース液の入った注射器を接続し、小児用経鼻細管を鼻腔から中咽頭を目標に 13～14 cm 挿入した。口腔からライトを当て、肉眼的にカテーテルの位置を確認した。その後、0.4ml のグルコースを対象者の呼気終末に合わせて注入し、嚥下反射（喉頭挙上）が開始する様子をビデオカメラ

(Panasonic, デジタルハイビジョンカメラ HDC-TM45)にて撮影した。約1分間の休憩を挟んで3回実施した。撮影した映像を Windows Live Movie Maker (Microsoft, Windows Live Movie Maker)を用いて0.01秒単位のコマ送りで再生しながら、グルコース注入開始から喉頭挙上開始までの時間を計算した。3回の測定値のうち時間の短い2回の平均を測定値とした。嚥下障害なしの判定は寺本らの基準に則りLSRが3秒以内とした (Teramoto and Fukuchi 2000)。測定は、日中覚醒時に実施した。全対象者に対する測定の一連の過程は同一の研究者1人が実施し、可能な限り測定誤差が出ないように工夫した。ビデオカメラの撮影に関しては、1名の研究者が対象者の頸部と注入時の注射器の動きが同一画面に入るように設定し撮影した。

#### 4. 分析方法

統計処理には IBM SPSS Statistics21 (IBM 社)、エクセル統計 2012 (株式会社社会情報サービス)を用いた。詳細については項目ごとに結果の中で述べる。

#### 5. 倫理的配慮

研究者所属機関における研究倫理安全委員会の承認を得て実施した (承認番号798)。実施に当たり、対象者には書面および口頭で研究の概要および倫理的配慮 (自由参加、秘密の厳守、不利益扱い、個人の特定、試資料の保管・処分、研究外の使用) について説明し、同意を得て実施した。また、スノーボール方式で対象者を紹介してもらう際には、紹介者から被紹介者へ調査の概要を説明してもらい内諾が得られた後、研究者に名前と連絡先を教えることにも了解を得てから連絡をとるようにした。

#### 6. 結果

##### 6.1 対象者の属性 (表 1)

65歳以上の在宅高齢者10名のうち嚥下反射潜時が録画映像から正確に測定できなかった1名を除く9名を対象とし、健康成人は10名を対象とした。高齢者群の平均年齢は $75.2 \pm 10.9$ 歳 (65~99歳)で、男性3名、女性6名であった。若年者群の平均年齢は $21.5 \pm 0.5$ 歳 (21~22歳)で、女性10名であった。

高齢者群における病歴は、高血圧症5名、女性器疾患2名、脳血管疾患1名であった。内服に関しては5名が降圧剤 (アムロジピンベジル酸塩1人, ロサルヒドとオルメサルタンメドキシミル併用1人, アテノロールとアムロジピンベジル酸塩併用1人, 不明2名)、1名が睡眠薬 (トリアゾラム錠) を服薬していた。降圧剤の中でもACE阻害剤は嚥下機能を向上させることが示されている (Arai et al 2005, Teramoto et al 2007) が本研究の対象者が服用していた降圧剤は、確認できた範囲

で ACE 阻害剤ではなかったこと、薬の副作用にも嚥下機能への影響の記載がないこと、また服用されていた睡眠薬に関しても野崎らによる摂食嚥下障害を引き起こした睡眠薬リストには含まれておらず（野崎・桂木 2014）、薬の添付文書内にも副作用に嚥下障害の記載はなかった。以上より現状では内服に関する嚥下機能への影響は低いと判断した。若年者群における病歴は、呼吸器疾患があるものが 1 名のみで服薬は無かった。

## 6.2 嚥下に対する自覚症状（表 2）

摂食・嚥下障害のアンケート調査について、各質問に対する 3 段階の回答については表 2 に示す通りである。この結果、肺炎の既往があったのは、高齢者で 3 名、若年者はいなかった。最近やせてきたと感じる高齢者は 5 人で、若年者では 1 名であった。

嚥下機能の異常を示す自覚症状があった高齢者は 9 名中 7 名（77.8%）で、若年者は 10 名中 6 名（60.0%）であった。そのうち咽頭期に関する質問で 1 項目でも異常を自覚しているのは、高齢者では 5 名（55.6%）、若年者では 6 名（60.0%）であった。口腔期の異常を 1 項目以上感じているのは高齢者では 7 名（77.8%）で、若年者は 1 名（10.0%）であった。同様に食道期の症状を自覚しているのは、高齢者で 4 名（44.4%）、若年者 3 名（30.0%）、声門異常は高齢者 2 名（22.2%）、若年者 1 名（10.0%）であった。

全質問項目の中で、自覚症状が「A. よくある」、「B. ときどき」と答えた者が多い項目は、高齢者では咽頭期の「食事中にむせることがありますか？」4 名、口腔期の「食べるのが遅くなりましたか？」4 名と「硬いものが食べにくくなりましたか？」4 名であった。若年者においては、咽頭期の「物が飲みにくいと感じることがありますか？」5 名と「食事中にむせることがありますか？」4 名であった。

## 6.3 嚥下反射潜時（図 1）

嚥下反射潜時（LSR）に関して、高齢者群の平均は  $1.85 \pm 1.40$  秒で 9 名中 1 名のみが 3 秒を超える 4.73 秒を示した。若年者群では、平均が  $0.68 \pm 0.41$  秒で、3 秒を超えるものはいなかった。2 群間の LSR について Levene の等分散検定の結果、2 群間の等分散性は棄却された ( $F=9.043$ ,  $p=0.008$ )。そのため Welch による自由度の修正を行った後 t 検定を行ったところ高齢者群の LSR は若年者群に比べ有意に長かった ( $p < 0.05$ )。

## 7. 考察

### 7.1 高齢者の嚥下機能に対する自覚症状

口腔期の症状において高齢者は若年者に比べ自覚症状がある人が多い傾向にあった。これは高齢者の多くが「No.8 食べるのが遅くなった」、「No.9 硬いものが食べにくくなった」と自覚しているように、咀嚼力や舌運動機能が影響しているものと考えられる。咀嚼力と舌運動能力には有意な相関関係があることが示されており（越野 1994）、高齢者は、加齢により舌の運動リズムのばらつきや巧緻性の低下などの舌運動機能が低下していることが示唆されている（平井他 1989）。このことより硬いものをかみ砕く咀嚼力の低下もきたしている可能性がある。さらに加齢に伴い歯牙の喪失による義歯装着（鎌倉他 1998）、唾液分泌量の減少（秦他 2015）などの影響があると考えられる。このような口腔期における咀嚼や舌運動に関連する筋の動きは随意的に制御できることから、自覚症状として変化を感じやすく、嚥下体操などの理学的介入による機能の向上が期待できる。すでに先行研究でも理学的介入の効果が示されている（相原他 2010, 穴井他 2001, 長野他 2014）。

一方、咽頭期は高齢者群、若年者群ともに 5 割を超える高い割合で多少の異常を感じていた。本調査結果は、対象数が少ないことから全体に占める 1 人の異常が数値に影響やすい。そのため、得られた数値は傾向としてとらえることが望ましいと考えるが、鎌倉らの在宅高齢者 769 名に行った嚥下状態に対する質問紙調査においても、「ご飯を食べてむせる」、「お茶を飲んでむせる」といった咽頭期に関連する自覚症状が最も多く全体の 12.7~17.2%を占めていた（鎌倉ら 1998）。飴矢らは、60 歳以上の健常高齢者 47 名に対し日常生活における摂食・嚥下の状況を自記式質問紙票で調査した。その結果、飲んだり食べたりするときに、むせることがある、飲みこもうとする前にむせることがあると答えた人が 23~30%おり、健常高齢者でも潜在的な嚥下障害を有する例が少なくないことを示唆している（飴矢ら 2006）。これらのことは、本調査における多くの高齢者が食事中やお茶を飲むときのむせを自覚していること（55.6%）と同様の傾向を示しているといえる。ただし、若年者に関する自覚症状は、機能低下が影響しているのか、自覚症状に対する認識の違いが影響しているのかなどの詳細は不明であり、今後検討の必要がある。

咽頭期の各器官の動きは、口腔期と異なり随意的に制御できないことから、理学的介入が難しい。そのため、むせの主な誘因である嚥下反射惹起遅延をきたす生理学的メカニズムへの直接的介入が必要であると考えられる。

## 7.2 高齢者の嚥下反射機能の実態

本調査では、嚥下反射機能の評価に S-SPT を用いた。この測定方法は、中咽頭まで直接経鼻カテーテルを挿入しカテーテル先端から、刺激となるグルコースを注入してから起こる嚥下反応までの時間を測定する。すなわち、咽頭粘膜刺激の感覚入力の感受性を反応時間で評価しているものであり、実際にはこの時間を嚥下反射潜伏時（LSR）と呼ぶ。LSR を高齢者と若年者で比較することで咽頭粘膜における感覚入力の感受性について加齢の影響を明らかにすることができると考える。

本調査における高齢者は LSR が若年者に比べ有意に延長していた。このことよ

り、高齢者は加齢の影響により嚥下反射の惹起性が低下しており、咽頭粘膜における感覚入力感受性の低下があることが示唆された。寺本は、20歳から80歳までの220例に対し実施した調査で、嚥下反射潜時が加齢とともに延長する傾向を示しており、60～80歳の嚥下反射潜時は $1.86 \pm 0.85$ 秒であった（寺本 2002）。寺本の調査で用いられた嚥下反射潜時の測定方法は、経鼻的に5Frのカテーテルを中咽頭まで挿入し蒸留水を注入する方法で、本調査と同様の手法が用いられているものの蒸留水の量が1mlで本調査よりも0.6ml多かった。寺本の同じ調査の中で、嚥下誘発閾値が加齢性に上昇する傾向が示されており、このことから0.4mlよりも1mlの方が嚥下誘発の反応性は上がっている可能性が考えられる。しかし、本調査結果における高齢者の嚥下反射潜時は寺本のものとはほぼ一致していたことから、寺本の対象者（検診者のうち、呼吸機能、血液検査、心電図に異常がなく喫煙歴のない60～80歳）よりも咽頭刺激に対する反応性は良い可能性はあるものの、測定にて検出された値は信頼できるものとする。また、飴矢らの調査においても年齢と喉頭挙上遅延時間は有意な正の相関を示している（飴矢他 2006）。飴矢らの調査でいう喉頭挙上遅延時間とLSRはほぼ同様の反応を示している。このことから本調査結果における若年者と高齢者のLSRの差は加齢の影響によるものと考えられる。

本研究における高齢者の嚥下反射潜時の平均は $1.85 \pm 1.40$ 秒で、S-SPTにおけるスクリーニングの判定基準値の3秒を超えない（Teramoto and Fukuchi 2000）ことから、通常では正常と判断される。つまり、多くの高齢者の嚥下反射惹起は、見かけ上正常に機能しているため機能低下の自覚症状は起こりにくい状態にある。けれども、確実に若年者と比べると機能低下をきたしているため、軽微な体調の崩れに影響されやすいというリスクをかかえている状態であると考えられる。そのため、正常範囲内であっても、外的要因に影響されにくい若年者程度の機能を維持できるように介入する必要がある。

## 8. 研究の限界と課題

本研究では、内服の影響に関しては対象者数が少なかったことから詳細な影響に関しての検討は行っていない。健常高齢者であっても多くの既往歴や内服治療をうけている可能性が高いため高齢者の実態を把握する場合には、既往歴や内服薬のない高齢者を選定することは難しい。睡眠薬は覚醒状態に影響し摂食状態に影響する可能性があること、降圧剤は嚥下反射機能を改善するものもあることから内服の影響が介入に影響しているかの検討も今後必要である。

## 9. 結語

本研究は、健常高齢者の嚥下反射機能の実態を明らかにすることで、嚥下機能低下予防のための介入の必要性を示すことを目的に実施した。その結果、高齢者の多くは咽頭期の異常を示す症状をときどき自覚しており、嚥下反射潜時も若年者より

も有意に延長していた。これらのことより、高齢者の多くは正常範囲内で咽頭粘膜における感覚入力感受性の低下に起因する嚥下反射惹起機能の低下をきたしている可能性が示唆され、生理学的介入の必要性があることが明らかとなった。

## 引用文献

- 相原洋子, 菊池有紀, 葉袋淳子(2010). 口腔体操と高齢者の嚥下機能, 身体, 精神的健康への効果—介護予防支援事業の取り組みから—. 保健の科学 52(7), 499-502.
- 飴矢美里, 西窪加緒里, 三瀬和代他(2006). 加齢による嚥下機能の変化. 耳鼻 52(補 4), S249-S255.
- 穴井めぐみ, 松岡緑, 西田真寿美(2001). 摂食・嚥下機能から見た高齢者における嚥下対応の有効性. 老年看護学 6(1), 67-74.
- Arai T, Sekizawa K, Ohru T et al (2005). ACE inhibitors and protection against pneumonia in elderly patients with stroke. Neurology 64, 573-574.
- Aviv JE, Martin JH, Jones ME et al (1994). Age-related changes in pharyngeal and supraglottic sensation. Ann Otol Rhinol Laryngol 103, 749-52.
- Aviv JE (1997). Effects of aging on sensitivity of the pharyngeal and supraglottic areas. Am J Med 103, 74S-76S.
- 平井敏博, 田中収, 越野寿他(1989). 加齢と舌運動の巧緻性について—超音波診断装置による観察—. 補綴誌 33(2), 457-465.
- 鎌倉やよい, 岡本和士, 杉本助男(1998). 在宅高齢者の嚥下状態と生活習慣. 総合リハ 26(6), 581-587.
- 越野寿(1994). 舌運動機能が咀嚼機能に及ぼす影響—超音波診断装置による舌運動能力の評価と篩分法による咀嚼能力の評価—. 補綴誌 38(4), 799-810.
- Miura H, Kariyasu M, Yamasaki K et al (2007). Evaluation of chewing and swallowing disorders among frail community-dwelling elderly individuals. Journal of oral rehabilitation 34, 422-427.
- 森崎直子, 三浦宏子(2010). 介護老人保健施設高齢者における摂食・嚥下障害リスクに関連する要因分析. Health Sciences 26(4), 201-209.
- 森崎直子, 三浦宏子, 原修一他(2013). 虚弱高齢者における摂食・嚥下機能の低下と健康関連 QOL との関連. 老年歯学 28(1), 20-26.
- 森崎直子, 三浦宏子, 守屋信吾他(2014). 在宅高齢者の摂食・嚥下機能と健康関連 QOL との関連性. 日本老年医学会雑誌 51(3), 259-263.
- 長野浩二, 待鳥りえ子, 春口翼他(2014). 老年期精神障がい者に対する誤嚥防止対策—嚥下体操を導入してその効果を検証する—. 日本精神科看護学学術集会誌 57(3). 30-34.
- 大熊るり, 藤島一郎, 小島千枝子他(2002). 摂食・嚥下障害スクリーニングのための質問紙の開発. 日摂食嚥下リハ会誌 6(2), 265-266.
- 秦さと子, 藤田英恵, 伊東朋子(2015). 高齢者と若年者との夜間睡眠中の嚥下頻度,

- 覚醒時の唾液分泌量および嚥下反射との関係. 日摂食嚥下リハ会誌 19(1), 63-68.
- 寺本信嗣(2002). 嚥下反射の加齢変化の検討. 日胸 61(1), 58-63.
- Teramoto S, Matsuse T, Matsui H et al (1999). The Simple Swallowing Provocation Test as a Means of Screening for Swallowing Disorders: a Comparison with the Water Swallowing Test. The journal of the Japanese Respiratory Society 37(6), 466-470.
- Teramoto S, Fukuchi Y (2000). Detection of aspiration and swallowing disorder in older stroke patients: Simple swallowing provocation test versus water swallowing test. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 81, 1517-1519.
- Teramoto S, Yamamoto H, Yamaguchi Y et al (2007). ACE inhibitors prevent aspiration pneumonia in Asian, but not Caucasian, elderly patients with stroke. Eur Respir J (29), 218-220.
- Tiago R, Pontes P, Brasil OC (2007). Age-related changes in human laryngeal nerves. Otolaryngol Head Neck Surg 136(5), 747-51.
- 山脇正永(2009). 誤嚥性肺炎の疫学. 総合リハビリテーション 37, 105-109.

表 1 対象者の属性

		高齢者 (n=9)	若年者 (n=10)
性別 (人)	男性	3	0
	女性	6	10
年齢 (歳)	平均	75.2±10.9	21.5±0.5
	範囲	65~99	21~22
既往歴(人)	高血圧症	5	0
	呼吸器疾患	0	1
	脳血管疾患	1	0
	女性器疾患	2	0
服薬 (人)	降圧剤	5	0
	睡眠薬	1	0

表 2 高齢者と若年者の嚥下機能に関する自覚症状

No.	項目	高齢者群 (n=9)			若年者群 (n=10)		
		A	B	C	A	B	C
1	肺炎と診断されたことがありますか？	0	3	6	0	0	10
2	やせてきましたか？	1	4	4	0	1	9
3	物が飲みにくいと感じることがありますか？	0	3	6	0	5	5
4	食事にむせることがありますか	0	4	5	0	4	6
5	お茶を飲むときにむせることがありますか？	0	1	8	0	2	8
6	食事中や食後、それ以外の時にも、のどがゴロゴロ (痰がからんだ感じ) することがありますか？	1	2	5	0	1	9
7	のどに食べ物が残る感じがすることがありますか？	0	1	7	1	1	8
No.3~7 (咽頭期) : 1項目以上 A か B と回答した者		5 (55.6%)			6 (60.0%)		
8	食べるのが遅くなりましたか？	1	3	4	0	0	10
9	硬いものが食べにくくなりましたか？	2	4	3	0	1	9
10	口から食べ物がこぼれることがありますか？	0	3	6	0	0	10
11	口の中に食べ物が残ることがありますか？	0	1	8	0	0	10
No.8~11 (口腔期) : 1項目以上 A か B と回答した者		7 (77.8%)			1 (10.0%)		
12	食物や酸っぱい液が胃からのどに戻ってくるこ がありますか？	0	1	8	0	1	9
13	胸に食べ物が残ったり、つまった感じがすることが	0	3	5	0	2	8
14	夜、咳で寝られなかったり目覚めることがありま すか？	0	2	6	0	2	8
No.12~14 (食道期) : 1項目以上 A か B と回答した者		4 (44.4%)			3 (30.0%)		
15	声がかすれてきましたか？ (がらがら声かすれ声)	0	2	6	0	1	9
No.15 (声門) : 1項目以上 A か B と回答した者		2 (22.2%)			1 (10.0%)		

No.1 : 肺炎の既往、No.2 : 栄養、No.3~7 : 咽頭期の症状、No.8~11 : 口腔期の症状、No.12~14 : 食道期の症状、No.15 : 声門の症状

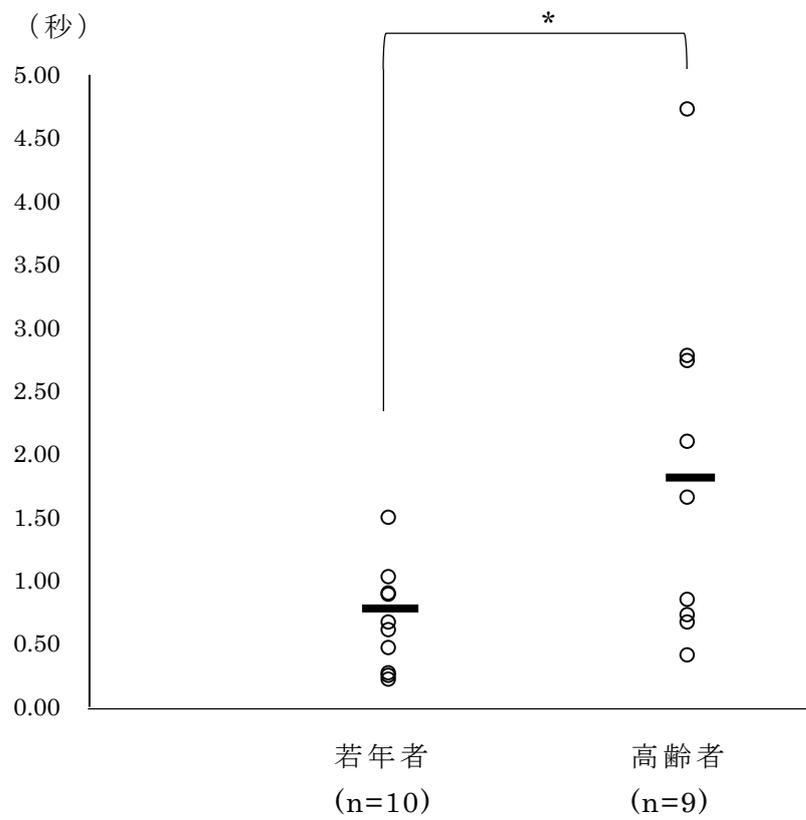


図 1 高齢者と若年者の嚙下反射潜時  
Welch の t 検定 \* $p < 0.05$

### 第3章 トウガラシ添加食品摂取による嚥下機能への効果

#### 1. はじめに

第1章において嚥下機能のメカニズムから咽頭期嚥下に対する感覚入力の低下が高齢者の嚥下反射惹起性の低下をもたらすことが明らかとなった。そのため、刺激に対する感覚入力の感度を改善するために TRPV1 をある程度の間隔を置きながら繰り返し刺激することで、感覚神経の可塑性を目指す必要があることがわかった。実際に、第2章で健常高齢者の嚥下反射惹起は若年者に比べ低下していた。さらに、機能低下の程度が正常範囲内であることから高齢者は異常を認識しにくい状況にあり、体力の低下や病気などの身体機能の低下をきたした場合には、障害が顕在化しやすい状況にある。そのため、高齢者の嚥下機能を日ごろから若年者に近い状態に改善させ、維持させることで異常をおこしにくい機能を確保する必要がある。

咽喉頭からの感覚入力を増加させるためには TRPV1 (transient receptor potential cation channel, subfamily V, member 1) への刺激が重要である。

TRPV1 は、機械的刺激や化学的刺激、熱刺激に反応する。Magara らは健康成人に対し5日間、咽頭への電気刺激を行い嚥下反応時間を短縮させた (真柄他 2014)。このことは咽頭への電気刺激が機械的刺激を感受する TRPV1 の発現を増加させ、嚥下のための中枢パターン発生器への求心性感覚入力を増加させた結果と考える。さらに、5日間の刺激の繰り返しによる結果は皮質延髄路でシナプスの可塑性に影響を及ぼしたと考える。従って、TRPV1 に繰り返し、定期的に長期間刺激を与えることで、中枢パターン発生器への咽喉頭からの感覚入力の増加につながる可能性がある。TRPV1 は、別名カプサイシン受容体というようにカプサイシンと結合する。その証拠に、嚥下反射惹起が低下している高齢者にカプサイシンを投与すると用量依存性 ( $10^{-12} \sim 10^{-9} \text{mol/ml}$ ) に嚥下反射潜時が短縮した (Ebihara et al 1993)。カプサイシンは、トウガラシの辛味成分であり、食品から容易に摂取できる。しかし、これまでの研究でカプサイシン含有食品で嚥下反射機能への効果を検証したものは筆者が検索した限りでは3つのみであった。1つ目は、Rofes et al による調査で、口腔咽頭嚥下障害を持つ33人の高齢患者に  $150 \mu\text{M}$  のカプサイシノイド (タバスコ) を含むネクターボラスを摂取させた時の嚥下反応を評価したものである。その結果、カプサイシノイドは喉頭前庭の閉鎖時間や喉頭偏位時間などを短縮させ嚥下反応の短縮につながった (Rofes et al 2012)。2つ目は、カプサイシン含有フィルム ( $1.5 \mu\text{g} / 2 \text{枚}$ ) を作成し、その効果を成人17名に実施したもので、カプサイシンフィルム摂取後40分で嚥下反射潜時の有意な低下を認めている (後藤 2013)。このようにカプサイシンを食品から摂取することで嚥下反射機能の改善がはかれることは明らかである。しかし、これら2つの検証はカプサイシン含有食品の単回使用における一過性の効果に関してのものである。加齢性の嚥下機能低下に対しては繰り返しの継続的な刺激による機能改善及び維持が必要である。3つ目の Ebihara らはカプサイシントローチ ( $1.5 \mu\text{g} / \text{tab}$ ) を作成し、高齢者に4週間、毎食前に投与して慢性的な刺

激により嚥下反射が持続的に改善されるかを検証した。カプサイシントローチ投与前後で嚥下反射潜時が有意に短縮した (Ebihara et al 2005)。以上のようにカプサイシン含有食品は、嚥下反射機能改善に効果がある。しかし、Rofes et al を除く 2 つの研究で使用されたカプサイシン含有食品は、特定の成分を抽出して濃度を調整したうえで摂取できるように開発されたもので、日常的に食卓にあがるような食品ではない。また、入手方法や維持費用等の問題により継続されにくいというデメリットもある。機能低下を認識していない高齢者でも手軽に取り組んでみようという意欲につながるためには、日常の生活でなじみがあり経済的にも身体的にも負担が少ないにもかかわらず、効果が期待される方法が理想的である。

そこで、本研究では、日常生活で入手しやすいトウガラシ添加食品を用いて嚥下反射機能への効果を明らかにすることで、高齢者の嚥下機能低下の予防対策の一助になることを目的とする。

## 2. 用語の定義

本研究においては、用語を以下のように定義し、使用する。

**健常高齢者** : 過去に嚥下障害の診断を医師より受けたことがなく、日常生活行動が自立している高齢者。

**嚥下機能低下** : 医師より嚥下障害の診断を受けたことがなく、顕著な嚥下機能障害の症状(むせや咳き込みなど)が確認できない状態。

**嚥下障害** : 明らかに嚥下機能の異常を示す症状(むせや咳き込みなど)がある状態。

## 3. 研究方法

本研究は、2 段階で実施した。1 段階目は本調査で使用する摂取物の選定(Fig.1; step1)、第 2 段階ではトウガラシ添加食品の摂取による嚥下機能への効果を検討した(Fig.1; step2)。

### 3.1 摂取物の選定

摂取物のカプサイシン濃度は、嚥下反射の促進に効果があるとされるカプサイシンフィルムシートやトローチの 1 回摂取量のカプサイシン濃度 1.5  $\mu\text{g}$ /回 (Ebihara 2005, 後藤 2013) を目標値とした。まず、調理法の異なるトウガラシ添加食品を 3 種類 (白菜キムチ, 白菜の浅漬け, きんぴらごぼう) を選び、高速液体クロマトグラフィー法にて、各食品中に含まれるカプサイシン濃度を測定した (Table1)。その結果、白菜の浅漬けに含まれる濃度が先行研究で示された濃度とほぼ一致した。そこで、製造元の異なる白菜の浅漬け 3 種類について、カプサイシン含有濃度を測定した。3 種類ともにほぼ同じ濃度であった (Table1; manufacturer A, B, C)。介入媒体と

して使用するために、製造方法が明らかで、必要な量が同一作成方法で確実に入手できる製造業者のものを選択した。さらに、選択した業者で同じ日に同じ容器内で作成した白菜の浅漬けの中から無作為に5か所のサンプルを抽出し、それぞれのカップサイシン含有濃度を測定した (Table1; manufacturer C, sample 1~5)。その結果、抽出した5か所の白菜の浅漬けのカップサイシン含有量の平均は 0.015 mg/100g (SD ; ±0.006) であり、実際に摂取する量を 10g と設定した場合に、先行研究とほぼ一致する濃度 1.5 µg / 10g ( $4.9 \times 10^{-9}$  mol) となることから、当該製造元で製造した白菜の浅漬けを 10g 摂取することとした。

なお、本研究で用いた白菜の浅漬け 200 g 中に塩分量が 7g 程度含まれていた。白菜の浅漬けの1回摂取量 10g に対する塩分量は約 0.35g で、1日摂取量に換算すると 1.05g となる。これは、厚生労働省 (2015) が示す日本人のナトリウム (食塩相当量) の摂取目標量である男性 8.0g / 日未満、女性 7.0 g / 日未満に対して 15% 程度に相当する、塩分含有量を事前に説明することで、塩分の過剰摂取を防げると判断した。

### 3.1.1 白菜の浅漬け作成方法及び摂取方法

白菜の浅漬け (以下、浅漬け) の作成は、漬物製造専門業者に委託し、常に同じ方法で作成した。作成方法の概要は、白菜を12日間塩漬けにした後、つけだれにトウガラシを輪切りにしたものを2~3切れ混ぜて、3日間ねかせる。漬物は、半真空状態のビニール製の包装袋に漬けだれと合わせて 200g ずつ詰められ冷蔵保存される。この状態で対象者に渡す。摂取時には、漬けだれとカットした唐辛子を廃棄し、水分を軽く絞る。それを各食事開始直前に約 10g (大さじ1杯程度) を摂取してもらう。日々の準備は、自宅、および施設で食事を準備する方に依頼し、測定のための大さじを1本用意し配布した。具体的な方法に関しては、手順用紙を用いて口頭及び書面で説明を行い、配膳後食事開始時の一番初めに摂取するように声掛けを依頼し、毎食の摂取量と摂取のタイミングの条件を揃えた。

## 3.2 トウガラシ添加食品の摂取効果

### 3.2.1 研究対象

対象は、これまで嚥下障害の診断を医師より受けたことがない 65 歳以上の健常高齢者 16 名と嚥下障害の既往の無い健康な 20 歳代成人 10 名とした。

### 3.2.2 嚥下反射機能評価：簡易嚥下反射誘発試験 (Fig. 2)

嚥下反射機能の評価には、簡易嚥下反射誘発試験 (simple-swallowing provocation

test: S-SPT, Teramoto 2000) を用いて、嚥下反射潜時 (the latency of the swallowing response: LSR) を測定し評価した。LSR とは、刺激してから、嚥下反射が開始されるまでの時間であり、嚥下反射の開始は喉頭挙上が始まった時点を示す。対象者に仰臥位になってもらい 5% グルコースで満たした小児用経鼻細管 (5Fr: 外径 1.7mm) の注入口に 0.4ml のグルコース液の入った注射器を接続し、小児用経鼻細管を鼻腔から中咽頭を目標に 13~14 cm 挿入した。口腔からライトを当て、肉眼的にカテーテルの位置を確認した。その後、0.4ml のグルコースを対象者の呼気終末に合わせて注入し、嚥下反射 (喉頭挙上) が開始する様子をビデオカメラ (Panasonic. デジタルハイビジョンカメラ HC-V300M 30 フレーム/秒) にて撮影した。約 1 分間の休憩を挟んで 3 回実施した。撮影した映像を Windows Live Movie Maker を用いて 0.01 秒単位のコマ送りで再生しながら、グルコース注入開始から喉頭挙上開始までの時間を計算した。3 回の測定値のうち時間の短い 2 回の平均を測定値とした。全対象者に対する測定の一連の過程は、筆者が 1 人で実施し、可能な限り測定誤差が出ないように工夫した。ビデオカメラの撮影に関しては、1 名の協力者に対象者の頸部と注入時の注射器の動きが同一画面に入るように設定してもらい撮影した。撮影に際し、頸部の動きのみ撮影し個人が特定されないように顔は記録されていない。録画された記録からの映像解析時には、若年者と高齢者、および測定時間をランダムに並べ、反応のタイミングと個人の変化が映像解析時に特定できないようにした。本テストにおいて、0.4ml のグルコース注入で嚥下反射潜時の正常基準を 3 秒以内とした場合、誤嚥性肺炎検出に関する感度は 76~100% で、特異度は 84~100% である (Teramoto 1999, Teramoto 2000)。なお、グルコース 1 回注入量を 0.4ml にした論拠は、須藤 (須藤 1993)、寺本他 (Teramoto et al 1999, 寺本他 1999a, 寺本他 1999b) の先行研究に因る。

### 3.2.3 測定と介入の時期 (Fig. 1)

S-SPT は介入前に測定 (以下、介入前) し、翌日の朝から毎食直前に 1 回 10g の浅漬けを摂取する。摂取期間を 20 日とし、21 日目に S-SPT の測定をする。同日の 21 日目より判別可能な限りトウガラシ添加食品を摂取しない期間を 7 日とし、介入開始後 28 日目に S-SPT の測定を実施する。また測定時間は、日中の覚醒している時間帯で、食後 1 時間以上経過した時間に実施した。

今回の調査では、嚥下機能障害の診断を受けていない人を対象としており、トウガラシ添加食品摂取の目的は、摂取直後の食事で誤嚥を予防することではなく、1 日 3 回定期的に嚥下反射知覚を刺激することにある。そのため、トウガラシ添加食品摂取後の SP 濃度上昇のタイミングや嚥下反射潜時が最も短縮するタイミングを考慮した摂取時間の設定は必要ないと判断し、1 日 3 回の食事のついでに摂取するという認識でありつつ、確実に摂取しやすいタイミングとして各食事直前を設定した。摂取期間の設定に関しては、先行研究で 1 か月間のカプサイシントローチの連日投与にて嚥下機能改善効果が示されている (Ebihara 2005)。そのため、より短期間で

の効果を検証するため、20日間とした。

### 3.2.4 主観的評価

白菜の浅漬けを摂取した感想について、20日間摂取した翌日の21日目に、4段階（非常に辛い、多少辛い、あまり辛くない、全く辛くない）の評価で確認した。

## 4. 分析方法

分析には R 3.0.3 (JMP software, SAS Institute Inc.)、Excel 2010 (Microsoft Excel 2010, Microsoft Corporation)、および SPSS Ver.21 (IBM SPSS Statistics) を用いた。詳細については、項目ごとに結果の中で述べる。なお、本研究で分析するデータは正規性が認められなかったため、データの分布に仮定を必要としない bootstrap 法を中心とした統計的分析を行った。

## 5. 倫理的配慮

本調査は、研究者所属機関の倫理安全委員会にて承認を得て実施した（承認番号 477）。本調査を実施する際に最も苦痛を感じやすいのは、小児用経鼻細管の挿入時であることを予測し、説明にはイラストと実際に使用するカテーテルを見せて、具体的にどのような検査方法かがわかるように工夫した。また、実施時には挿入直前にカテーテル先端をお湯につけ柔らかくして挿入するよう配慮した。対象者の選定においては、施設長に選定基準に則って判断していただき、本人および必要時には家族から内諾を得ていただいた。家族への説明の必要性については、施設長に判断していただいた。塩分制限のある対象者には施設長および家族に食品に含まれる塩分量の説明を行ったうえで参加可能であるかどうかを判断していただいた。研究開始時に研究責任者が改めて本人および必要時にはご家族に文書及び口頭にて説明を行い同意書への署名を得たうえで実施した。

## 6. 結果

### 6.1 対象者の属性

対象者は、65歳以上の高齢者（以下、高齢者群）16名、そのうち男性2名、女性14名であった。ただし、1名は、未摂取7日後の正確な測定値が得られなかったため分析対象からは除外し、未摂取7日後と関連する分析対象は15名とした。20歳代は女性10名であった（以下、若年者群）。高齢者群の平均年齢は  $81.6 \pm 9.39$  歳（65～97歳）で、若年者群は平均年齢  $21.6 \pm 0.52$  歳（21～22歳）であった。

対象者にはこれまで嚥下障害の診断を医師から受けたものはいなかった。高齢者

で最も多かった既往歴は高血圧症の 11 名であった。次いで多かったのは脳卒中 4 名と呼吸器疾患 4 名であった。他には胃腸疾患が 2 名、糖尿病が 3 名、その他 8 名であった。若年者は全員、既往歴はなかった。高齢者群の高血圧症の対象に関しては、研究開始前に事前に介入食品に含まれる塩分量（約 0.35g/10g）を説明した。研究期間中、対象者に体調不良をきたす者はいなかった。

## 6.2 LSR の分布

高齢者群・若年者群の介入前、トウガラシ添加食品摂取後、未摂取期間（7 日）後の 3 時点における LSR の平均に関する分析を行うにあたり、各群における各 3 時点の LSR の分布に関する分析を行った。まず、各群における各 3 時点の LSR のデータに基づいて、多変量正規性検定を行った。なお、高齢者群においては、1 名は未摂取期間（7 日）後の LSR の測定値が欠損しているため除外した。その結果、高齢者群・若年者群ともに多変量正規性の仮説を棄却した（高齢者群： $p=6.324 \times 10^{-6}$ 、若年者群： $p=0.001$ ）。また、各群、各 3 時点における LSR の測定値の分布の概形を推測するために、確率分布に対する推定（確率密度推定）を行った。その結果については Fig.3 を参照されたい。また、Fig. 3 の結果からも各群、各時点における LSR の確率分布は正規分布のように単峰性と対称性をもつ分布とは異なる特徴をもつことが推測される。従って、本研究ではデータに正規性の仮定を必要としない bootstrap 法を中心とした LSR の平均に関する分析を行うこととした。

Fig.3 から高齢者の摂取前の嚥下反射惹起機能は双峰性をなし、幅広く分布していることから個人差が大きい。しかし、トウガラシ添加食品を 20 日間摂取した後は、摂取前に比べると全体的に LSR の分布は 1 秒付近に集中している。若年者では、摂取前の分布は高齢者に比べばらつきが小さく個人差が少ない。しかし、高齢者と同様に摂取前に比べ 20 日摂取後は分布全体として LSR の改善方向に移動している。

## 6.3 介入前の嚥下反射機能

LSR は S-SPT 法を用いて測定した。測定はトウガラシ添加食品摂取開始前日に実施した。

LSR の平均は、高齢者群では  $2.04 \pm 1.60$  秒、若年者群では  $1.27 \pm 0.27$  秒であった（Table2）。高齢者では、LSR が 3 秒を超えるものが 16 名中 5 名（31.25%）いたが、若年者群では 0 名であった（Fig.4）。2 群間の LSR の平均値に対して 2 標本 bootstrap 検定を行った結果、高齢者群の嚥下反射潜時は、若年者群に比べ有意に遅延していた（ $p < 0.05$ ）。

## 6.4 介入前とトウガラシ添加食品摂取後および未摂取期間（7 日）後の嚥下反射機能の比較

浅漬けは、1日3回毎食直前に、20日間摂取してもらい、21日目に再度 S-SPT 法を用いて LSR を測定した。高齢者群、若年者群それぞれにおいて、以下の分析結果を得た。また、介入前、トウガラシ添加食品摂取後、未摂取期間（7日）後の各時点における LSR の平均を比較する際は、各時点の LSR の差に対し、1 標本 bootstrap 検定を適用した。なお、各時点の LSR の平均に対し対比較を行うため、Bonferroni 法による有意水準の調整を行っている。

#### 6.4.1 高齢者群

高齢者群の介入前の LSR の平均は  $1.47 \pm 1.05$  秒で、20 日間のトウガラシ添加食品摂取後の LSR は  $1.47 \pm 1.05$  秒であった。また、未摂取 7 日後の LSR は  $1.99 \pm 1.80$  秒であった（Table2）。ただし、1 名は、未摂取 7 日後の正確な測定値が得られなかったため分析対象からは除外し、未摂取 7 日後と関連する分析対象は 15 名とした。

介入前、トウガラシ添加食品摂取後、未摂取期間（7日）後の各時点における LSR の平均の比較を行ったところ、介入前とトウガラシ添加食品摂取後の 2 時点における LSR の平均に有意差が認められた（ $p < 0.10$ , Table 2, Fig.4）。

高齢者群の介入前の LSR が 3 秒を超えたものは、16 人中 5 人（31.3%）おり、介入後には 2 人（12.5%）へと減少したものの、7 日間の未摂取後には 3 人（20.0%）になった。

#### 6.4.2 若年者群

若年者のトウガラシ添加食品摂取前の LSR、未摂取期間（7日）後の各時点における LSR はそれぞれ  $1.27 \pm 0.27$  秒、 $1.04 \pm 0.10$  秒であった（Table2）。

介入前、トウガラシ添加食品摂取後、未摂取期間（7日）後の各時点における LSR の平均の比較を行ったところ、介入前とトウガラシ添加食品摂取後、介入前と未摂取期間（7日）後の LSR の平均間それぞれにおいて、有意差が認められた（ $p < 0.05$ , Table 2, Fig.4）。

若年者群は高齢者と同じ 3 時点において、LSR が 3 秒以上は一人もいなかった。

#### 6.5 トウガラシ添加食品の辛さの感想

介入後、対象者全員に摂取した白菜漬けの辛さについてアンケートを実施した。その結果、高齢者では「A.非常に辛い」または「B.多少辛い」と答えたのは、3 名（19%）で、「C.あまり辛くない」または「D.全く辛くない」が 12 名（75%）、1 名（6%）が無回答であった。若年者においては、「A.非常に辛い」または「B.多少辛い」と答えたのは、2 名（20%）で、「C.あまり辛くない」または「D.全く辛くない」が 8 名（80%）であった。

## 7. 考察

本研究の目的は、医師から嚥下障害の診断を受けていない健常高齢者を対象に日常生活の中で容易に入手可能であるトウガラシ添加食品の定期的な摂取の効果を検証することである。本調査結果において、トウガラシ添加食品の定期的な摂取は高齢者と若年者における嚥下反射機能を向上させることが示唆された。

### 7.1 介入前の嚥下反射機能

本研究では、対象者選定において過去に医師より嚥下障害の診断を受けていないものとした。しかし、介入前的高齢者群において嚥下障害の可能性を示す LSR 値 3 秒以上を示すものが (Teramoto 2000)、16 人中 5 名で高齢者群の 31.3%に認められた。この 5 人は嚥下障害の可能性を示唆している。しかし、医師の診断を受けていないことから、嚥下機能の異常の自覚に乏しい可能性と誤嚥時に咳反射が起こらないために発見されにくく不顕性誤嚥をきたしている可能性も考えられる。介入後、LSR が 3 秒以上の高齢者は 2 名に減少したことより、介入前の機能低下は加齢の影響による感覚入力の低下が原因であることが考えられ、本研究による介入で機能回復が図れる可能性が示唆された。

### 7.2 摂取効果

トウガラシ添加食品である白菜の浅漬けを 20 日間摂取した後、高齢者の LSR は介入前に比べ有意に短縮した。また、若年者に関しても同様に介入前の LSR に比べ介入後は有意に改善した。さらに Fig.3 から高齢者の摂取前の嚥下反射惹起機能は双峰性をなし、幅広く分布していることから個人差が大きい。しかし、トウガラシ添加食品を 20 日間摂取した後は、摂取前に比べると全体的に LSR の分布は 1 秒付近に集中している。若年者では、摂取前の分布は高齢者に比べばらつきが小さく個人差が少ない。しかし、高齢者と同様に摂取前に比べ 20 日摂取後は分布全体として LSR は改善方向に移動している。以上のことから、トウガラシ添加食品の 20 日間の摂取は、年齢や個人の嚥下機能状態に関係無く嚥下反射機能の改善効果がある可能性が示唆された。

本研究では嚥下機能の評価をトウガラシ添加食品摂取直後ではなく摂取した翌日 (開始 21 日目) に実施し、介入前と比較することで嚥下反射機能の変化を観察した。摂取開始後 21 日目の測定は、トウガラシ添加食品の最終摂取から 15 時間以上経過している。後藤らの調査では、カプサイシン含有フィルム摂取後 50 分以降には嚥下反射潜時が再び延長していた (後藤他 2013)。摂取から 15 時間以上経過して測定した本調査の結果は、一過性の影響を受けた機能ではなく、対象の測定時点での嚥下反射機能そのものの能力を反映するものであるといえる。つまり、トウガラシ添加食品を継続摂取することによって、嚥下障害に至るリスクの高い状況にあって

も、予備能を高めることができる可能性があるといえる。この結果は、Ebihara らのカプサイシントローチを高齢者に対し 4 週間連日投与しその効果を報告(Ebihara et al 2005)したものと同様の結果であった。

### 7.3 摂取期間

20 歳代という若年者であっても介入により機能が改善していた (Fig.4, Table 2) ことを考えると 20 歳代であっても予備能は改善する余地があることを示唆しており、介入を早い時期から開始することにより、高い機能を維持することができ加齢による機能低下を予防できると期待される。

本研究は Ebihara らの介入期間より 8 日間少ない期間で高齢者及び若年者の嚥下反射潜時の短縮効果を確認した。このことから嚥下機能改善のためのトウガラシ添加食品の継続摂取期間はより短い 20 日間でも期待できることが示唆された。しかし、一方 Fig.3 で、高齢者の摂取前の LSR の分布は 20 日間の摂取後には全体の分布幅が縮小し、LSR1 秒付近に分布が集中してきている。若年者ではより顕著に LSR1 秒辺りを中心に単峰性をなしている。このことにより、嚥下機能状態によってトウガラシ添加食品摂取期間をコントロールすることにより、あらゆる人の嚥下機能を LSR1 秒辺りまで機能回復することができるのではないかと推察される。ただし、高齢者のばらつきの原因がトウガラシ添加食品摂取のみで一律に改善できるかどうかは検討が必要である。

### 7.4 持続期間

7 日間トウガラシ添加食品を食べなかった場合、高齢者の LSR は介入前の嚥下反射機能と有意な差を認めなかった。未摂取 7 日間の間にどのように機能低下していくのかは不明であるが、7 日で介入前の値と差がない状況になったことを考えると、高齢者は摂取期間を 7 日以上空けないようにトウガラシ添加食品を摂取する必要がある可能性が示唆された。

一方、若年者は 7 日後も機能低下をきたしていないばかりか、介入後よりもさらに時間短縮している。このことから、若年者に関しては少なくとも 7 日間は改善した機能が維持されると考えられる。つまり、若い年代から定期的な予防対策をとっていると、高い予備能力を備えた状態が維持できるばかりでなく、予防に対する介入頻度も少なくできる可能性が示唆された。

### 7.5 白菜浅漬けを用いるメリット

これまでの研究では、トウガラシ添加食品を用いて慢性的な刺激による嚥下機能改善効果を検証したのは、筆者が検索した限りでは Ebihara らのもののみであった (Ebihara et al 2005)。本調査では、日頃から食卓に並びやすい食品の中から介入物

を選定したことにより、入手しやすく、食事を楽しみながら予防につなげることができるというメリットがある。そのため継続した取り組みにもつながりやすいと考える。また、1回摂取量が大きじ1杯程度（約10g）であること、8割の対象が辛くないと答えていることから身体的負担も軽く導入しやすいものであると考える。

## 8. 研究の限界および課題

本研究で用いたトウガラシ添加食品は、カプサイシンを単独で摂取した場合と同様に嚥下機能改善効果があることを示唆した。また、白菜の浅漬けに関して、カプサイシン以外の成分が嚥下機能にどのように関係しているのかは明らかではない。さらに、今回は1日の摂取回数や摂取間隔、機能改善に必要な継続期間に関しては他との比較を実施していない。そのため今後はより生活に取り入れやすい摂取方法の検討および食品中に含まれるカプサイシン以外の成分の検証が必要である。

## 9. 結語

本研究は、トウガラシ添加食品摂取による高齢者の嚥下機能への効果を明らかにすることを目的に1日3回20日間連日白菜の浅漬けを摂取してもらい、介入前後、およびトウガラシ添加食品未摂取期間（7日）後に嚥下機能を測定し分析した。得られた成果は以下の通りである。

- ・ 健常高齢者の嚥下機能は、表面的には正常に見えるが、潜在的に加齢性の機能低下をきたしており、予備能が若年者よりも低下している可能性が示唆された。
- ・ トウガラシ添加食品の20日間の摂取は、年齢や個人の嚥下機能状態に関係無く嚥下反射機能の改善効果がある可能性が示唆された。
- ・ 高齢者は嚥下機能を維持させるためには摂取期間を7日以上空けないようトウガラシ添加食品を摂取する必要がある可能性が示唆された。

## 引用文献

Ebihara T, Sekizawa K, Nakazawa H et al (1993). Capsaicin and swallowing reflex. *Lancet* 341, 432.

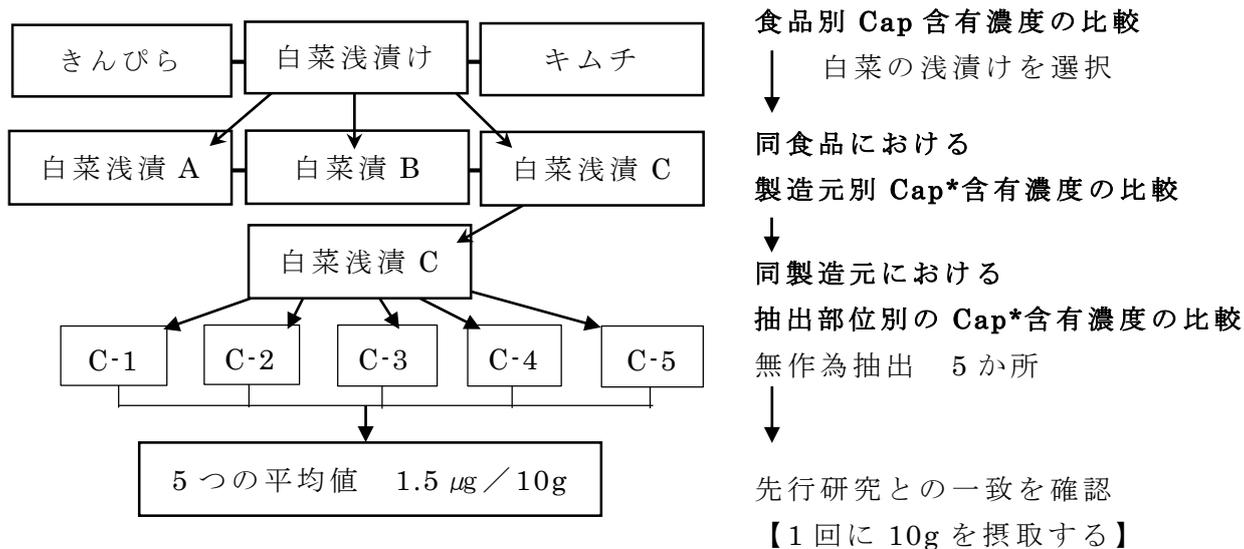
Ebihara T, Takahashi H, Ebihara S et al (2005). Capsaicin troch for swallowing dysfunction in older people. *JAGS* 53, 824-828.

後藤拓朗, 村田尚道, 前川享子他(2013). カプサイシン含有フィルム摂取による嚥下反射促進効果. *日摂食嚥下リハ会誌* 17(3), 209-216.

厚生労働省(2015). 日本人の食事摂取基準(2015年版)策定検討会「報告書」. 厚生労働省, <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000041824.html>

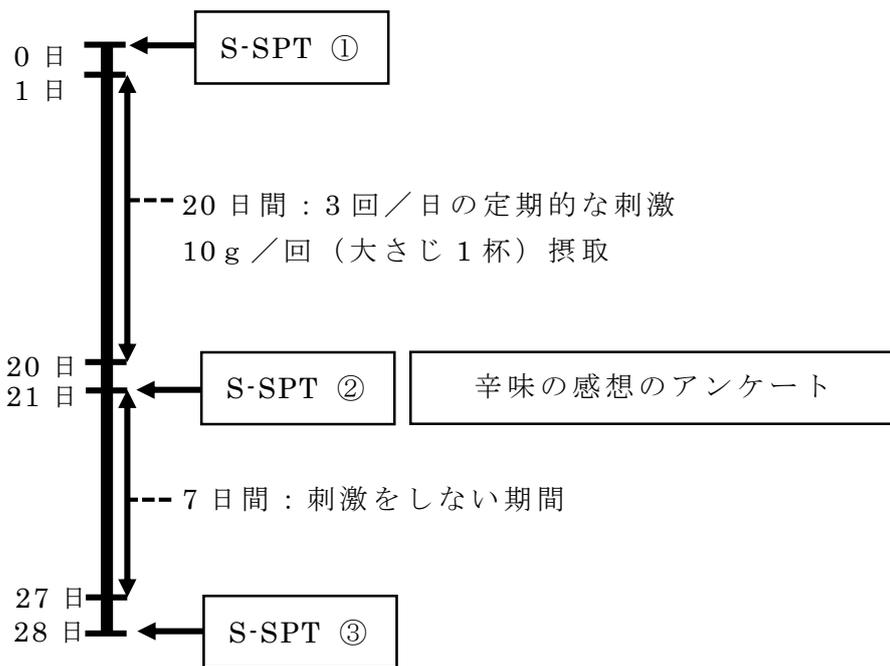
真柄仁, 谷口裕重, 林宏和他(2014). 咽頭電気刺激がもたらす嚥下関連機能の神経

- 可塑性変化. 日本顎口腔機能学会雑誌 21(1), 52-53.
- Rofes L, Arreola V, Martin A et al (2012). Natural capsaicinoids improve swallow response in older patients with oropharyngeal dysphagia. *Gut* 62, 1280-1287.
- 須藤英一(1993). 嚥下誘発テストの開発とその臨床意義に関する研究. 国立国会図書館デジタルコレクション出版. <http://www.dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3095562>
- Teramoto S, Matsuse T, Fukuchi Y et al (1999). Simple two-step swallowing provocation test for elderly patients with aspiration pneumonia. *The LANCET* 353, 1243.
- 寺本信嗣, 松瀬健, 松井弘稔他(1999a). 嚥下機能スクリーニングとしての簡易嚥下誘発試験(simple swallowing provocation test)の有用性. *日呼吸会誌* 37(6), 466-470.
- 寺本信嗣, 松瀬健, 大賀栄次郎他(1999b). 2段階簡易嚥下誘発試験の誤嚥性肺炎スクリーニングにおける有用性. *日胸* 58(7), 502-506.
- Teramoto S, Fukuchi Y (2000). Detection of aspiration and swallowing disorder in older stroke patients: Simple swallowing provocation test versus water swallowing test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 81, 1517-1519.



step1. 介入媒体の選定

\*Cap=Capsaicin



step2. トウガラシ添加食品の嚥下反射機能への効果の検証

Fig.1 研究のプロトコール

**Table 1** Capsaicin concentration

Food	Capsaicin content (mg per 100 g)
Kimchi	0.6
Fried burdock root	0.1
Japanese pickled Napa cabbage, manufacturer A	0.01
Japanese pickled Napa cabbage, manufacturer B	0.009
Japanese pickled Napa cabbage, manufacturer C, sample 1	0.011
Japanese pickled Napa cabbage, manufacturer C, sample 2	0.025
Japanese pickled Napa cabbage, manufacturer C, sample 3	0.012
Japanese pickled Napa cabbage, manufacturer C, sample 4	0.015
Japanese pickled Napa cabbage, manufacturer C, sample 5	0.012

**Table 2** Latency of the swallowing response in elderly and young group

	Elderly group (n=16; age:81.6±9.39years)	Young group (n=10; age:21.6±0.52 years)
Pre-intervention LSR (s)	2.04±1.60	1.27±0.27
Post-intervention LSR (s)	1.47±1.05	1.07±0.20
Follow-up LSR (s)	1.99±1.80	1.04±0.10

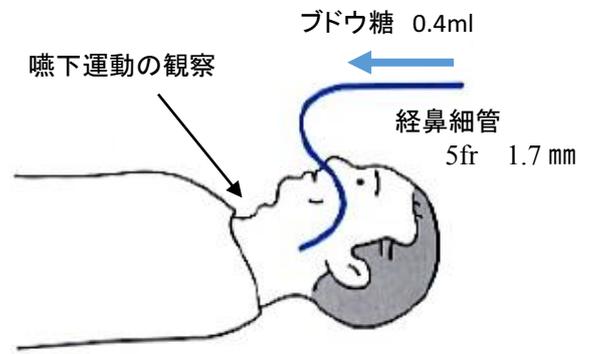
LSR: the latency of the swallowing response.

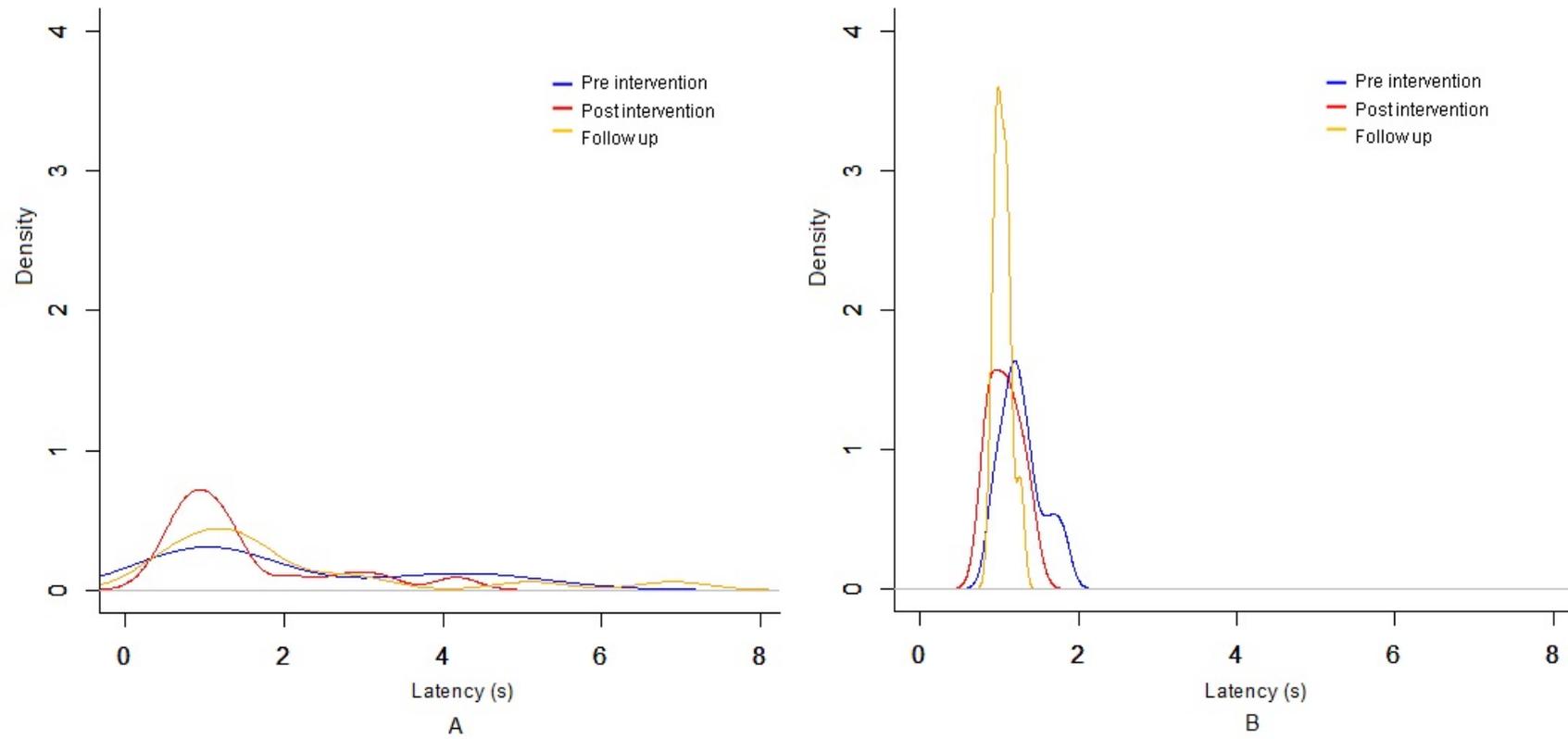
Bootstrap test: \*p<0.10, \*\*p<0.05

<sup>1</sup>n = 15

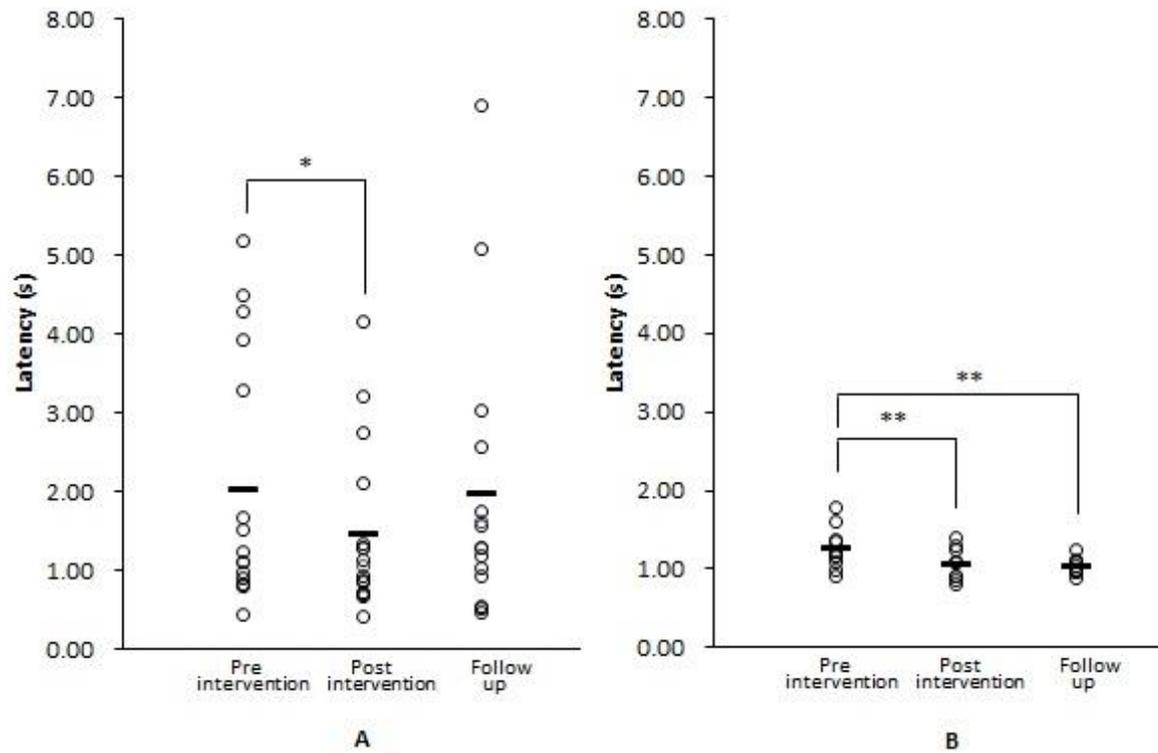


Fig.2 S-SPT 実施風景





**Fig.3** Probability density estimation of the latency of the swallowing response in elderly (A) and young (B) participants at day 0 (pre intervention; blue line), day 21 (post intervention; red line), and day 28 (follow up; orange line)



**Fig.4** The latency of the swallowing response in elderly (A) and young (B) participants. Horizontal bars represent the mean value (n = 16 at pre- and post-intervention time points in the elderly group, n = 15 at the follow-up time point in the elderly group, and n = 10 at each time point in the young group). Asterisks indicate a significant difference between the time points (\*p < 0.10, \*\*p < 0.05). Statistical analyses were performed using a bootstrap test

## 第4章 総括

本研究は、医師による嚥下障害の診断を受けたことのない健常な高齢者を対象とし、加齢性の嚥下反射機能の低下予防に効果があり、かつ日常生活で取り入れやすい方法を提案する。これにより最終的に高齢者の健康寿命延伸のための方策の一つとして普及することをねらいとしている。

### 1. 各章の総括

第1章では、正常な嚥下反応のメカニズムについて生理学的視点から検討した。特に喉頭侵入による誤嚥は、固形物と液体が混ざり合った二相性食物を摂取する時に、固形物より先行して速く喉頭侵入しやすい液体に対して、即座に反応することができる機能の維持が必要であることが分かった。しかし、高齢者は咽喉頭粘膜の多くを占める重層扁平上皮細胞の細胞間隙が狭小化するために、本来粘膜上皮内まで進入している自由神経終末の分布が少なくなる。そのため、刺激を感受しにくく、刺激を伝導するための活動電位の発現が遅延し、嚥下反応の開始の遅延をきたしやすい状態にある可能性が明らかとなった。つまり、舌咽神経や上喉頭神経の自由神経終末による刺激に対する感度を改善させる必要があると考えた。

活動電位は、細胞内の陽イオンの流入によりおこる。この陽イオンの細胞内への透過性を司る中心的分子がTRPイオンチャネルスーパーファミリーに属するTRPV1である。活動電位の発生には、刺激の量が一定の閾値に到達する必要がある。そのため、意図的に一つの神経線維終末に発現する受容体数を増加させ、継続的な反応によりシナプスの可塑性の発現を促進させることが、高齢者の嚥下反応の改善につながると考えられた。

これらに対する看護介入の現状を文献検討した結果、高齢者に嚥下体操を実施してもらうという理学的な介入による嚥下関連筋の機能的改善に対する試みはあったが、咽喉頭粘膜の刺激の感受を改善するような生理学的根拠に基づく看護介入はなかった。そのため、加齢による生理的变化に基づいた嚥下反射機能の低下に対し直接的に介入できる方法の検討が必要であることが明らかとなった。

第2章では、在宅で生活する健常高齢者の嚥下機能が実際に低下しているのか、また高齢者は嚥下機能に対してどのような症状があるのかについての実態を確認した。対象は、在宅で生活しており、これまで医師より嚥下障害の診断を受けたことがない健常高齢者とした。嚥下機能は、簡易式嚥下誘発試験を用いて、中咽頭への直接刺激から嚥下反応が開始するまでの時間（嚥下反射潜時：LSR）を測定し、自覚症状に関しては既存の質問紙を用いた。その結果を若年者と高齢者で比較することで、高齢者の実態の特徴を把握した。高齢者は、若年者に比べLSRが有意に延長しており加齢性に嚥下反射惹起遅延があることが示唆された。しかし、高齢者のLSRは、正常とされる基準値を超えるものではなかった。つまり、現状では明らかに嚥下障害のある状態ではなく、健康状態の変調などにより簡単に影響を受けやすい状態であるといえる。自覚症状に関しては、若年者も高齢者も嚥下機能の低下を示す症状を自覚しているものが多くいた。これにより、潜在的に嚥下機能低下を有する高齢者の存在が確認された。以上よ

り、健常高齢者が、安全に豊かに食事を摂取しながら、健康で自立した生活を送るためには、少しの影響で障害を来たしにくい機能の確保が必要であることが明らかとなった。

第3章では、過去に医師からの嚥下障害の診断を受けていない健常高齢者に対し、市販されている食品を1日3回、20日間連日摂取してもらい嚥下機能の改善効果について検証した。カプサイシンとはトウガラシの辛味成分であることから、トウガラシを用いて調理された市販の食品から介入物を選定した。トウガラシ添加食品を特定するにあたり、トウガラシを使用した食品それぞれのカプサイシン含有量を高速液体クロマトグラフ法を用いて検出し、先行研究で効果が示されているカプサイシン濃度と比較した。その結果、介入物は白菜の浅漬けとし1回摂取量を約10g（大さじ1杯程度）と決定した。嚥下機能の評価には、簡易式嚥下誘発試験を用いて測定したLSRと比較した。嚥下機能の比較は、介入前と20日間の連日摂取後の21日目、および連日摂取終了後7日間をトウガラシ添加食品未摂取期間として介入開始から28日目にLSRを測定し、若年者の変化と比較した。その結果、高齢者と若年者はともに介入前のLSRに比べ20日間の連日摂取後の21日目のLSRが有意に短縮していた。また、7日間のトウガラシ添加食品未摂取期間を経た28日目のLSRに関しては、介入前に比べ若年者は短縮していたが、高齢者では有意な差を認めなかった。

以上よりトウガラシ添加食品の20日間の摂取は、年齢や個人の嚥下機能状態に関係なく嚥下反射機能の改善効果がある可能性が示唆された。また、高齢者は嚥下機能を維持させるためには摂取期間を7日以上空けないようにトウガラシ添加食品を摂取すれば、機能低下を予防でき若年者と近い機能状態を維持できる可能性が示唆された。

## 2. 今後の課題

本研究で用いたトウガラシ添加食品は、カプサイシンを単独で摂取した場合と同様に嚥下機能改善効果があることが示唆された。しかし、カプサイシン以外の食品中の成分が嚥下機能にどのように関係しているのかは明らかではないため今後検討の必要がある。また、今回は1日の摂取回数や摂取間隔、機能改善に必要な継続期間に関しては他との比較を実施していない。そのためより生活に取り入れやすい摂取方法の検討が必要である。

また、今回は対象を健常高齢者として検討したが、嚥下機能が低下する前に対策を実施すれば、より高い機能維持につながる可能性がある。そのため、介入時期の検討とその効果の検証が必要である。

さらに、今回はトウガラシ添加食品を用いた効果を検証した。今回用いた食品は、トウガラシの特徴がそれほど出やすいものではないが、食品は嗜好に影響しやすい。そのため、今後は自分に合った方法を選択できるように選択肢を増やしていく必要がある。

## 要旨

**【目的】** 多くの高齢者は、嚥下機能が低下し誤嚥性肺炎を罹患しやすい。なかでも誤嚥に直結しやすい嚥下反射惹起遅延が問題である。そこで、本研究は高齢者の嚥下反射機能低下予防に対して、効果的で、かつ日常生活で取り組みやすい方法を提案することを目的とする。

**【研究 1】** 高齢者の嚥下反射惹起性の低下のメカニズムを明らかにするために文献レビューを行った。その結果、咽喉頭粘膜における感覚神経の分布の減少により刺激の感受性が低下しているために、嚥下反射惹起遅延をきたしていることが考えられた。そこで、高齢者の嚥下機能の生理的变化に対しての看護介入の現状について文献レビューを行ったところ、理学的な介入はなされているが、生理的变化に直接的に働きかけた看護介入はなされていなかった。

**【研究 2】** 健常高齢者に対して咽喉頭粘膜における感覚刺激の加齢性変化の有無を明らかにすることを目的に若年者との比較による調査研究を行った。その結果、高齢者の約半数は咽頭期嚥下の異常を示す症状を経験していた。また、高齢者の嚥下反射潜時は正常範囲内であるものの若年者よりも有意に延長していた。以上より、健常高齢者であっても嚥下反射機能は潜在的に加齢性変化をきたしており、自覚症状にも現れやすくなっていることが示唆された。

**【研究 3】** 日常的に摂取されるカプサイシン含有トウガラシ添加食品による嚥下反射惹起遅延の改善を目的に健常高齢者を対象に介入研究を行った。その結果、本研究で用いたトウガラシ添加食品（白菜の浅漬け）の 20 日間の摂取は、カプサイシンを単独で摂取した場合と同様に嚥下機能改善効果があることが示唆された。しかし、その後 7 日間のトウガラシ添加食品の未摂取は嚥下反射機能を介入前程度に低下させた。このことより高齢者の嚥下機能維持のためには 7 日以上摂取間隔は避ける必要がある可能性が示唆された。

**【結論】** 高齢者の加齢性の嚥下反射惹起遅延の原因には、咽喉頭粘膜における感覚刺激の感受性低下に因るものが考えられ、これに対しトウガラシ添加食品（白菜の浅漬け）の 20 日間の摂取は高齢者の嚥下機能を改善させ、低下を予防するためには摂取間隔を 7 日以上あけないことが示唆された。以上のことを高齢者の嚥下反射機能低下予防のための方法の一つとして提案する。

## Abstract

**Purpose:** Many elderly individuals experience declines in swallowing function, increasing the risk of aspiration pneumonia. Delays in the swallowing response, which can easily lead to aspiration, are a particular problem. The aim of the present study was to propose effective and easily implemented day-to-day methods of preventing functional decline in the swallowing reflex among elderly individuals.

**Study 1:** We performed a review of the literature to clarify the mechanisms underlying decline in swallowing response initiation among elderly individuals. The results of this review suggested that susceptibility to stimulation was decreasing as a result of a reduction in the distribution of sensory nerves in the pharyngolaryngeal mucosa, causing delays in the swallowing response. When we then reviewed the literature regarding current nursing interventions for physiological changes to swallowing function in elderly individuals, we found that while physical interventions were being performed, no nursing interventions to directly encourage physiological changes were being applied.

**Study 2:** We conducted an investigative study in which we compared healthy elderly individuals with young individuals to clarify whether age-related changes existed in sensory stimulation of the pharyngolaryngeal mucosa. As a result, we encountered symptoms indicating abnormalities in the pharyngeal phase of swallowing in approximately half of the elderly individuals. Furthermore, latency of the swallowing response in elderly individuals was within the normal range, but was significantly longer than that of young individuals. These findings suggested that even healthy elderly individuals latently experience age-related changes in swallowing response function, making subjective symptoms prone to appearing.

**Study 3:** We conducted an interventional study of healthy elderly individuals to improve delays in the swallowing response using routinely ingested foods with added red peppers containing capsaicin (pickled Napa cabbage). The results suggested that ingesting foods with added red peppers for 20 days had the same improvement effect on swallowing function as ingesting capsaicin alone. However, ingesting foods with no added red peppers for the next 7 days reduced swallowing response function to pre-intervention levels. This suggested that intervals of  $\geq 7$  days without capsaicin ingestion need to be avoided to maintain swallowing function in elderly individuals.

**Conclusions:** Factors reducing the susceptibility of the pharyngolaryngeal mucosa to sensory stimulation are likely causes of age-related delay in swallowing response among the elderly. Swallowing function in elderly individuals can, however, be improved by ingesting foods with added red peppers (pickled Napa cabbage) for 20 days, although our results suggested that ingestion intervals of  $\geq 7$  days should be avoided to prevent declines. The above is our proposed method of preventing functional declines in swallowing response among the elderly.

## 発表論文一覧

1. Satoko Shin, Nobumichi Shutoh, Miho Tonai, Naoko Ogata (2016). The Effect of Capsaicin-Containing Food on the Swallowing Response. *Dysphagia* 31(2), 146-153.

## 謝辞

大分県立看護科学大学大学院にて、研究課題「健常高齢者に対する嚥下反射機能低下予防法に関する研究」に取り組み、1つの過程を終え、ここにその成果をまとめることができましたことをご報告申し上げますと共に厚くお礼申し上げます。

本研究を実施するにあたり、調査にご協力いただきました対象者の皆様、ご多忙中にもかかわらず快く調査へのご協力、ご支援賜りました株式会社寿雲常務取締役兼有料老人ホーム彩雲管理者 三ヶ田将弘様、介護老人保健施設健寿荘理事長 帆秋孝幸先生、同施設長 増井玲子先生、NPO 法人うさぎとかめ統括管理者 浜田典子様、および職員の皆様に心より感謝申し上げます。また、調査の実施において重要不可欠の介入媒体の提供に快くご協力くださいました別府漬物有限会社社長 三浦秀樹様をはじめ職員の皆様に心よりお礼申し上げます。

研究全般を通じて長い間ご指導いただきました大分県立看護科学大学教授 藤内美保先生、准教授 安部眞佐子先生、遠くの地より見守ってくださった元大分県立看護科学大学准教授 江藤真紀先生に深く感謝申し上げます。主指導教員の藤内美保教授には、長い間温かく見守っていただきながら昼夜を問わず指導にお時間を割いていただくなど本研究の完成にご尽力を賜りました。多くの導きをいただきありがとうございました。また、研究データの分析に関しまして的確で丁寧なご指導を賜りました神戸大学大学院海事科学研究科講師 首藤信通先生に心よりお礼申し上げます。

さらに、大分県立看護科学大学教授 高野政子先生、教授 濱中良志先生、教授 福田広美先生にはとても丁寧なご助言をいただきました。先生方のおかげで本研究論文はより洗練され、看護研究としての意義や価値を高めることができました。審査開始から修了に至るまで温かいお言葉とご支援を賜りましたこと深謝申し上げます。

最後に、本研究を進めていくにあたり、終始温かく支えて励ましてくださった大分県立看護科学大学学長 村嶋幸代先生をはじめ教職員の皆様、基礎看護学研究室の先生方、挫折しそうになるたびに励ましてくださった博士課程（後期）同期生の三ヶ田暢美さん、石丸智子さん、論文を書くにあたり具体的なアドバイスや支援をしてくださった大学院同窓生である桑野紀子さん、赤星琴美さん、絶えず応援をしてくれた家族に深く感謝いたします。

2016年3月