

2021 年度博士論文(要旨)

高齢者の嚥下運動要因への介入方法に関する研究

桜美林大学大学院 老年学研究科 老年学専攻

荒川 武士

目次

第1章	はじめに	
1.	背景, 用語の定義付け	1
2.	研究全体の構成	1
第2章	研究1: 舌骨上筋群の筋活動を効果的に導く頭部挙上方法の検討	
1.	目的	1
2.	方法	2
3.	結果	2
4.	考察	2
第3章	研究2: 高齢患者への嚥下運動要因への介入が嚥下能力に及ぼす影響	
1.	目的	3
2.	方法	3
3.	結果	4
4.	考察	5
第4章	総合考察	5
	文献	6

第1章 はじめに

1. 背景、用語の定義付け

嚥下は単に栄養摂取の手段にとどまらない。嚥下能力に関連する日常生活動作の食事は生存に必要なばかりでなく、日常の大きな楽しみでもある。また、食事動作は障害者の日常生活活動において難易度が最も低く、脳血管障害者では最後まで自立している項目でもある¹⁾。虚弱高齢者における摂食・嚥下機能低下は、健康関連 Quality of life（以下、健康関連 QOL）の低下に大きく関与すること²⁾、誤嚥が原因で起こる誤嚥性肺炎は生命に大きく影響すること³⁾なども指摘されている。以上から、嚥下に対する取り組みは、人の尊厳や生命を守るうえで大きな意味があると言え、積極的に維持・向上すべき能力と考えられる。

ものを食べる動作は、5期モデルにて説明される⁴⁾。本研究において「嚥下」とは口腔期、咽頭期、食道期の狭義の嚥下を指すこととし、「嚥下障害」とは狭義の嚥下が障害されることとする。また、嚥下関連筋群や嚥下に影響を与える姿勢運動項目を「運動要因」と呼ぶこととし、嚥下障害を吉田の提案^{5,6)}に準じ、嚥下運動障害と捉えることとする。嚥下障害には嚥下中枢を損傷して生じるものと嚥下中枢を損傷していないにもかかわらず生じるものがある⁷⁾。後者の代表例に加齢と一側の大脳半球障害によるものがあり、これらの中には、嚥下運動が阻害されている者が含まれている可能性がある⁸⁾と推測された。そこで、前期課程において嚥下障害に関連する運動要因を横断研究にて検討し、舌骨上筋群の筋力、頸部可動域（伸展）、脊柱後弯度が嚥下障害の関連要因であることを報告した⁸⁾。これらの関連要因に対する介入研究にて、効果的な治療方法を明らかにすることは重要な課題である。中でも舌骨上筋群の筋力は嚥下に関わる直接要因と考えられるため、本研究では舌骨上筋群に着目して介入することとした。

2. 研究全体の構成

本研究は、研究1から研究2にて構成される。

研究1では、舌骨上筋群が最も活動する運動方法を、健常高齢者を対象に検討した。

研究2では、研究1にて明らかとなった方法にて高齢患者へと介入し、その効果を検討した。

第2章 研究1：舌骨上筋群の筋活動を効果的に導く頭部挙上方法の検討

1. 目的

舌骨上筋群の筋活動を促す方法は種々の報告があるが、本邦においても普及しているものの1つに頭部挙上訓練法がある。頭部挙上の方法は、原法⁹⁾では「volunteers were instructed to raise their heads high enough to be able to observe their toes without raising their shoulders off the ground」、日本語訳では「肩を床につけたまま、顎を引いて頭をつま先がみえるまで高く上げてください」¹⁰⁾と口頭指示しており、他の先行研究でも同様の方法で実施されている。頭頸部の挙上すなわち矢状面での屈曲運動は運動学的に頭部屈曲、頸部屈曲、頭頸部屈曲の3種類があるが¹¹⁾、3種のどの挙上運動が最も効果的に舌骨上筋群の筋活動を導く方法であるかを検討した研究は見当たらない。そのため、研究1では舌骨上筋群の筋活動が多い頭部挙上方法を明らかにするとともに、研究2で実施

する頭部挙上方法を決定することを目的とした。

2. 方法

対象は、65歳以上の健常高齢者25名（男性10名、女性15名、 76.0 ± 7.1 歳）とした。除外基準は、神経疾患の既往歴がある者、頸部、脊柱に著明な関節可動域制限や痛みを有する者、頭部挙上運動に対するリスクを呈する者、口頭指示が理解できない者、摂食嚥下機能に問題を有する者とした。被検筋は、舌骨上筋群、胸鎖乳突筋とした。測定課題は、頭部屈曲運動、頸部屈曲運動、頭頸部屈曲運動の3種類とした。頭部屈曲運動は、基本軸を外耳道孔を通る床からの垂直線とし、移動軸を外眼角と外耳道孔を結ぶ線とした¹²⁾。「頭をベッドから離さずに顎を引いてください、うなずいてください」と指示した。頸部屈曲運動は「肩を床につけたまま、顎をあげて（引かずに）頭をつま先がみえるまで高く上げてください」と指示した。頭頸部屈曲運動は、「肩を床につけたまま、顎を引いて頭をつま先がみえるまで高く上げてください」と指示した。計測前に3種の屈曲運動の違いを理解するまで練習し、計測中は本研究とは無関係な理学療法士1名が監視して運動の信頼性を担保した。同時に運動中の顔色、呼吸状態などの観察および自覚症状の問診を行い、安全性を確保した。

筋電図の解析区間は、屈曲運動が停止した1秒後を解析開始点とし、4秒後を解析終了点とする3秒間とした。得られた筋電図データは、各筋群の原波形を整流後、平均振幅を算出した。各測定課題の値は異なる被検者と被検筋から得られた筋活動であるため、頭部屈曲運動時の値を100%と規定して頸部屈曲運動時と頭頸部屈曲運動時の筋活動の割合(%)を求めた。統計解析は、各群において、各被検筋の各運動ごとの筋活動をFriedman検定、多重比較にて検討した。有意水準は5%とした。

3. 結果

舌骨上筋群、胸鎖乳突筋ともに正規性が確認されなかったためFriedman検定にて検討した。舌骨上筋群は、頭部屈曲運動を100としたときの筋活動の割合が頸部屈曲運動68.8 [51.7-97.8] (%、中央値、[]内は四分位範囲、以下同様)、頭頸部屈曲運動64.4 [46.8-95.6]であり、有意な主効果が認められた ($p < 0.01$)。多重比較 (Bonferroni 補正 Wilcoxon 符号順位検定) の結果、頭部屈曲運動が頸部屈曲運動、頭頸部屈曲運動よりも有意に筋活動が高かった (頭部屈曲 - 頸部屈曲 : $p = 0.014$, 頭部屈曲 - 頭頸部屈曲 : $p = 0.001$)。胸鎖乳突筋は、頭部屈曲運動を100としたときの筋活動の割合が頸部屈曲運動173.3 [105.9-255.0]、頭頸部屈曲運動144.3 [118.0-255.0]であり、有意な主効果が認められた ($p = 0.001$)。多重比較 (Bonferroni 補正 Wilcoxon 符号順位検定) の結果、頭部屈曲運動が頸部屈曲運動、頭頸部屈曲運動よりも有意に筋活動が低かった (頭部屈曲 - 頸部屈曲 : $p = 0.003$, 頭部屈曲 - 頭頸部屈曲 : $p = 0.007$)。

4. 考察

本結果より、頭部屈曲運動による頭部挙上訓練は効果的に舌骨上筋群を活動させることができる理想的な運動方法である可能性が示唆された。従来の方法である「頭をつま先がみえるまで高く上げてください」という口頭指示は頭の重さを重力に抗して持ち上げる運

動となるため、頭部屈曲運動に頸部屈曲運動が加わった頭頸部屈曲運動となる。一方、頭部屈曲運動は頭部を持ち上げる必要がなく、頸部屈曲運動が加わらないために舌骨上筋群を効果的に活動させることができたと推測された。

第3章 研究2：高齢患者への嚥下運動要因への介入が嚥下能力に及ぼす影響

1. 目的

研究1にて頭部屈曲運動が最も舌骨上筋群の筋活動を導く方法であることが明らかになった¹³⁾。一方で、筋電図計測は3秒間の平均振幅値であり、必ずしも嚥下能力の直接的な効果の検討ではなかったため、実際に患者を対象とした治療法として応用した際に嚥下能力の向上を導くことが可能であるか検証が必要であった。

そこで研究2は、回復期病棟入院中の高齢患者を対象に頭部屈曲運動を実施し、嚥下能力の改善に与える影響を検討することを目的とした。高齢患者を対象とすることで、嚥下障害を有する高齢患者の嚥下能力改善のための有効な手段の開発に寄与できるものと期待された。

2. 方法

対象は、都内A病院に入院している高齢者70名とした。選択基準は、65歳以上、嚥下障害がない（反復唾液嚥下テスト3回以上/30秒¹⁴⁾）、運動器疾患（下肢疾患、単一部位の疾患）または脳血管疾患（初回の脳血管障害、単一病変）とした。除外基準は、嚥下能力の低下に関係する要因¹⁵⁾として、頸部伸展の可動域と脊柱後弯度があるため、頸部伸展の可動性の低下が強い者と脊柱後弯が強い者は嚥下機能が低いと想定されるため対象から除外した。サルコペニアは嚥下障害の独立した因子であることが報告¹⁶⁾されていることからAsian Working Group for Sarcopenia 2019¹⁷⁾のコミュニティーセッティングにおける評価項目である握力男性28kg未満、女性18kg未満（脳血管障害者は非麻痺側にて計測）または5回椅子立ち上がりテスト12秒以上の者も除外基準とした。その他の除外基準は、頭部屈曲運動に対するリスクを呈する者、口頭指示が理解できない者、看護師や言語聴覚士による摂食嚥下リハビリテーションが実施されている者とした。サンプルサイズの推定は、G*Powerにて二元配置分散分析（有意水準（ α ）：0.05、検出力（power）：0.8）で計算した結果、66例が必要であった。本研究中に5%の脱落を仮定し、全症例数を70名とすることとした。

対象者を疾患によるバイアスを排除するために運動器疾患と脳血管疾患の疾患別に層別化したうえで、入院順に介入群と対照群を交互に割り付ける準ランダム化比較試験を実施した。介入群の介入内容は背臥位での頭部屈曲反復運動とした。枕なしでの背臥位時における肢位を開始肢位として「頭をベッドから離さずに顎を引いてください（うなずいてください）」と口頭指示した。屈曲角度は自動運動で可能な最大角度とした。頻度と期間は1日に30回×3セットを2週間実施した。強度は自覚的運動強度としてBorg Scaleを用い、運動時の主観的負担度は13（ややきつい¹⁸⁾）とした。介入時には経験年数10年目の理学療法士（研究協力者2）または経験年数3年目の理学療法士（研究協力者3）が監視し、介入前・中・後のリスク管理として土居・アンダーソンの基準^{19,20)}に従い、血圧、脈拍、呼吸状態、顔色の確認および体調等を問診した。また、実施コンプライアンスと運動

の信頼性の担保として視診により運動方法および回数を確認した。対照群の課題は通常のリハビリテーションのみとし、嚥下能力、機能への介入はしないとした。全参加者は毎日8~9単位のリハビリテーションが実施され、研究期間中の1日実施平均単位は8.6単位であった。

評価は、基本属性として年齢、性別、Body Mass Index (以下、BMI)、診断名、発症(手術)からの日数、Functional Independence Measure (以下、FIM) 運動項目を調査した。主要アウトカム指標を3回の唾液嚥下に要する時間(以下、3回唾液嚥下積算時間)とし、健口くん(武井機械工業)にて計測した²¹⁾。副次的アウトカム指標は舌圧、開口力、口腔関連 Quality of life (以下、QOL) 尺度の General oral health assessment index (以下、GOHAI) を評価した。舌圧計測には JMS 舌圧測定器を使用した。3回計測し、平均値を算出した²²⁾。開口力計測には開口カトレーナー(リプト社製)を使用した。3回計測し、最大値を代表値とした²³⁾。GOHAI は自記式にて回答してもらい、総合得点を算出した。アウトカム指標は介入前後に研究協力者1が評価した。

介入群、対照群のベースライン時の基本属性、評価項目について Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認したのち、正規性が認められた場合は対応のない t 検定にて、正規性が認められなかった場合は Mann-Whitney U 検定にて検討した。名義尺度に関しては、 χ^2 検定または fisher の直接確率検定にて検討した。介入群で脱落者が生じた場合は、intention to treat 解析 (ITT 解析)^{24,25)} に則り、対照群の介入に変更し、介入群として処理した。対照群で脱落者が生じた場合は、介入後の値に介入前の値を代入して処理した。

介入の効果を明らかにするために、介入群、対照群のアウトカム指標の介入前後の値の変化を以下のように検討した。Shapiro-Wilk 検定にて正規性が認められた場合は、二要因(時間×群)の反復測定による分散分析にて交互作用を検討した。交互作用を認めた場合は対応のある t 検定にて前後の差の検定を実施した。正規性が認められなかった場合は、各群の前後の差を Wilcoxon の符号付順位和検定にて検討した。また、効果量 (r) を算出して Cohen の指標²⁶⁾ を基準に効果の大きさを求めた。

解析ソフトには SPSS ver. 24 (IBM 社製) を使用した。有意水準は 5% とした。

3. 結果

本研究期間中の入院患者は 379 名で、選択基準を満たし、参加を拒否せず、除外基準を満たさなかった 70 名が対象となった。疾患別に層別化し、入院順に介入群と対照群をマッチングさせながら割り付けた結果、介入群 35 名、対照群 35 名となった。介入群の 2 名が介入後に継続を拒否したため、拒否後は対照群介入となったが介入群として処理し、介入群 35 名として解析した。対照群に、脱落者(状態悪化による転院)が 1 名出現したため、介入後評価値に介入前評価値を代入して対照群 35 名として解析した。両群とも痛みや炎症症状の出現などの有害事象は出現しなかった。介入群は予定していた介入がすべて可能であった。

各群の基本属性、アウトカム指標のベースライン時の値はすべての項目において有意な差を認めなかった。3回唾液嚥下積算時間は正規性が認められた。二要因の反復測定分散分析を実施した結果、交互作用が認められた。介入群の平均値は介入前 7.9 ± 2.4 秒、介入後 6.1 ± 1.8 秒であり、対照群の平均値は介入前 7.2 ± 1.6 秒、介入後 7.0 ± 1.5 秒であった。

各群の介入前後の値を対応のある t 検定で検討したところ、介入群にのみ有意な減少が認められた。効果量 (r) は介入群で 0.66, 対照群で 0.16 であった。舌圧は正規性が認められた。二要因の反復測定分散分析を実施した結果、交互作用が認められた。介入群の平均値は介入前 23.5±7.0 kPa, 介入後 27.5±7.3 kPa であり、対照群の平均値は介入前 25.0±6.8 kPa, 介入後 26.0±8.3 kPa であった。各群の介入前後の値を対応のある t 検定で検討したところ、介入群にのみ有意な増加が認められた。効果量 (r) は介入群で 0.70, 対照群で 0.24 であった。開口力は正規性が認められなかった。介入群の中央値 [四分位範囲] は介入前 3.8 [3.0-4.5] kg, 介入後 4.1 [3.7-5.2] kg であり、対照群は介入前 3.8 [3.1-5.4] kg, 介入後 3.8 [3.4-5.3] kg であった。各群の介入前後の値を Wilcoxon の符号付順位和検定にて検討したところ、介入群のみ有意な増加を認めた。効果量 (r) は介入群で 0.63, 対照群で 0.08 であった。GOHAI は正規性が認められなかった。介入群の中央値 [四分位範囲] は介入前 59.0 [55.0-60.0] 点, 介入後 59.0 [55.0-60.0] 点であり、対照群は介入前 58.0 [55.3-60.0] 点, 介入後 58.0 [56.0-60.0] 点であった。各群の介入前後の値を Wilcoxon の符号付順位和検定にて検討したところ、両群とも有意な差を認めなかった。効果量 (r) は介入群で 0.32, 対照群で 0.19 であった。

4. 考察

先行研究では、1997 年に Shaker が健常高齢者を対象とした頭部挙上訓練において喉頭の前上方運動の改善と食道入口部の開大向上を報告している⁹⁾。しかし、負荷が強すぎてプロトコルを施行することが困難とも指摘されており²⁷⁾、本邦においても負荷を減らした方法の議論がされていた¹⁰⁾。Robert らは負荷軽減のため 45 度リクライニング肢位において Shaker と同プロトコル⁹⁾を実施し、同等の効果と主観的困難感の訴えが減少したと報告している²⁸⁾。しかし、負荷を軽減させたとしても 6 週間の介入期間は長期間と考えられ、臨床現場での導入は困難なことが推測された。本研究における介入期間は 2 週間であり、1 回の実施時間は 15~20 分程度であった。臨床現場でも導入しやすく現実的な介入期間と考えられた。また、介入群の脱落者が 35 名中 2 名と少なく、有害事象も出現しなかった。そして、介入群は全日程ですべての介入が可能であった。以上のことより頭部屈曲運動は短期間で効果があり、安全で継続しやすい運動方法であると推測され、嚥下能力を向上させる効果的な運動方法であることが示唆された。

第 4 章 総合考察

研究 1 では表面筋電図を用いて 3 種類の頭部挙上方法の舌骨上筋群の筋活動を計測した。頭部挙上方法は頭部屈曲、頸部屈曲、頭頸部屈曲の 3 種類があるが、運動学的に 3 種類のどの屈曲運動が優位であるか明確ではなく、どの挙上方法が最も効果があるかは検討されていなかった。そのため、3 種の頭部挙上時の舌骨上筋群と胸鎖乳突筋の筋活動を、筋電図を用いて調査したところ、舌骨上筋群の筋活動が最も高い挙上方法は頭部屈曲であった。研究 1 の限界として疲労や代償動作の影響の検討が挙げられた。今回は、周波数解析を実施していないため、今後は疲労や代償動作についてより詳細な検討が必要と考えられた。

研究 2 では頭部屈曲運動にて高齢者に実際に介入した際の嚥下能力の改善に与える影響を検討した。結果、3 回唾液嚥下積算時間の減少と舌圧、開口力の増加が認められた。頭

部屈曲運動は嚥下能力を向上させる効果的な運動方法であることが示され、嚥下障害を呈する高齢患者へ応用可能な有益な情報になることが示唆された。研究2の限界は、運動負荷量の設定として自覚的運動強度を用いたが、今後は客観的な運動負荷量の設定について検討する必要があると考えられた。また対象者が高齢患者であったため、今後は健常高齢者を対象とした介入研究を実施することで、老年学的にも嚥下能力低下の予防という観点にも有益なものになると考えられた。また、頭部屈曲運動が自主トレーニング可能かという点に関しても明らかにする必要があると考えられた。例えば、地域在住高齢者を対象とした嚥下機能向上教室を実施し、頭部屈曲運動をホームエクササイズとして指導した際の嚥下能力の改善に与える影響を調査することが必要であろう。

文献

- 1) 千野直一 監訳：FIM；医学的リハビリテーションのための統一的数据セット利用の手引き，医学書センター，東京．1991．
- 2) 森崎直子，三浦宏子他：虚弱高齢者における摂食・嚥下機能の低下と健康関連 QOL との関連性．老年歯科医学．2013；28：20-26．
- 3) Shinji Teramoto, Yoshinosuke Fukuchi, et al：High incidence of aspiration pneumonia in community- and hospital-acquired pneumonia in hospitalized patients: a multicenter, prospective study in Japan. J Am Geriatr Soc. 2008；56：577-579．
- 4) Leopold NA, Kagel MC：Swallowing, ingestion and dysphagia：a reappraisal. Arch Phys Med Rehabil. 1983；64：371-373．
- 5) 吉田剛，内山靖，他：喉頭位置と舌骨上筋群の筋力に関する臨床的評価指標の開発およびその信頼性と有用性．日摂食嚥下リハ会誌．2003；7：143-150．
- 6) 吉田剛，内山靖：脳血管障害による嚥下運動障害者の嚥下障害重症度変化と嚥下運動指標および頸部・体幹機能との関連性．日本老年医学会雑誌．2006；43：755-760．
- 7) 才藤栄一，植田耕一郎 監修：摂食嚥下リハビリテーション第3版，医歯薬出版，東京．pp17-18．2016．
- 8) 荒川武士，石田茂靖，他：脳血管障害者の嚥下障害に関連する運動要因の検討．理学療法学．2019；46：1-8．
- 9) Shaker R, Kern M, et al：Augmentation of deglutitive upper esophageal sphincter opening in the elderly by exercise, Am J Physiol. 1997；272 (Gastrointest Liver Physiol 35), G1518-G1522．
- 10) 日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会：訓練法のまとめ（2014版）．日摂食嚥下リハ会誌．2014；18：55-89．
- 11) Helen J, Dale A, et al 著，津山直一，中村耕三訳：新・徒手筋力検査法原著第9版，協同医書出版社，東京．pp31-39．
- 12) 鈴木重行：嚥下障害エクササイズ&ストレッチマスターBOOK．株式会社 gene．愛知．2017．38-39．
- 13) 荒川武士，小林秋太，他：舌骨上筋群の筋活動を効果的に導く頭部挙上方法の検討．日摂食嚥下リハ会誌．2021；25：114-119．
- 14) 小口和代，才藤栄一，他：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. 2000 ; 37 ; 375-382.
- 15) 荒川武士, 石田茂靖, 他 : 脳血管障害者の嚥下障害に関連する運動要因の検討. 理学療法学. 2019 ; 46 : 1-8.
- 16) Maeda K, Akagi J : Sarcopenia is an independent risk factor of dysphagia in hospitalized older people. *Geriatr Gerontol.* 2016 ; 16 : 515-521.
- 17) Liang-Kung Chen 1, Jean Woo, et al : Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020 ; 21 : 300-307.
- 18) Borg GA : Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982 ; 14 : 377-381.
- 19) 土肥豊 : 脳卒中リハビリテーションリスクとその対策. *Medicina.* 1976 ; 13 : 1068-1069.
- 20) Anderson AD : The use of the heart rate as a monitoring device in an ambulation program: a progress report. *Arch Phys Med Rehabil.* 1964 ; 45 : 140-146.
- 21) 伊藤直子, 森田恵子, 他 : 地域在住高齢者における体位・頭頸部角度の違いと嚥下機能—唾液嚥下積算時間を用いて—. *応用老年学.* 2015 ; 9 : 73—81.
- 22) Utanohara Y, hayashi R, et al : Standard values of maximum tongue pressure taken using newly developed disposable tongue pressure measurement device. *Dysphagia.* 2008 ; 23 : 286-290.
- 23) 戸原玄, 和田聡子, 他 : 簡易な開口力測定器の開発. *老年歯学.* 2011 ; 26 : 78-84.
- 24) Moher D, Hopewell S, et al : CONSORT 2010 explanation and elaboration : update guidelines for reporting parallel group randomized trials. *Int J Surg.* 2012 ; 10 : 28-55.
- 25) Detry MA, Lewis RJ, et al : The intention-to-treat principle : how to assess the true effect of choosing a medical treatment. *JAMA.* 2014 ; 312 : 85-86.
- 26) 水本篤, 竹内理 : 研究論文における効果量の報告のために—基礎的概念と注意点—. *英語教育研究.* 2008 ; 31 : 57-66.
- 27) Easterling C, Grande B, et al : Attaining and maintaining isometric and isokinetic goals of the shaker exercise. *Dysphagia.* 2005 ; 20 : 133-138.
- 28) Fujiki RB, Oliver AJ, et al : The Recline and Head Lift Exercises: A Randomized Clinical Trial Comparing Biomechanical Swallowing Outcomes and Perceived Effort in Healthy Older Adults. *J Speech Lang Hearing Res.* 2019 ; 62 : 1-13.