高齢者における咳嗽時最大呼気流量と 胸腹部可動性の関連

Association of Cough Peak Flow with Chest and Abdominal Wall Mobility in Older Adults

金子 秀雄¹⁾ 鈴木 あかり¹⁾

HIDEO KANEKO, RPT, PhD¹⁾, AKARI SUZUKI, 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: hkaneko@iuhw.ac.jp

Rigakuryoho Kagaku 36(2): 197-201, 2021. Submitted Oct. 12, 2020. Accepted Nov. 17, 2020.

ABSTRACT: [Purpose] This study investigated the association between cough peak flow and the chest and abdominal wall mobility of older adults. [Participants and Methods] Cough peak flow, chest and abdominal wall mobility (upper chest, lower chest, and abdomen) of 188 community-dwelling older adults (63 males, 125 females) were assessed using the breathing movement scale and respiratory function (forced vital capacity, forced expiratory volume in 1 s, and maximum inspiratory and expiratory pressures). [Results] The female participants had lower values of all the measurement items except age, body mass index, and upper chest wall mobility. In multiple regression analyses by sex, the value of the abdominal scale was a significant predictor of cough peak flow in both sexes. [Conclusion] This study provides evidence that cough strength may be associated with abdominal wall mobility in ambulatory community-dwelling older adults.

Key words: older adults, cough peak flow, chest and abdominal wall mobility

要旨:〔目的〕本研究の目的は地域在住高齢者における咳嗽時最大呼気流量と胸腹部可動性の関連を明らかにすること。〔対象と方法〕地域在住高齢者 188 名（男性 63 名，女性 125 名）を対象に咳嗽時最大呼気流量，胸腹部可動性として呼吸運動評価スケールによる上部胸郭・下部胸郭・腹部スケール値，呼吸機能として努力性肺活量，一秒率，最大吸気圧，最大呼気圧を測定した。〔結果〕男女の比較では，年齢，Body Mass Index，上部胸郭スケール値を除き，女性が有意な低値を示した。重回帰分析において咳嗽時最大呼気流量の有意な予測因子は，男女ともに腹部スケール値であった。〔結語〕歩行が自立した地域在住高齢者における腹部可動性は咳嗽時最大呼気流量に関連することが示唆された。

キーワード: 高齢者，咳嗽時最大呼気流量，胸腹部可動性

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

受付日 2020 年 10 月 12 日 受理日 2020 年 11 月 17 日

I. はじめに

高齢者の肺炎は誤嚥性肺炎が大半であり¹⁾、嚥下機能低下に咳嗽機能低下が重なることで肺炎発症リスクは増大する。そのため、近年は誤嚥性肺炎予防に対する咳嗽機能の重要性が指摘されている²⁾。咳嗽時最大呼気流量(cough peak flow: 以下, CPF)は、咳嗽機能の臨床指標として利用され、嚥下機能低下者の肺炎発症に影響を及ぼすことが知られている³⁾。ゆえに、嚥下機能が低下しやすい高齢者では、肺炎発症リスクを抑えるためCPFを保つことが望まれる。

高齢者のCPFに関連する因子は、呼吸機能(努力性肺活量、呼吸筋力、胸郭可動性)、運動機能、身体活動からみたとき、努力性肺活量と吸気筋力になる⁴⁾。特に努力性肺活量はCPFに直接的な影響を与えることから⁵⁾、加齢に伴う努力性肺活量の低下はCPFを低下につながる。加えて、高齢者の努力性肺活量は呼吸筋力より胸郭可動性に影響されやすいことから⁶⁾、CPFの低下を予防するには胸郭可動性との関連を理解することが必要と考えられる。CPFと胸郭可動性に関する研究^{7,8)}では、若年者から高齢者を対象に、第10肋骨部の胸郭拡張差がCPFに関連したことを報告している⁷⁾。しかし、高齢者のみを対象にした先行研究はなく、同様な関連があるかは明らかでない。

胸郭可動性は、一般に、胸郭拡張差によって評価されている。しかし、努力性肺活量と胸郭可動性の関連は呼吸運動評価スケールを用いて検証されている⁶⁾。このスケールは胸腹部の深呼吸運動(上部胸郭、下部胸郭、腹部)を0～8の9段階で表した指標である。健常者データによって定義されたスケールは、呼吸運動の異常性や可動性低下の判断に利用される⁹⁾。測定姿勢は背臥位に限定されるが、ペンサイズの測定器具を胸腹部の定点にあて呼吸運動方向に保持するため、着衣の影響を受けにくく、測定の信頼性と妥当性はともに保たれる¹⁰⁾。それゆえ、呼吸運動評価スケールは胸郭可動性評価に適しており、このスケールとCPFの関連を明らかにすることは、高齢者におけるCPF維持や改善に向けたアプローチを検討するための一助になると考えられる。

そこで本研究の目的は、地域在住高齢者を対象としたCPF、努力性肺活量、呼吸筋力、呼吸運動評価スケールを用いた胸腹部可動性の調査から、CPFと胸腹部可動性の関連を検証することとした。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究におけるデータは、2014～2017年に地域在住高齢者に対する呼吸機能調査を目的とした測定会によって収集された。介護予防事業の一環として公民館で実施

される自主活動の参加者に対して募集を行い、測定を実施した。研究協力に同意の得られた65歳以上の参加者223名は、すべて歩行が自立していた。対象者のうち、肥満(Body Mass Index > 30 kg/m²) (6名)、呼吸器疾患(1名)、気流制限が認められた者(22名)、測定実施が困難であった者(6名)は除外した。肥満はCPFの関連因子である努力性肺活量に影響を及ぼすこと¹¹⁾、気流制限はCPFに直接的な影響が想定されることから、これらを除外基準に含めた。対象者の基礎疾患は服薬状況に関するアンケートから判断した。最終的に188名(年齢78 ± 6歳: 平均 ± 標準偏差, 男性63名, 女性125名)を分析対象とした。本研究は所属施設の倫理審査委員会の承認(15-Ifh-02)を得た後に実施した。

2. 方法

CPFは、フェイスマスクを接続したピークフローメータ(アセス, レスピロニクス社製)を用いて測定した。参加者の鼻と口を覆うようにフェイスマスクを密着させ、最大吸気位からできるだけ強い咳嗽を行わせた。手順を説明し、必要に応じて練習を行ったのち測定を3回実施し、最大値を採用した。中高齢者における自己排痰に必要なCPFのカットオフ値である240 l/min¹²⁾未満をCPF低下とした。

努力性肺活量、対標準努力性肺活量、一秒率の測定には、携帯型スパイロメータ(Spirobank, MIR社製)と使い捨てのマウスピースを用いた。座位にて鼻および口角から息が漏れないようにしながらマウスピースをくわえさせ、最大吸気位から努力呼気を6秒間持続させた。手順を説明したのち、適切に測定できた3回の測定結果から最大値を採用した。拘束性換気障害は気流制限がなく、予測値下限¹³⁾を下回る努力性肺活量と定義した。

胸腹部可動性は、深呼吸時の呼吸運動を呼吸運動評価スケールで評価した。深呼吸時における呼吸運動の大きさは、先行研究¹⁴⁾に準じて呼吸運動測定器を用い、0～8の9段階で測定した。深呼吸時の呼吸運動の大きさは、呼吸運動なしが0、正常上限値を超える値が8を意味し、正常下限値未満である4未満は可動性低下と定義した。測定部位は、両側の上部胸郭と下部胸郭および腹部の5ヵ所であるが、胸郭運動に明らかな左右差がなければ右側のみを測定した。上部胸郭と下部胸郭の測定部位はそれぞれ鎖骨内側1/3を通る第3肋骨と第8肋骨、腹部は剣状突起下端と臍部の中点とした。呼吸運動測定器を各測定部位にあて最大呼気位から最大吸気位までの呼吸運動の大きさを測定した。それぞれの測定部位で深呼吸を2回実施し最大値を記録した。

呼吸筋力は、口腔内圧計(MicroRPM, Carefusion社製)を用いて最大吸気圧、最大呼気圧を測定した。座位にて2 mmのリーク孔のあるマウスピースをくわえさせ、残気量位から最大吸気努力および全肺気量位から最大呼

気努力を行わせた。吸気努力時は鼻から空気が抜けないように、呼気努力時は口角から空気が漏れないようにさせた。練習を行ったのち、適切に測定できた3回の測定結果から最大値を採用した。

得られたデータは、男女別に平均値と標準偏差または中央値と範囲で表した。また、基礎疾患、CPF低下、拘束性換気障害、可動性低下を示した対象者数を計算した。正規性の検定にはShapiro-Wilk検定を用い、男女別の比較に対応のないt検定またはMann-WhitneyのU検定、 χ^2 検定またはFisherの正確確率検定を用いた。CPFと胸腹部可動性の関連は男女別に重回帰分析（ステップワイズ法）を用い、CPFを従属変数、上部胸郭、下部胸郭、腹部のスケール値を独立変数、年齢、身長、体重を共変量とした。各スケール値は多重共線性（ $r > 0.7$ ）がないことを確認した後に独立変数として採用した。有意水準は5%とした。統計分析はSPSS ver.24（IBM社製）を使用した。

III. 結 果

測定結果を表1に示す。基礎疾患は、高血圧症66名（35%）、糖尿病18名（10%）、脂質異常症16名（9%）、

心疾患11名（6%）であり、高血圧症の保有者数は男性より女性が有意に多かった。CPF低下者数は46名（24%）であり、その割合は男性より女性が有意に高値であった（それぞれ11%、30%）。拘束性換気障害を示した対象者は46名（24%）であり、男女の割合に有意差はなかった（それぞれ21%、26%）。胸腹部の可動性低下（スケール値<4）を示した対象者は、上部胸郭73名（39%）、下部胸郭101名（54%）、腹部31名（16%）であり、下部胸郭が最も多かった。男女別の割合は、男性では上部胸郭33%、下部胸郭41%、腹部5%、女性では上部胸郭42%、下部胸郭60%、腹部22%を示し、下部胸郭および腹部の可動性低下者数は男性より女性で有意に高値であった。その他の測定項目における男女別比較では、年齢、Body Mass Index、対標準努力性肺活量、上部胸郭スケール値を除いたすべての項目において男性より女性が有意な低値を示した。

重回帰分析では、各スケール値の多重共線性は認められなかったため、3つのスケール値を独立変数とした分析を行った。得られた重回帰式は男女ともに有意であったが、決定係数は男性0.27、女性0.17であり予測精度は低かった。そして、CPFの有意な予測因子として男女ともに腹部スケール値が抽出された（表2）。

表1 対象者の属性と呼吸機能、咳嗽時最大呼気流量、胸腹部可動性

	男性 (n = 63)	女性 (n = 125)
年齢 (歳)	78 ± 6	78 ± 6
身長 (m)	1.61 ± 0.06	1.50 ± 0.06* [†]
体重 (kg)	59.6 ± 7.5	51.9 ± 8.5* [†]
Body Mass Index (kg/m ²)	23.1 ± 2.3	23.1 ± 3.5
高血圧症	14	52*
糖尿病	7	11
脂質異常症	2	14
心疾患	4	7 [‡]
努力性肺活量 (l)	2.87 ± 0.63	1.97 ± 0.46*
対標準努力性肺活量 (%)	90.7 ± 16.7	87.3 ± 18.5 [†]
拘束性換気障害 (n)	13	33 [‡]
一秒率 (%)	77.1 ± 6.5	80.3 ± 6.6*
CPF (l/min)	361 ± 108	275 ± 75* [†]
CPF低下 (n)	7	37* [‡]
最大吸気圧 (cmH ₂ O)	57.7 ± 25.1	44.3 ± 20.5* [†]
最大呼気圧 (cmH ₂ O)	88.6 ± 31.5	62.6 ± 25.2*
上部胸郭スケール (0~8)	4 (2~7)	4 (2~7) [†]
可動性低下 (n)	21	52 [‡]
下部胸郭スケール (0~8)	4 (2~7)	3 (1~7)* [†]
可動性低下 (n)	26	75* [‡]
腹部スケール (0~8)	6 (1~8)	5 (1~8)* [†]
可動性低下 (n)	3	28* [‡]

平均値 ± 標準偏差または中央値（範囲）。CPF：咳嗽時最大呼気流量、可動性低下：スケール値 <4、CPF低下：CPF < 240 l/min。*：p < 0.05，[†]：Mann-WhitneyのU検定，[‡]：Fisherの正確確率検定。

表2 咳嗽時最大呼気流量に対する重回帰分析の結果

	標準偏回帰係数	決定係数
男性 (n=63)		
年齢	-0.29*	0.27
身長	0.09	
体重	-0.34*	
腹部スケール	0.33*	
女性 (n=125)		
年齢	-0.25*	0.16
身長	0.09	
体重	-0.05	
腹部スケール	0.20*	

年齢, 身長, 体重を共変量とし, ステップワイズ法を用いた. *: $p < 0.05$.

IV. 考 察

本研究において, 歩行が自立した高齢者の24%にCPF低下が認められ, CPF低下者は呼吸機能が低い女性に多いことがわかった. そして, 高齢者のCPFは, 男女ともに腹部可動性と関連することが示された. Yawataら⁷⁾は, 若年者から高齢者におけるCPFが第10肋骨部の胸郭拡張差と関連があったことを報告している. この研究の評価指標は, 測定部位の高さ(水平位)が腹部スケールと同じレベルにあり, 腹部呼吸運動を反映する指標である. この観点から考えると本研究の結果は, Yawataら⁷⁾の研究と一致する. しかし, この研究⁷⁾は, 幅広い年齢層を対象にしているにもかかわらず, 年齢や体型の影響が考慮されていないため, 単純に比較することはできない.

胸郭可動性は加齢に伴い低下する^{15,16)}. 特に, 円背変形のような加齢的变化は, 胸郭可動性と肺活量を低下させる¹⁷⁾. 本研究の対象者においても約半数が下部胸郭可動性低下を示し, 拘束性換気障害は4人に1人の割合で認められた. 腹部可動性低下の割合がおおよそ6人に1人であったことを踏まえると, 胸郭可動性が肺活量の加齢的变化に影響していることは明らかである⁹⁾. そのため, 胸郭可動性が低下した高齢者では腹部可動性を利用して肺容量を確保し, 肺活量を維持していると考えられる. 実際, 我々の先行研究⁹⁾では, 胸郭可動性低下を認めても胸腹部スケール値の合計が一定水準以上あれば, ほとんどの高齢者は拘束性換気障害と判断されないことを確認している.

肺活量が保たれていれば, 咳嗽初期に十分な吸気量が確保できる. 大きな吸気量は呼吸筋を伸張させて呼吸時の張力発生に有利に作用し, 高いCPFを発揮させる¹⁸⁾. そのため, 本研究におけるCPFと腹部スケール値の関連は, 高齢者では咳嗽時の吸気量確保に腹部可動性を利

用していることが推測される. 腹部可動性は横隔膜運動を反映しており¹⁹⁾, この運動には横隔膜と腹筋群の拮抗的な働きが必要となる. そして, 腹筋群は咳嗽の圧縮相における胸腔内圧上昇に欠かせない筋でもある. したがって, 咳嗽の吸気相と圧縮相に必要な横隔膜および腹筋群の活動が腹部可動性に反映されることで, CPFとの関連が導き出された可能性がある. この点に関しては推測の域を出ないが, いずれにしても, 今回の結果は, 胸郭可動性が低下しやすい高齢者のCPFに腹部可動性が有利に作用することを示すものと考えられる.

下部胸郭および腹部スケール値は, 男性に比べ女性で低値を示した. これは先行研究と同様の結果¹⁵⁾であり, 努力性肺活量や呼吸筋力と同様, 性別や体型による影響が考えられる. 結果として, 努力性肺活量および吸気筋力との関連を裏付けるように女性のCPFは低値を示した. ゆえに, 特に胸郭可動性の低下した女性に対しては, CPFの低下を予防する観点から, 腹部可動性に留意して努力性肺活量や呼吸筋力を維持させることが大切になると考えられる.

以上のように, 本研究で得られたCPFと腹部可動性の関連は, 胸郭可動性が低下した高齢者において腹部可動性がCPFを保つために必要な要素の一つであることを示唆する. 加齢に伴う呼吸機能の低下はCPF低下を助長する可能性が高いことから, 胸腹部可動性を考慮することで呼吸機能が維持され, CPF低下予防につながられるかは今後の課題と考えられる.

本研究の限界として, 今回の結果は歩行が自立した地域在住高齢者を対象に得られたものであり, 歩行が困難となり介護が必要となった高齢者においても同様な結果が得られるかは不明である. また, 本研究は横断的な調査であることから, CPFと胸腹部可動性の因果関係を明らかにすることはできない. しかし, CPF, 努力性肺活量, 胸腹部スケール値の関連⁴⁾を踏まえると, 腹部可動性は努力性肺活量を介してCPFに影響していることが考えられる. これらの関連を検証することは本研究の目的ではないが, CPFと胸腹部可動性の関連を明らかにするためには, さらに縦断的調査や介入研究を行う必要があるであろう.

利益相反 開示すべき利益相反はない.

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) Ebihara S, Sekiya H, Miyagi M, et al.: Dysphagia, dystussia, and aspiration pneumonia in elderly people. *J Thorac Dis*,

- 2016, 8: 632-639.
- 3) 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.
 - 4) Kaneko H, Suzuki A, Horie J: Relationship of cough strength to respiratory function, physical performance, and physical activity in older adults. *Respir Care*, 2019, 64: 828-834.
 - 5) 金子秀雄, 出利葉ゆうき, 川波奈緒・他: 胸郭運動制限が咳嗽時最大呼気流量と努力性肺活量に及ぼす影響. *理学療法科学*, 2018, 33: 743-746.
 - 6) 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.
 - 7) Yawata A, Tsubaki A, Yawata H, et al.: Voluntary cough intensity and its influencing factors differ by sex in community-dwelling adults. *Ther Adv Respir Dis*, 2017, 11: 427-433.
 - 8) 垣内優芳, 藤原麻子, 河原由梨香・他: 中高齢者の随意的咳嗽力に関連する因子. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌*, 2015, 25: 272-275.
 - 9) Kaneko H, Horie J, Ishikawa A: New scale to assess breathing movements of the chest and abdominal wall: preliminary reliability testing. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27: 1987-1992.
 - 10) Kaneko H: Assessing the reliability and validity of a newly developed breathing movement measuring device. *J Phys Ther Sci*, 2013, 25: 425-429.
 - 11) Littleton SW: Impact of obesity on respiratory function. *Respirology*, 2012, 17: 43-49.
 - 12) 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: 260-266.
 - 13) 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.
 - 14) 金子秀雄, 木庭知美, 徳永理紗: 女子学生における非特異的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.
 - 15) Kaneko H, Horie J: Breathing movements of the chest and abdominal wall in healthy subjects. *Respir Care*, 2012, 57: 1442-1451.
 - 16) Verschakelen JA, Demedts MG: Normal thoracoabdominal motions. Influence of sex, age, posture, and breath size. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, 151: 399-405.
 - 17) Culham EG, Jimenez HA, King CE: Thoracic kyphosis, rib mobility, and lung volumes in normal women and women with osteoporosis. *Spine*, 1994, 19: 1250-1255.
 - 18) Smith JA, Aliverti A, Quaranta M, et al.: Chest wall dynamics during voluntary and induced cough in healthy volunteers. *J Physiol*, 2012, 590: 563-574.
 - 19) 金子秀雄, 池高和典, 浦川涼人・他: 簡易器具を使った腹部呼吸運動測定による横隔膜運動の推定. *理学療法科学*, 2017, 32: 359-363.