

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007-2008

課題番号：19592222

研究課題名（和文） 加齢が嚥下動態に及ぼす影響に関する研究

研究課題名（英文） A study of functional change of swallowing with ageing

研究代表者

坪井 明人（TSUBOI AKITO）

東北大学・病院・准教授

研究者番号：00241646

研究成果の概要：加齢が嚥下機能へ及ぼす影響を明らかにするために、口腔および咽喉頭領域に器質的異常を認めない健康な成人男性6名（青年期（3名）：25～30歳、中年期（3名）：36～47歳）に嚥下運動をさせ、そのときの口輪筋、頬筋、咬筋、顎舌骨筋前腹（舌骨上筋群）および舌骨舌筋から筋活動を記録し、分析した。その結果、中年期頃までは嚥下機能の有意な変化は認められないことが明らかになった。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学、補綴系歯学

キーワード：加齢、嚥下機能、筋活動

1. 研究開始当初の背景

高齢化社会を迎え、生涯を通じて「楽しく食べられる」ことは、現在重要な課題となっている。殊に本邦では、いわゆる「団塊の世代」が高齢者となる時代が迫っており、高齢者における嚥下動態の解明は急務である。

嚥下障害の主な原因の一つに加齢変化が指摘されており（Groher 1997）、これまでも嚥下動態の加齢変化については、いくつかの研究がなされてきた（Ekberg et al. 1991, Schindler et al. 2002）。その結果、健康な老人では、口腔や咽喉頭の機能低下が認められても、嚥下に関しては無症状であり、食物に

制限なく安全に飲食できる（Tracy et al. 1989, Shaw et al. 1995）とする説が、現在最も広く知られている。しかし、高齢者では嚥下機能の低下があるのにもかかわらず何故嚥下障害を訴えることが少ないのか、さらには、高齢者の嚥下動態への加齢の影響とは如何なるものか、という疑問には未だ納得のいく答は得られていない。

2. 研究の目的

これまでの嚥下動態の研究の多くは、嚥下諸器官の解剖学的構造と動き、および食塊の

動きを経時的に観察できる嚥下造影（ビデオ X線造影、VF）を用いたものである（Beck et al. 1990, Yoshikawa et al. 2005）。しかし、VFによって観察された現象が起きている部位における実際の嚥下圧や筋活動の様相は不明であり、推測の域を出ない。また、嚥下は多くの筋の協調運動により成立しており、個々の筋がタイミングよくかつ適切な収縮量にて、活動していることが重要である（Jaradeh 1994）。

そこで本研究では、ライフステージが異なる健常者を対象に、嚥下機能および嚥下時の筋活動を分析することにより、嚥下機能の加齢変化を描出するに適するパラメータを明らかにすることを試みた。

3. 研究の方法

(1) 被験者

被験者は、上下顎ともに第二大臼歯までの歯列を有し、口腔および咽頭・喉頭領域に器質的異常を認めない成人男性 6 名について、20～25 歳（青年期）3 名、35～47 歳（中年期）3 名の 2 群となるように選定した。さらに、i) 嚥下障害の自覚がないこと、ii) 脳梗塞や神経疾患の既往がないこと、をも選定条件とした。なお、65～70 歳（高年期）の被験者の選定は適わなかった。これらの被験者には十分なインフォームドコンセントを行い、本研究への参加の承諾を得た。本研究は、東北大学大学院歯学研究科研究倫理専門委員会の承認（受付番号 20-18）のもとに実施された。

(2) 測定項目および測定方法

記録対象とした筋は、口輪筋、頬筋、オトガイ舌筋、顎二腹筋前腹および咬筋とした。口輪筋および頬筋の筋活動は、テフロン被覆ステンレスワイヤー電極（直径 100 μ m）を用いて双極導出した（電極間距離 10mm）。オトガイ舌筋の筋活動は、レジンスプリントを応用した電極固定装置に塩化銀ボール電極（YZ-0073、日本光電）を固定し、右側舌下ヒダ付近から双極導出した（電極間距離 10mm）。また、顎二腹筋前腹および咬筋の筋活動は、塩化銀表面電極（直径 10mm、19329、Medelec）をそれぞれの筋の走行に平行に電極間距離 20mm となるように貼付し、双極導出した。不感電極（SDC-112、GE 横河メディカルシステムズ）は後頸部皮膚表面に設置した。これらの筋活動の導出と同時に、嚥下運動の指標として甲状軟骨の運動をストレインゲージを応用して記録した。

(3) 被験食品

被験食品には、室温水および嚥下直前の大ききまで破碎したピーナツを用いた。

(4) 実験手順

実験は、被験者の頭部を固定せず、フランクフルト平面が床と平行になるように被験者を椅子に座らせ、リラックスした開眼状態で行った。この条件の下で、被験食品を験者の合図とともに嚥下させた時の各嚥下関連筋の筋活動および甲状軟骨の運動を記録した。同じ被験食品での嚥下動作は 3 回行った。なお、筋活動が明瞭に記録できなかった場合には再度記録した。

(5) データ分析

導出された各筋活動は、マルチチャンネル生体信号増幅器（MA-1000、デジテックス研究所）で増幅後、A/D 変換ボード（sampling frequency 2kHz）を介して PC に取り込み、記録分析した。甲状軟骨の運動は、ストレインゲージからの出力を動ひずみアンプにより増幅した後、筋活動電位と同時に A/D 変換して PC に取り込み、記録分析した。

実験によって得られたデータを、①被験食品の位置の経時変化、②嚥下時間（甲状軟骨の運動開始から終了まで）、③各嚥下関連筋における筋活動量、活動開始時間と終了時間および持続時間について分析した。活動様相の群間比較には、Dr. SPSS II を使用し、 χ^2 検定、Kruskal-Wallis 検定にて有意差検定を行った。有意水準 5% 未満を統計学的有意とした。

4. 研究成果

(1) 嚥下の様子

喉頭の挙上運動に先立ち、顎二腹筋前腹の活動量の増大が観察された。この顎二腹筋前腹の活動は、喉頭が運動している間、継続した。咬筋は、顎二腹筋前腹の筋活動の増加に伴い、その活動量を増加させた。一方、口輪筋は、嚥下を開始する前に、活動量を著しく増大させるものの、嚥下の開始とともに、その活動を速やかに減少させた。頬筋の筋活動は、口輪筋の筋活動に同期して増減したが、特に、喉頭の挙上運動の直前、すなわち、食塊が咽頭へ移動する直前に最大の活動を示した。また、オトガイ舌筋は、顎二腹筋前腹の筋活動量が増加した直後から、その活動量を増加させた。

図 1 に、各条件における嚥下関連筋の筋活動様相の典型例を示す。左から、空嚥下（唾液嚥下）時（S-a）、コップから 5cc の水を自由に一回で嚥下させた時（W-s）およびストローを用いて 1 度に嚥下可能な量を吸い、これを自由嚥下させた時（W-c）の EMG の典型例をそれぞれ示す。また、各 EMG 波形は、上段より、左側口輪筋（L-Oo）、右側口輪筋（R-Oo）、左側頬筋（L-Buc）、右側頬筋、

(R-Buc)、左側顎二腹筋前腹 (L-Dig)、右側顎二腹筋前腹 (R-Dig)、左側咬筋 (L-Mas) および右側咬筋 (R-Mas) である。

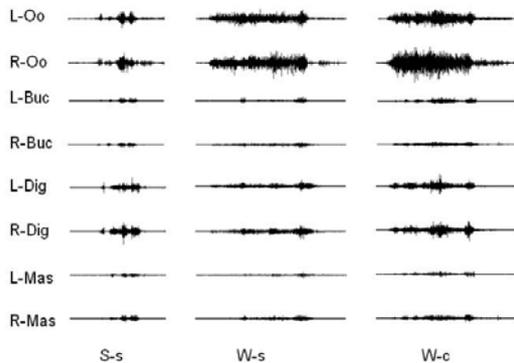


図1 嚥下関連筋の筋活動様相の典型例

(2) 筋活動の時間的分析

嚥下時間は、食品性状ならびに年齢による有意差を認めなかった (図2)。

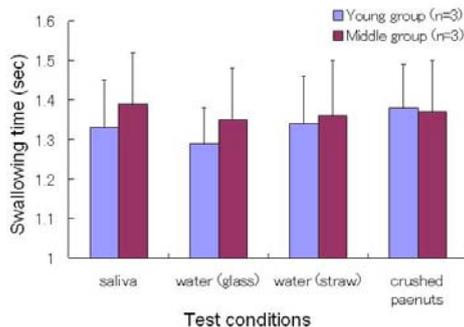


図2 嚥下時間

また、本実験条件下では、各被験筋における活動開始時間、活動終了時間、および持続時間に有意差は観察されなかった。年齢による有意差も認められなかった。

なお、持続嚥下については、被験食品を口腔内に取り込んでいる時間と各筋活動の開始時間が明確に分離できなかったため、今回は分析していない。

(3) 考察

近年の高齢化社会の進展とともに、腫瘍摘出による欠損のような明らかな器質的問題やパーキンソン病などの神経学的疾患が認められないにもかかわらず、嚥下障害を訴える患者の増加が認められる。このような原因が明らかではない高齢者の嚥下障害は、これ

まで、加齢や心因性障害が要因であるとされてきた。一方、歯の欠損による咀嚼力の低下や唾液分泌の低下、味覚の低下、注意・集中力の低下等、嚥下機能そのものの低下とは言い難い要素によって高齢者の嚥下障害が説明されることもあり、これは、嚥下機能は加齢による影響をほとんど受けないことを推察させる。

本研究により、嚥下時間は、食品性状ならびに年齢による有意差を認めず、また、各被験筋においても活動開始時間、活動終了時間および持続時間に実験条件の違いによる有意差は認められなかった。すなわち、少なくとも40歳代までは、明らかな嚥下機能の低下は認められないことが示唆された。

Vaimanら(2004)は、440名の健康な成人男女(18~78歳)を被験者とし、年齢に基づいて6群(18-30歳、31-40歳、41-50歳、51-60歳、61-70歳、71歳以上)に分け、唾液嚥下、水(5ml)の一回嚥下および連続嚥下に要する時間について筋電図を用いて検討し、その結果、70歳未満では、嚥下時間に年齢による有意差は認められないことを報告している。Vaimanら(2004)の報告は、本研究の結果とほぼ一致するものであった。

一方、嚥下は、咀嚼によって形成された食塊が、随意運動によって舌の上に集められ(口腔相)、その後方に位置する咽頭に送られた(咽頭相)後、食道の蠕動運動(食道相)が誘発され遂行される。これらの一連の活動は、口腔、咽頭領域を支配する三叉神経、舌咽神経、迷走神経により誘発される反射運動(不随意運動)がその多くを占める。また、嚥下が円滑に遂行されるためには、随意運動から不随意運動に恙無く移行されなければならない。

しかし、嚥下運動に関連する筋活動については、定性的な報告は散見されるものの、如何なる筋が何時どの程度の活動を示すのかを明確に測定し定量的に扱った報告はほとんど認められない。この原因として、嚥下に関連する筋の多くが、皮下深部に位置することが、筋活動の導出や記録を困難とする要因であると考えられる。

Broussardら(1998)は、嚥下運動を制御する運動ニューロン活動が、末梢からの入力の影響はほとんど受けず、脳幹にあるパターンジェネレータからの遠心性情報により調節されるとしている。これは、嚥下運動が一旦生じると諸々の筋が秩序だって活動して嚥下を速やかに完了させるという現象と一致する。我々も、嚥下の口腔期および準備期における表情筋群と咀嚼筋群との協調活動を、ウサギの脳幹レベル(Tsuboiら2001、2003)ならびにヒト(Tsuboiら2003、Hanawaraら2008)において検索し、口腔相すなわち随

意運動中であっても筋活動の協調性を明らかにしている。さらに、歯列による固有口腔の形成が、食塊の形成や咽頭への送り込みに重要な役割を果たしている(土岐ら 2006)ことが明らかにされており、嚥下に関連する筋の部分的な機能低下は、他の筋による代償性変化をもたらす可能性があることが推察される。

これらのことから、嚥下運動が、加齢変化を受けにくい脳幹に存在するパターンジェネレータにより制御される不随意運動であることが、加齢による嚥下機能自身の機能低下が観察されにくい原因であると考えられた。

現在、本邦は超高齢化社会へ急速に進んでいる。団塊の世代の高齢化に伴い、摂食・嚥下障害を訴える高齢者が劇的に増加することが予想される。しかし、現在、高齢者における嚥下機能の正常値は不明であるため、嚥下障害の診断は、自覚症状の有無や RSST などに代表される定性的検査によってなされているのが現状である。本研究により、加齢に伴う嚥下動態の変化とその原因因子の一部が明らかになり、現状では不明である高齢者の嚥下機能の正常値を決定する一助となると考えられる。この結果は、加齢変化を考慮した嚥下障害の診断、治療目標の設定を可能とし、さらには、嚥下補助食品の開発過程にも有益な情報をもたらすことを期待させる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ①渡邊誠、坪井明人、大井孝. 認知症の歯科治療. *Dementia Japan* 22(2): 269-278, 2008. (査読有)

[学会発表] (計1件)

- ①Takafuji Y, Tsuboi A, Itoh S, Nagata S, Tabata T, Watanabe M. Response properties of TMJ mechanosensitive neurons during masticatory jaw movement of rabbit. 86th General Session & Exhibition of the IADR, Satellite symposium, July 1, 2008, Toronto, ON, Canada.

[図書] (計1件)

- ①植松宏 (監修)、植田耕一郎、森戸光彦、渡邊誠 (編著)、岩佐康行、岩松正明、小城明子、坪井明人、水戸祐子、結城直子、梁洪淵 (著). 介護の味方 これからはじめる認知症高齢者の口腔ケア. 末永書店、京

都、2008、pp.100.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坪井 明人 (TSUBOI AKITO)

東北大学・病院・准教授

研究者番号: 00241646

(2) 研究分担者

山口 哲史

東北大学・病院・助教

研究者番号: 50400263

渡辺 誠

東北大学・大学院歯学研究科・客員教授

研究者番号: 80091768

伊藤 進太郎

東北大学・大学院歯学研究科・大学院非常勤講師

研究者番号: 00361105

(3) 連携研究者