

令和 4 年 5 月 10 日現在

機関番号：34517

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2021

課題番号：16K01485

研究課題名(和文) 高齢患者に対する舌厚評価を交えた呼気筋トレーニングの効果検証

研究課題名(英文) Effect of expiratory muscle training with the inclusion of tongue thickness measurement in elderly patients

研究代表者

松尾 善美 (Matsuo, Yoshimi)

武庫川女子大学・健康・スポーツ科学部・教授

研究者番号：90411884

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：長期療養中の高齢患者の呼吸・嚥下・口腔機能、舌指標に対する呼気筋トレーニング(EMT)プログラムの効果を調査することであった。介入前後で各指標の改善率を比較した結果、EMT群で有意に呼吸機能(肺活量、%努力性肺活量、最高呼気流量、%最高呼気流量)と呼吸筋力(最高呼気筋力・%最高呼気筋力・最高吸気筋力)が改善していた($p<0.01$)が、その他の指標は改善しなかった。有害事象は発生しなかった。

監視下EMTは全例期間中完遂し、長期療養中の高齢患者にも耐えられる忍容性の高いトレーニングで呼吸機能、呼吸筋力を改善させた。高齢患者に対する誤嚥性肺炎の予防と治療に貢献する可能性があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

呼気筋トレーニングは呼吸中の呼気側のみ機器を用いて負荷をかける認知機能や嚥下障害のない高齢患者に分かりやすいトレーニングである。医療者の監視下では長期療養中の高齢患者にも耐えられ、有害事象も発生しない。四肢・体幹に機能低下が高齢患者に発生しやすいが、呼吸機能や呼吸筋力の低下に対する適切なトレーニングにより、誤嚥性肺炎の予防と治療に貢献する可能性があり、医療・介護・福祉サービスの関係者へ普及させることが望ましい。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the effects of expiratory muscle training (EMT) on swallowing function, tongue pressure / thickness, labial closure force, respiratory function and respiratory muscle strength in elderly patients undergoing long-term care. Subjects were elderly inpatients without dementia or dysphagia and were randomly assigned to either the EMT group or the sham group. The improvement rates of SVC, % FVC, PEF, % PEF, MEP, % MEP, and MIP were significantly higher in the EMT group. The EMT program was well tolerated, improved respiratory function and its muscle strength excluding swallowing function, tongue indicators and oral function in elderly patients, and had no adverse events. These results suggest that it may contribute to the prevention and treatment of aspiration pneumonia in the elderly undergoing long-term care.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：呼気筋トレーニング 舌厚 高齢患者 呼吸機能 嚥下機能 口腔機能

1. 研究開始当初の背景

(1) 高齢者の誤嚥性肺炎予防に繋がる介入法

近年、高齢患者の肺合併症を予防するための方法として注目されているのが口腔ケアである。口腔ケアはすでに社会的に支持されているものの、高齢者の誤嚥性肺炎予防に繋がる根拠となる研究はこれまでわずか一つしかなく、より計画された無作為下対照研究が必要であるとされている。このように、口腔ケアに関して、今なお肺炎の併発は多くの課題が残っている。肺合併症予防の他介入法として、海外では呼吸筋トレーニングは有用な方法であるとされている。しかし、我が国では脳梗塞後の摂食嚥下障害患者に対し、呼吸筋トレーニングを実施することで、呼吸筋力の改善および咳嗽能力の改善を認め、誤嚥性肺炎の予防につながったとの報告や我々が実施したシングルケーススタディなどがこれまで散見される程度であった。このように、我が国での高齢患者に対する呼吸筋トレーニングの効果についての検証は皆無である。

高齢者は、不活動、栄養不足により、四肢・体幹の骨格筋の筋量が減少し、握力低下や歩行速度の低下を特徴としたサルコペニアを有していることは広く知られているが、嚥下に関与する舌筋や舌骨筋群にもサルコペニアが生じていることはあまり知られていない。これらに適切な負荷を与え、筋をトレーニングすることは、四肢・体幹の骨格筋に対するレジスタンストレーニングと同じ介入と言える。しかし、これまで実施されてきた介入方法は頭部挙上訓練 (Shaker exercise) などのトレーニングであり、全対象者に一律に実施するものである。このように、客観的なデータを基に介入を実施し、その効果を明らかにしているとは言い難い。

(2) 舌の新しい計測法

近年超音波で測定した舌厚と高齢者の栄養状態との関連についても報告され、嚥下障害を生じさせるサルコペニアに罹患する舌筋に対する新たな客観的測定法として注目を集めている。

(3) 我々のこれまでの研究と残された課題

我々は平成24年度から27年度までの科学研究費補助金基盤研究Cを受給し、4ヶ年で「虚弱高齢者に対する呼吸筋トレーニングプログラムの開発」について、在宅の虚弱高齢者（介護保険受給中の要介護者）を対象とした介入研究を実施してきた。なお、中間報告として、平成27年5月にシンガポールで開催された国際学会World Confederation for Physical Therapy Congress で虚弱高齢者、呼吸・嚥下障害患者の呼吸筋トレーニング (Respiratory muscle training in frail elderly, patients with respiratory and swallowing disorders) というタイトルで中間発表を行った。この結果では、呼吸筋トレーニングに反応する対象者も存在するが、全例が改善した結果ではなかった。この研究は在宅での介入であったので、より詳細な医学的指標の不足により、改善しなかった要因を検討できなかった。また、定期確認を除き、家族に対して介入頻度と強度の確認をお願いしたが、アドヒアランスの不確実性がバイアスとして存在した。

このように、呼吸筋トレーニングの効果をアドヒアランスの制御可能な入院環境下の高齢患者でその効果を検証することが重要である。したがって、呼吸・嚥下・口腔機能改善に寄与する有効なアプローチに対するエビデンスを創出することが学術的に課題である。

2. 研究の目的

(1) 舌厚と呼吸機能検査との関連性の検討

長期療養中の入院高齢患者における超音波により測定できる栄養指標としての舌厚と呼吸機能検査、摂食・嚥下・口腔機能検査指標、ADL との関連について探索することであった。

(2) 長期療養中の高齢患者に対する呼吸筋トレーニングの効果の検討

通常口腔ケアを実施している入院高齢患者に呼吸筋トレーニング(EMT)群、シャムトレーニング(有効なトレーニング閾値未満の強度でのトレーニング実施)群による無作為下比較対照試験を実施し、呼吸・嚥下・口腔機能および舌指標に及ぼす効果について介入前後での舌厚、反復唾液嚥下テスト結果、改訂水飲みテスト結果、舌圧、口唇閉鎖力からその介入効果を検討する。以上を通じて、呼吸機能の改善を通じた肺合併症の予防および嚥下機能の改善に資する入院高齢患者に対する呼吸筋トレーニングの効果を検証することであった。

3. 研究の方法

(1) 舌厚と呼吸機能検査との関連性の検討

長期療養で入院中の高齢患者48名に超音波測定による舌厚と呼吸機能、嚥下機能、口腔機能についてデータ測定ならびに調査を実施した。統計解析には、舌厚・舌圧と年齢、BMI、握力、四肢筋量、骨格筋指数、呼吸機能検査値・呼吸筋力値・反復唾液嚥下回数・改訂水飲みテスト点数、口唇閉鎖力、バーセルインデックスの関連性について単変量解析および一元配置分散分析にて、さらに従属変数を舌厚、舌圧とし、独立変数にこれらに関連のある因子により重回帰分析を実施した。なお、有意水準は5%とした。

(2) 長期療養中の高齢患者に対する呼吸筋トレーニングの効果の検討

対象は、長期療養中の認知症や嚥下障害のない高齢患者に4週間のEMT群ないしは有効トレーニング閾値未満のシャムトレーニング群(シャム群)の2群に無作為に割付し、監視下EMTの介入効果を検討した。

EMTにはRespironics社製 Threshold IMT を用い、EMT群には最高呼吸筋力の75%負荷で、シャム群には0%で週2回の頻度で連続5回5セットの計25呼吸を医療職の監視下で坐位にて実施した。測定は舌厚、呼吸機能(努力肺活量、%努力性肺活量、1秒量、1秒率、最高呼気流速、%最高呼気流速)、呼吸筋力(最高呼気筋力・%最高呼気筋力・最高吸気筋力・%最高吸気筋力)、反復唾液嚥下テスト、改訂水飲みテスト、舌圧、口唇閉鎖力を介入前後に測定した。EMTの負荷設定圧は、途中得られた最高呼吸筋力値に応じて、負荷圧の再調整を随時実施した。測定前には、方法と手順について十分説明し、事前練習を数回行った。

4. 研究成果

(1) 舌厚と呼吸機能検査との関連性の検討

舌厚とBMI・舌圧・上肢筋量・下肢筋量・四肢筋量・骨格筋指数・最高呼気筋力・改訂水飲みテスト点数・口唇閉鎖力・バーセルインデックスに有意な軽度から中等度の正の相関($r=0.38-0.58$)、舌圧とBMI・舌厚・上肢筋量・骨格筋指数・最高呼気筋力・最高吸気筋力・%最高吸気筋力・口唇閉鎖力・バーセルインデックスに有意な軽度から中等度以上の正の相関($r=0.31-0.71$)を認めた(表1)。重回帰分析では、舌厚で口唇閉鎖力(標準偏回帰係数0.540)のみが(表2)、舌圧では口唇閉鎖力(標準偏回帰係数0.435)、最高吸気筋力(標準偏回帰係数0.403)が抽出された(表3)。

長期療養中の高齢患者の栄養状態を反映する舌厚はBMI・舌圧・筋量・呼吸筋力・嚥下機能・口腔機能・ADL能力と関連する一方、舌圧はBMI・舌厚・筋量・呼吸筋力・口腔機能・ADL能力と

関連していた。また、舌厚、舌圧ともにBMI・筋量・呼気筋力・口腔機能・ADL能力と関連していた。さらに、口腔機能は舌厚、舌圧共通の決定要因であることが示唆された。

表1. 舌厚・舌圧と各指標の相関係数

		correlation with	
		舌厚	舌圧
年齢		0.07	-0.1
BMI(kg/m ²)	21.0±4.3	0.43**	0.44**
舌圧(kPa)	26.6±10.9	0.54**	—
舌厚(cm)	3.9±0.6	—	0.54**
握力(kgw)	15.4±5.1	0.2	0.31
上肢筋量(kg)	2.5 [1.8-3.2]	0.39*	0.31*
下肢筋量(kg)	8.5±3.8	0.44**	0.22
四肢筋量(kg)	11.1±4.9	0.44**	0.25
骨格筋指数(kg/m ²)	4.7 [3.9-5.8]	0.47**	0.37*
膝伸展力(kgf)	14.6 [10.8-20.2]	0.24	0.27
肺活量(l)	1.7±0.44	-0.12	0.2
%肺活量(%)	74.4±21.6	0.003	0.34
努力性肺活量(l)	1.66±0.49	0.01	0.29
%努力性肺活量(%)	73.9±26.7	-0.04	0.15
最高呼気流量(l/min)	216.6±77.0	0.19	0.29
%最高呼気流量(%)	56.3±20.8	0.24	0.39*
最高呼気筋力(cmH ₂ O)	52.7±21.4	0.38*	0.47*
%最高呼気筋力(%)	73.0 [51.6-101.5]	0.29	0.34
最高吸気筋力(cmH ₂ O)	30.7 [20.6-42.3]	0.3	0.59**
%最高吸気筋力(%)	78.7±42.9	0.31	0.47*
反復唾液嚥下テスト結果(回数)	4 [3-5]	0.05	0.15
改訂水飲みテスト結果(点)	5 [4-5]	0.42**	0.23
口唇閉鎖力(N)	9.9±4.0	0.58**	0.71**
パーセルインデックス(点)	62.5 [11.3-98.8]	0.49**	0.50**

mean±SD, median [25%tile-75%tile]

*<0.05, **<0.005

表2. 舌厚を規定する要因

	unstandardized coefficients	standard error	standardized coefficients(β)	t-value	p-value
(constant)	3.242	0.226		14.346	<0.001
口唇閉鎖力	0.085	0.022	0.54	3.96	<0.001

multiple regression (stepwise) : adjusted R²=0.273, F=15.681, p<0.01, VIF=1.000

表3. 舌圧を規定する要因

	unstandardized coefficients	standard error	standardized coefficients(β)	t-value	p-value
(constant)	7.289	4.815		1.514	0.143
口唇閉鎖力	1.3	0.462	0.435	2.814	<0.01
最高吸気筋力	0.205	0.079	0.403	2.004	<0.05

multiple regression (stepwise) : adjusted R²=0.421, F=10.819, p<0.001, VIF=1.115

(2) 長期療養中の高齢患者に対する呼気筋トレーニングの効果の検討

EMTは全例100%期間中完遂できた。介入前後で各指標の改善率を群間比較した結果、EMT群で有意に呼吸機能（肺活量、%努力性肺活量、最高呼気流量、%最高呼気流量）、呼吸筋力（最高呼気筋力・%最高呼気筋力・最高吸気筋力）が改善していた(p<0.01)が、その他の指標は改善しなかった。また、有害事象は発生しなかった。

なお、当初研究倫理委員会の承認に時間を要したこと、および冬季におけるインフルエンザ発

症数が想定より多く、研究の協力が得られなかったことで予定していた期間内では対象者が少なかった。そのため、2年間研究期間を延長したが、令和2年始めより新型コロナウイルス感染が流行したため、入院高齢患者と接触することができなくなり、サンプルサイズが少ない結果となった。

監視下EMTは長期療養中の高齢患者にも耐えられるアドヒアランスの高いトレーニングである。栄養状態を反映するとされる舌厚は改善しないものの、呼吸機能、呼吸筋力を改善させ、長期療養中の高齢者に対し、誤嚥性肺炎の予防と治療に貢献する可能性があることが示唆された。

表4. EMT群とシャム群における改善率

	Active EMT group (N=10)	Sham EMT group (N=10)	P
反復唾液嚥下テスト結果(%)	0[0-0]	0[0-0]	NS
改訂水飲みテスト結果(%)	0[0-0]	0[0-0]	NS
舌圧(%)	-4.0[-18.3-36.4]	-0.9[-3.0-0.3]	NS
舌厚(%)	-1.3[-2.4-4.5]	0[0-0.2]	NS
口唇閉鎖力(%)	-10.1±23.7	-1.9±8.0	NS
肺活量(%)	10.4±12.6	-5.4±6.8	0.008
%肺活量(%)	6.8±11.3	-0.9±9.4	NS
努力性肺活量(%)	14.1±22.7	-0.8±9.4	NS
%努力性肺活量(%)	14.4[6.5-18.1]	-1.3[-5.2-0.7]	0.001
最高呼気流量(%)	14.3±10.4	-2.6±6.3	0.001
%最高呼気流量(%)	24.0±13.3	-2.8±8.9	0.001
最高呼気筋力(%)	24.0±13.2	-2.7±8.9	0.001
%最高呼気筋力(%)	23.3[13.2-26.5]	-8.8[-12.4-0.7]	0.001
最高吸気筋力(%)	17.4±11.3	-8.9±14.7	0.001
%最高吸気筋力(%)	0[0-0]	0[0-0]	NS

mean ± SD, median (25%tile-75%tile)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yoshimi Matsuo, Yukio Yanagisawa	4. 巻 12
2. 論文標題 Effects of Expiratory Muscle Training for Elderly Patients under Long-term Care	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 MUKOGAWA JOURNAL OF HEALTH AND SPORTS SCIENCES	6. 最初と最後の頁 27, 31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Yoshimi Matsuo, Yukio Yanagisawa, Eiji Fukuike
2. 発表標題 Determinants of tongue thickness and tongue pressure in elderly patients under long-term care
3. 学会等名 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshimi Matsuo, Yukio Yanagisawa, Eiji Fukuike
2. 発表標題 The effect of expiratory muscle strength training for elderly patients under long-term care
3. 学会等名 The 11th International Association of Gerontology and Geriatrics Asia / Oceania Regional Congress 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松尾善美、柳澤幸夫、福池映二
2. 発表標題 舌厚と舌圧を規定する口腔機能、嚥下機能、呼吸機能の検討
3. 学会等名 第24回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松尾善美、柳澤幸夫、福池映二
2. 発表標題 高齢入院患者の舌厚と呼吸機能・嚥下機能・口腔機能、ADL の関連性
3. 学会等名 第4回日本フレイル・サルコペニア学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 糸田昌隆、松尾善美	4. 発行年 2017年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 192
3. 書名 PT・OTのための嚥下・栄養マネジメント	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	柳澤 幸夫 (Yanagisawa Yukio) (60747632)	徳島文理大学・保健福祉学部・教授 (36102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------