地域在住高齢者に対する咳嗽力改善プログラムの効果

Effect of a Voluntary Cough Intensity Improvement Program for Community-dwelling Elderly

鈴木 あかり¹⁾ 金子 秀雄¹⁾

AKARI SUZUKI, RPT, PhD¹⁾, HIDEO KANEKO, RPT, PhD¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, School of Health Sciences at Fukuoka, International University of Health and Welfare:
137-1 Enokizu, Okawa-shi, Fukuoka 831-8501, Japan TEL +81 944-89-2000 E-mail: akari_s@iuhw.ac.jp

Rigakuryoho Kagaku 35(5): 597-601, 2020. Submitted Mar. 10, 2020. Accepted Apr. 30, 2020.

ABSTRACT: [Purpose] This study investigated the effect of a voluntary cough intensity improvement program for community-dwelling elderly. [Participants and Methods] Thirty-four elderly people were divided into an intervention group (n=17) and a control group (n=17). The intervention group continued the program five days a week for four weeks. The program included three items: supine position on the half-cut pole, expiratory muscle training, and check of voluntary cough intensity. Before and after the program, cough peak flow (CPF) and pulmonary function, respiratory muscle strength, chest and abdominal wall mobility were measured. [Results] After the program, CPF and maximal inspiratory pressure of the intervention group had significantly increased. [Conclusion] The results suggest that the voluntary cough intensity improvement program may be helpful for improving CPF and maximal inspiratory pressure in the community-dwelling elderly.

Key words: community-dwelling elderly, voluntary cough intensity, intervention study

要旨:〔目的〕地域在住高齢者における4週間の咳嗽力改善プログラムの効果を検証すること。〔対象と方法〕地域在住高齢者34名を対象とし、咳嗽力改善プログラムを行う介入群17名と行わない対照群17名に分けた。介入群には自宅で咳嗽力改善プログラム（ハーフカットポール上背臥位、呼吸筋トレーニング、咳嗽力の確認）を週5回以上、4週間実施させた。介入前後に咳嗽力（咳嗽時最大呼気流量）と肺機能、呼吸筋力、胸腹部可動性を測定した。〔結果〕介入群は介入後に咳嗽時最大呼気流量と最大吸気圧が有意に増大した。〔結語〕地域在住高齢者に対する4週間の咳嗽力改善プログラムは咳嗽時最大呼気流量と最大吸気圧の向上に有効である可能性が示された。

キーワード: 地域在住高齢者, 咳嗽力, 介入研究

¹⁾ 国際医療福祉大学 福岡保健医療学部 理学療法学科：福岡県大川市榎津137-1（〒831-8501）
TEL 0944-89-2000

I. はじめに

誤嚥性肺炎を招きやすい高齢者において¹⁾、気道の清浄化を担う咳嗽力を保つことは重要となる。咳嗽力の評価指標である咳嗽時最大呼気流量 (cough peak flow: 以下, CPF) は、嚥下障害を有する患者の肺炎発症に関連し、CPF のカットオフ値は 242 l/min であったことが報告されている²⁾。我々は先行研究にて、地域在住高齢者の 16% (23/143 名) に CPF 低下 (<240 l/min) が認められ、努力性肺活量 (forced vital capacity: 以下, FVC) が CPF に最も関連する因子であることを報告した³⁾。ゆえに、日常生活が自立した高齢者に対して早期から肺活量を維持し CPF の低下を予防する取り組みが必要であると考えられる。しかし、地域在住高齢者に対する CPF 向上を目的とした先行研究は限られている。

Kim ら⁴⁾は高齢者を対象に呼吸筋トレーニングを実施し、呼吸筋力の指標となる最大呼気圧 (maximal expiratory pressure: 以下, MEP) と最大呼気流量などの咳嗽に関わる測定指標が向上したことを報告している。一方、CPF の関連因子である FVC を高めるためには、胸腹部可動性の維持が重要となるが⁵⁾、FVC 改善を目的とした介入が CPF を向上させるかは検討されていない。

我々は先行研究にて、健常若年者を対象に週 5 回 2 週間のストレッチポール上背臥位を実施し、肺活量と FVC が増大したことを示した⁶⁾。また、Yokoyama ら⁷⁾は、ストレッチポール上での運動によって胸郭拡張差が増大したことを報告し、その機序としてリラクゼーション効果や体幹伸展可動域の増大を考察している。我々の先行研究における肺活量と FVC 増大の機序としても胸腹部可動性の増大が推察され、ストレッチポール上背臥位は胸腹部可動性の増大による肺活量の改善に有効である可能性がある。そのため、FVC 改善を目的としたストレッチポール上背臥位と呼吸筋トレーニングを組み合わせたプログラムは CPF 向上に有効と考えられる。

そこで、本研究では FVC と MEP の増大による CPF 向上を目的とした咳嗽力改善プログラム (以下、プログラム) を考案し、地域在住高齢者に対する 4 週間のプログラムが CPF と呼吸機能に及ぼす効果を検証した。

II. 対象と方法

1. 対象

地域在住で介護予防事業に参加し、歩行が自立している 65 歳以上の高齢者を対象に研究参加者を募集した。介護予防事業として、月 1 回、講話や体操などが開催されている 3 つの公民館を対象に、1 つの公民館よりプログラムを実施する 20 名 (以下、介入群)、残り 2 つの公民館よりプログラムを実施しない 20 名 (以下、対照

群) を募った。研究参加の同意を得た合計 38 名のうち気流制限がある高齢者、神経疾患、心疾患、呼吸器疾患の既往がある高齢者を除外した 34 名 (年齢 77.6 ± 5.5 歳、男性 11 名、女性 23 名: 平均 $\pm$ 標準偏差) を対象とし、介入群 17 名と対照群 17 名に分けた。

なお、対象者について、本研究の介入期間中、他の運動メニューや介護予防事業への参加はなかった。本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認 (14-Ig-21) を得て実施し、対象者に研究内容を説明し、書面を用いて同意を得た。

2. 方法

プログラムはハーフカットポール上背臥位、呼吸筋トレーニング、CPF の確認の 3 つのトレーニングで構成した。なお、CPF の確認は 2 つのトレーニング後の変化を把握し、動機付けを高めるために導入した。ハーフカットポール上背臥位の方法は先行研究⁶⁾を参考とした。ただし、本研究の対象者は高齢者であったため、安全性を配慮し、表面にクッション材 (厚さ 5 mm) を貼付したハーフカットポール (東急スポーツオアシス社製) を 2 つ縦に並べて使用した。対象者にハーフカットポール上で背臥位となり、両膝を屈曲し、手を床につけた姿勢をリラックスしながら 1 日 5 分間保持するように指示した。

呼吸筋トレーニングは Kim ら⁴⁾の方法を参考に、Threshold IMT (Respironics Medical Products 社製) を逆向きに使用し、マウスピースを接続したものをを用いた。対象者には初回で測定した MEP の 50% の強度で呼吸を 1 日 5 回の 5 セット繰り返すよう指示した。なお、50% MEP が Threshold IMT の最大抵抗負荷を超える場合は、Threshold IMT の最大抵抗負荷に設定した。

CPF の確認は山川ら⁸⁾の CPF 測定方法を参考とし、高齢者が自宅で簡便に測定を実施できるよう、ピークフローメータ (アセス ピークフローメータ、フィリップス・レスピロニクス社製) にマウスピースを接続したものを使用した。対象者には最大吸気位から最大努力での咳嗽を 1 日 3 回実施するよう指示した。介入群にはプログラムを自宅で週 5 回以上、4 週間、実施するよう指示した。

また、各トレーニング方法と実施状況の記録欄、測定結果が記載された手帳を渡し、4 週間のプログラムの実施状況を記録させた。さらに、プログラム開始 2 週間後に、MEP の再測定を行い、呼吸抵抗負荷強度を調整した。一方、対照群には特別な運動はせず、普段どおり生活するよう指示した。介入群、対照群ともに介入前と介入後 (4 週間後) で CPF と呼吸機能、運動機能を測定し、介入群に対しては 4 週間後に日誌と口頭でプログラムの実施状況を確認した。

介入前後において CPF、呼吸機能、運動機能を測定

した。CPF の測定にはピークフローメータにフェイスマスクを接続したものをを用いた。山川ら⁸⁾の方法に準じて、測定体位は座位とし、最大吸気位から最大努力での咳嗽を指示した。測定は3回行い、最大値を採用した。呼吸機能として、FVC、最大吸気圧 (maximal inspiratory pressure: 以下、MIP)、MEP、胸腹部可動性を測定した。FVC はスパイロメータ (Spirobank, MIR 社製) とマウスピースを用い、American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS) のガイドライン⁹⁾に準じて3回測定し、最大値を採用した。また、予測値¹⁰⁾に対する割合 (% FVC) を日本呼吸器学会のホームページ (<https://www.jrs.or.jp/>) の計算用エクセルファイルを用いて算出した。MIP と MEP は口腔内圧計 (MicroRPM, Carefusion 社製) とマウスピースを用い、ATS/ERS のガイドライン¹¹⁾に準じて3回測定し、最大値を採用した。また、予測値¹²⁾に対する割合 (% MIP, % MEP) を算出した。

胸腹部可動性の評価には呼吸運動評価スケール¹³⁾を用いた。呼吸運動評価スケールは上部胸郭、下部胸郭、腹部における深呼吸時の呼吸運動の大きさを、特別注文中で作成した呼吸運動測定器 (パシフィックメディコ社製) を用いて測定し、各部位を9段階 (スケール0~8) で表す評価法である。測定は右側の上部胸郭、下部胸郭、腹部で各2回行い、各部位での最大値を合計した合計スケール値 (0~24) を求めた。介入前後で運動機能を確認するため、

下肢筋力の指標となる30秒椅子立ち上がりテスト (30-second chair stand test: 以下、CS-30) の起立回数を測定した。CS-30 は中谷ら¹⁴⁾の方法に準じて実施し、30秒間での起立回数 (CS-30 起立回数) を測定した。ただし、本研究の対象が高齢者であったため、疲労を考慮し、測定回数は1回とした。

統計分析はSPSS ver.24 (IBM 社製) を使用した。測定値は平均値と標準偏差または中央値 (第1四分位数-第3四分位数) で表した。介入前のCPF、FVC、MIP、% MIP、MEP、% MEP、合計スケール値、CS-30 起立回数における2群の比較に対応のないt検定、Mann-Whitney の検定を用いた。また、各測定項目における群および時期の比較に分割プロットデザインによる分散分析を用い、交互作用が有意であった場合に単純主効果の検定を行った。有意水準は5%とした。

III. 結 果

介入群において介入後の測定会に欠席した対象者が2名、プログラムの頻度が不十分 (プログラムの実施頻度が週1回程度) であった対象者が2名存在した。また、対照群において介入後の測定会に欠席した対象者が2名存在したため、最終的に介入群13名、対照群15名で

分析した。介入前における2群のCPFと肺機能、呼吸筋力、胸腹部可動性、運動機能に有意差は認められなかった (表1)。

分割プロットデザインによる分散分析の結果、CPF と MIP および % MIP に有意な交互作用と時期に主効果が認められた。群別に時期で比較すると、介入群の CPF と MIP および % MIP は介入前と比較し、介入後に有意な増大を示した。なお、対照群では有意差は認められなかった。運動機能は、CS-30 起立回数に有意な交互作用はなく、時期に主効果が認められ、2群ともに介入前と比較し、介入後に有意な増大を示した (表2)。

IV. 考 察

地域在住高齢者に対する4週間のプログラムの結果、仮説として期待したFVC、合計スケール値、MEPの増大は認められなかったものの、CPFとMIPは有意に増大し、CPFに対する介入効果が示された。

介入群においてCPFとMIPが増大した。地域在住高齢者のCPFにはMIPが関連し³⁾、MIPとMEP低下はCPF低下に影響することが報告されている¹⁵⁾。よって、本研究におけるMIP増大を示す変化が、CPF増大に関連している可能性が考えられる。一方、高齢者におけるMIP増大は学習効果が指摘されている¹⁶⁾。そのため、CPFがMIPに影響を及ぼすかどうかは今後検討していく必要がある。

表1 対象者の属性

	介入群 (n=13)	対照群 (n=15)
年齢 (歳)	75.0 ± 6.5	79.1 ± 5.2
性別 (男性/女性)	4 / 9	4 / 11
身長 (m)	1.55 ± 0.09	1.52 ± 0.07
体重 (kg)	51.7 ± 10.2	52.6 ± 7.5
BMI (kg/m ²)	21.5 ± 3.5	22.6 ± 2.5
CPF (l/min)	319.2 ± 79.1	341.3 ± 89.8
FVC (l)	2.65 ± 0.86	2.28 ± 0.60
% FVC (%)	100.3 ± 29.8	92.8 ± 15.0
MIP (cmH ₂ O)	53.5 ± 31.5	55.6 ± 34.7
% MIP (%)	99.1 ± 45.8	109.8 ± 61.4
MEP (cmH ₂ O)	78.1 ± 36.0	81.9 ± 39.4
% MEP (%)	106.7 ± 30.1	117.1 ± 49.3
合計スケール値	11 (11, 13)	12 (11, 14)
CS-30 起立回数 (回)	19.1 ± 5.5	17.9 ± 5.0

平均値 ± 標準偏差または中央値 (第1四分位数, 第3四分位数)。BMI: Body Mass Index, CPF: cough peak flow, FVC: forced vital capacity, MIP: maximal inspiratory pressure, MEP: maximal expiratory pressure, CS-30: 30-second chair stand test. % FVC, % MIP, % MEP はそれぞれの予測値に対する実測値の割合。

表2 咳嗽力改善プログラムによる CPF と呼吸機能, 運動機能の変化

	介入群 (n=13)		対照群 (n=15)	
	介入前	介入後	介入前	介入後
CPF (l/min)	319.2 ± 79.1	371.2 ± 131.3*	341.3 ± 89.8	336.7 ± 90.9
FVC (l)	2.65 ± 0.86	2.59 ± 0.59	2.28 ± 0.60	2.33 ± 0.61
% FVC (%)	100.3 ± 29.8	98.4 ± 15.4	92.8 ± 15.0	94.9 ± 15.6
MIP (cmH ₂ O)	53.5 ± 31.5	65.1 ± 36.3*	55.6 ± 34.7	56.8 ± 31.9
% MIP (%)	99.1 ± 45.8	121.8 ± 52.8*	109.8 ± 61.4	111.6 ± 53.6
MEP (cmH ₂ O)	78.1 ± 36.0	79.8 ± 29.0	81.9 ± 39.4	82.1 ± 39.5
% MEP (%)	106.7 ± 30.1	111.0 ± 27.9	117.1 ± 49.3	118.7 ± 54.4
合計スケール値	11 (11, 13)	13 (10, 15)	12 (11, 14)	13 (11, 14)
CS-30 起立回数 (回)	19.1 ± 5.5	22.1 ± 6.3*	17.9 ± 5.0	20.1 ± 5.9*

平均値 ± 標準偏差または中央値 (第1四分位数, 第3四分位数). CPF: cough peak flow, FVC: forced vital capacity, MIP: maximal inspiratory pressure, MEP: maximal expiratory pressure, CS-30: 30-second chair stand test. % FVC, % MIP, % MEP はそれぞれの予測値に対する実測値の割合. *: 各群における介入前後の比較 (単純主効果の検定) ($p < 0.05$).

CS-30 起立回数の増大については, CPF と下肢筋力の関連性¹⁷⁾より, 下肢筋力の増大が CPF の増大に影響を与えている可能性も考えられた. しかし, CS-30 起立回数の増大は両群で認められ, 介入群のみ CPF が増大した. そのため, 両群における下肢筋力の増大は学習効果が推察され, 下肢機能の改善が CPF の増大に寄与した可能性は低いと考える.

ハーフカットポール上背臥位による FVC と胸腹部可動性の増大を期待したが, 有意な増大は得られなかった. この理由として, 対象者が高齢者であったことが考えられる. 我々は先行研究⁶⁾において, 健常若年者を対象にストレッチポール上背臥位を実施し, FVC が増大したことを報告した. しかし, 高齢者では胸腹部可動性が低下するとされており¹⁸⁾, 本研究のトレーニングの頻度, 期間が高齢者に対して十分でなかった可能性がある. そのため, 今後は高齢者に対するトレーニングの頻度や期間の違いによる影響を検討する必要がある.

また, MEP が増大しなかった理由として, 非監視下でのトレーニングであったため, 適切な負荷が保たれていなかった可能性が考えられる. 一般的に呼吸筋トレーニングは 30% MEP 以上の強度が必要となる. また, Kim ら⁴⁾は高齢者を対象に 75% MEP の強度で呼吸筋トレーニングを 1 日 5 回の 5 セット, 4 週間実施し, MEP が増大したことを報告している. 本研究においても, 器具の構造上, 強度の上限があったものの, すべての対象者で 30% MEP 以上の強度を設定しており, MEP の増大が期待された. しかし, 結果として MEP の増大は認められなかった. よって, 今後トレーニング効果を高めるためには, 定期的に対象者と連絡をとり状況を確認するなど, 対象者が適切にトレーニングを実施できるような工夫が必要であると考えられる.

本研究の結果は 3 つのトレーニングを組み合わせたプログラムの効果であり, 個々のトレーニング効果や各トレーニングの相互作用については言及できない. また, 本研究は比較的機能が維持された地域在住高齢者を対象としているため, 天井効果の影響も考えられる一方, CPF の低下した高齢者に対する介入効果は不明である. そのため, 今後はプログラムを再考するとともに, CPF 低下の問題を抱える高齢者を対象とした介入効果についても検証すべきである. 本研究は地域在住高齢者に対する 4 週間の咳嗽力改善プログラムが CPF と呼吸機能に及ぼす効果について検証した. その結果, プログラムは CPF と MIP を有意に増大させ, 地域在住高齢者の CPF 向上に有効である可能性が示された.

なお, 本論文の一部は第 51 回日本理学療法学会大会で報告している.

利益相反 本研究に利益相反はない.

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP26350842 (研究代表者, 金子 秀雄) の助成を受けたものである.

引用文献

- 1) Teramoto S, Fukuchi Y, Sasaki H, et al. Japanese Study Group on Aspiration Pulmonary Disease: 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.
- 2) Bianchi C, Baiardi P, Khirani S, et al.: Cough peak flow as a predictor of pulmonary morbidity in patients with dysphagia. *Am J Phys Med Rehabil*, 2012, 91: 783-788.
- 3) 鈴木あかり, 金子秀雄: 地域在住高齢者における咳嗽力と

- 呼吸機能, 運動機能, 口腔嚥下機能の関連. 理学療法科学, 2017, 32: 521-525.
- 4) Kim J, Davenport P, Sapienza C: Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Arch Gerontol Geriatr*, 2009, 48: 361-366.
 - 5) Kaneko H, Suzuki A: Effect of chest and abdominal wall mobility and respiratory muscle strength on forced vital capacity in older adults. *Respir Physiol Neurobiol*, 2017, 246: 47-52.
 - 6) 金子秀雄, 鈴木あかり: ストレッチポール上背臥位が肺機能に及ぼす効果—深呼吸練習との比較—. *ヘルスプロモーション理学療法研究*, 2015, 5: 117-121.
 - 7) Yokoyama S, Gamada K, Sugino S, et al.: The effect of “the core conditioning exercises” using the stretch pole on thoracic expansion difference in healthy middle-aged and elderly persons. *J Bodyw Mov Ther*, 2012, 16: 326-329.
 - 8) 山川梨絵, 横山仁志, 渡邊陽介・他: 排痰能力を判別する cough peak flow の水準—中高齢患者における検討—. *人工呼吸*, 2010, 27: 82-88.
 - 9) Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. ATS/ERS Task Force: Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, 2005, 26: 319-338.
 - 10) Kubota M, Kobayashi H, Quanjer PH, et al. Clinical Pulmonary Functions Committee of the Japanese Respiratory Society: Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values. *Respir Investig*, 2014, 52: 242-250.
 - 11) American Thoracic Society/European Respiratory Society: ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166: 518-624.
 - 12) 鈴木正史, 寺本信嗣, 須藤英一・他: 最大呼気・吸気筋力の加齢変化. *日本胸部疾患学会雑誌*, 1997, 35: 1305-1311.
 - 13) 金子秀雄, 木庭知美, 徳永理紗: 女子学生における非特異性慢性腰痛の有無による呼吸機能の違い. *理学療法科学*, 2016, 31: 799-804.
 - 14) 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一・他: 30秒椅子立ち上がりテスト (CS-30テスト) 成績の加齢変化と標準値の作成. *臨床スポーツ医学*, 2003, 20: 349-355.
 - 15) Kang SW, Kang YS, Sohn HS, et al.: Respiratory muscle strength and cough capacity in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Yonsei Med J*, 2006, 47: 184-190.
 - 16) Ferraro FV, Gavin JP, Wainwright T, et al.: The effects of 8 weeks of inspiratory muscle training on the balance of healthy older adults: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Physiol Rep*, 2019, 7: e14076.
 - 17) 鈴木あかり, 金子秀雄: 地域在住高齢者における咳嗽力と呼吸機能, 運動機能の関連性—パス解析による検討—. *J Asian Rehabil Sci*, 2019, 2: 32.
 - 18) Kaneko H, Horie J: Breathing movements of the chest and abdominal wall in healthy subjects. *Respir Care*, 2012, 57: 1442-1451.