

(財) 在宅医療助成 勇美記念財団  
2009 (平成 21) 年度 在宅医療助成完了報告書

在宅要介護認定者への肺合併症の予防に向けたホームトレーニングの試み

申請者名：柳澤 幸夫

所属機関：健康保険鳴門病院 リハビリテーション部

職名：理学療法士

所属機関所在地：徳島県鳴門市撫養町黒崎字小谷 32

提出年月日：平成 23 年 2 月 28 日

共同研究者：堀内宣昭 (健康保険鳴門病院 内科)

松尾善美 (神戸学院大学 総合リハビリテーション学部)

直江 貢 (鳴門山上病院 リハビリテーション科)

## 【はじめに】

在宅高齢者は年々増加の一途をたどり、介護保険事業状況報告書によると65歳以上の被保険者数は平成12年4月から平成20年4月までの8年間の間で2165万人から2757万人と27%（約592万人）と増加し、要介護および要支援認定者は109%（約237万人）と、被保険者数の増加率を大幅に超える割合で増加している。

65歳以上の要介護の原因は、2001（平成13年）国民生活基礎調査によれば、第1位脳血管疾患（26.1%）、第2位高齢による衰弱（17.0%）、第3位転倒骨折（12.4%）、第4位痴呆（11.2%）、第5位関節疾患（10.6%）となっている。年齢階級別にみると65歳以上75歳未満の前期高齢期は脳卒中が多いが、後期高齢期は転倒・骨折、衰弱が多くなっている。また、要支援や要介護認定を受けた後、経過とともに身体状態の悪化により認定再申請も多く、重度化に対する対策は重要である。

要介護認定者のうち、重度の対象者はADL制限や寝たきりレベルの人が多く、運動機能や呼吸機能などを含む全身機能が低下しており、肺炎などの合併症により死に至る例も少なくない。要介護高齢者の直接的な死亡原因の1位には肺炎（33%）、2位は感染症（19%）、3位は心不全（12%）、4位は腎不全（11%）、5位は癌（6%）と報告されている<sup>1)</sup>。よって、肺合併症に対する対策は重度化を予防する観点からも、特に重要な対策の一つである。

近年、在宅高齢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り、その有効性について多くの報告がある。しかし、口腔ケアの実施にて肺炎が減少するものの、いまなお肺炎の併発は多く課題が残っている。他の肺合併症予防の方法として、海外では呼吸筋トレーニング（Expiratory muscle training: EMT）は有用な方法であると多くの報告<sup>2) 3)</sup>がある。しかし、日本では脳梗塞後の摂食嚥下障害患者に対し、EMT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<sup>4)</sup>が散見されるのみであり、日本での在宅要介護認定者に対するEMTの効果についての検証は皆無である。

したがって、要介護認定者は呼吸筋力や咳嗽能力などの予備能力が低下していると予測され、ホームトレーニングとしてEMTを導入することにより呼吸機能、呼吸筋力、咳嗽能力などの改善が認められれば、要介護認定者の直接的死亡原因の上位である肺炎などの肺合併症の予防に役立つのではないかと考えられる。これまで要介護認定者に対し、運動機能や認知機能に関するトレーニング効果については散見されるが、肺合併症予防のためのホームトレーニングを検証した報告はない。

## 【目的】

在宅要介護認定者に対しEMTを実施し、実施前後での呼吸機能・呼吸筋力・咳嗽能力を比較することによって、その効果を明らかにすることである。

## 【対象と方法】

### 1. 対象

対象は、介護保険による要介護認定を受け、在宅にて生活をされている方で本研究の趣旨を説明し、同意の得られた 18 例である。研究期間は、2010 年 4 月から 2011 年 1 月までとした。対象からの除外基準は、実施期間中に明らかな肺炎の徴候が出現した場合や体調不良により、EMT の継続が困難な場合は中止し、除外した。除外基準の対象となった 2 例を除く 16 例（男性 7 名・女性 9 名、73.5±11.7 歳）を対象とした。被験者の診断名は、脳梗塞 6 例、頸椎症性脊髄症 4 例、パーキンソン病 2 例、関節リウマチ 1 例、脊髄小脳変性症 1 例、脊椎圧迫骨折 1 例、変形性関節症 1 例であった。被験者の要介護認定(図 1)は要支援 1(2 例)、要支援 2(4 例)、要介護 1(3 例)、要介護 2(5 例)、要介護 3(1 例)、要介護 5(1 例)であった。

なお、本研究の開始にあたり健康保険鳴門病院倫理審査委員会および鳴門山上病院倫理委員会の承認を得た。また、被験者には研究概要を口頭また紙面にて十分説明し、同意の署名を得た後に実施した。

### 2. 方法

EMT 期間は 4 週間とし、EMT 開始前に基準値の測定を行った。基準値を得るためにまず 1 回目の測定を行い、1 週間後に再度 2 回目の測定を行った。EMT 開始前に 2 回の測定を行い、測定結果が練習効果の影響を受けているのかを確認するためである。EMT 開始後は 1 週間間隔で測定を 4 回行い、計 6 回の測定を行った。EMT として使用する機器は RESPIRONICS 社製 Threshold IMT を用いた。この機器は、小型でなおかつ軽量であり、使用方法は簡易である。本来、Threshold IMT は吸気筋トレーニングに使用されるものであるが、通気口を逆に位置することで EMT に使用可能である<sup>5)</sup>。EMT に使用される負荷圧力値は、トレーニング開始前に得た最大呼気筋力(Maximum expiratory pressure:MEP)の約 30%とした。また、二回目以降の設定圧は、再評価時に得られた MEP に応じて、負荷圧の再調整を随時行った。

EMT の頻度は 1 日 15 分間 2 回とした。測定は被験者の自宅にて、呼吸筋力、呼吸機能、咳嗽能力を 1 週間に 1 回測定し、測定肢位は端坐位とした。呼吸筋力は Medikro 社製 RPM を使用し、MEP および最大吸気筋力(Maximum inspiratory pressure:MIP)を測定した。呼吸筋力の測定は Black と Hyatt の方法<sup>6)</sup>に従った。方法はノーズクリップをつけ、マウスピースをくわえて、全肺気量(Total lung capacity:TLC)位から最大呼気を行い、残気量(Residual volume:RV)位から最大吸気を行い、約 3 秒間維持した。それぞれ 3 回ずつ測定を行い、最大値を採用した。また、呼吸機能は Medikro 社製スパイロメータを使用し、努力肺活量(Forced vital capacity:FVC)、最大呼気流速(Peak expiratory flow:PEF)を測定した。咳嗽能力は Medikro 社製スパイロメータを用いて、マウスピースとフェイスマスクを使用し、咳嗽時最大呼気流速(Peak cough flow:PCF)

を測定した。PCFの測定は、スパイロメータのマウスピースにフェイスマスクを接続し、フェイスマスクにて空気漏れがないように口と鼻を覆い、最大吸気位から努力性に大きく咳嗽を行った。PCFの測定再現性については、佐々木ら<sup>7)</sup>によって検証されている。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。

統計解析は、まず EMT 開始前の基準値について検討した。EMT 開始前に 2 回測定を行い、測定値に対する練習効果などの影響を対応のある t 検定にて検討した。次に、EMT 開始前の MEP と PEF および PCF との各関係について、Pearson の相関分析を用いて検討した。また、EMT の効果を検討するために、各項目の測定値の EMT 開始前・EMT 開始後 1・2・3・4 週目の変化を一元配置分散分析を行い、その後多重比較法を行った。なお、統計解析には SPSS17.0J for Windows を用い、危険率 5%未満を有意差判定の基準とした。

### 【結果】

EMT 開始前の FVC・PEF・PCF・MEP・MIP の基準値について、2 回の測定値は有意差は認めなかった。

EMT 開始前の MEP と PEF および PCF との各関係について、まず MEP と PEF は正の有意な相関( $r=0.684$ ,  $p<0.01$ ) (図 2)、MEP と PCF は正の有意な相関( $r=0.654$ ,  $p<0.01$ ) (図 3)があった。また、PEF と PCF の関係では正の有意な相関( $r=0.976$ ,  $p<0.01$ ) (図 4)があった。

各項目の測定値の EMT 開始前・EMT 開始後 1・2・3・4 週後の変化について、一元配置分散分析を行った結果、FVC は有意差は認めず [ $F(4, 60)=2.030$ ,  $p=0.102$ ] (図 5)、PEF では有意差が認められた [ $F(4, 60)=22.606$ ,  $p<0.01$ ] (図 6)。PCF [ $F(4, 60)=30.569$ ,  $p<0.01$ ] (図 7) と MEP [ $F(4, 60)=43.967$ ,  $p<0.01$ ] (図 8) および MIP [ $F(4, 56)=14.728$ ,  $p<0.01$ ] (図 9)においても有意差が認められた。次に、それぞれの項目に対し、多重比較法を行った結果(表 1)、PEF・PCF・MEP は EMT 開始後 1 週後より増加し、有意差を認めた。MIP は EMT 開始後 2 週後より有意差を認めた。

### 【考察】

本研究は、介護保険を利用されている在宅要介護認定者に対して EMT を実施し、EMT 実施前後での呼吸機能、呼吸筋力、咳嗽能力の変化を比較し、その効果を検討した。

まず、EMT 実施前に基準値の検討を行った。測定日を 2 回設け、間隔を 1 週間とした。各測定項目ごとに得られた測定値を比較した結果、有意差はなく練習効果は認められなかった。よって、2 回目(図内 pre2)の測定値を基準値とし、EMT 後の各測定値と比較を行った。

次に、EMT 開始前の MEP と PEF および PCF との関連について検討した結果、正の有意な相関を認め、PEF と PCF においても正の有意な相関があった。したがって、EMT を繰

り返し行うことで呼気補助筋である腹直筋、内外腹斜筋、腹横筋などの筋活動を向上させることで MEP の改善が認められれば、呼吸機能や咳嗽能力にも影響を及ぼし、肺合併症予防に役立つのではないかと考えられた。

EMT 開始後 1・2・3・4 週後の各測定値の変化について一元配置分散分析にて検討した結果、FVC は有意差がなかったことから、EMT 実施による効果は認められなかった。EMT による FVC への影響については、秋吉ら<sup>8)</sup>と佐藤ら<sup>9)</sup>の報告も同様の結果であった。PEF、PCF、MEP、MIP については有意差があり、EMT 実施による効果を認めた。

PEF、PCF、MEP、MIP の各項目内での多重比較法の結果、PEF、PCF、MEP は EMT 開始後 1 週間より有意差があり、各項目が改善を認めた。MIP のみ EMT 開始後 2 週間より有意差があり、改善を認めた。Kim ら<sup>3)</sup>は健全な高齢者に対し EMT を実施し、MEP や PCF の増加を認めたと報告している。本研究とは年齢的には類似した高齢者であるが、介護が必要であり活動性が異なる。しかし、EMT の効果はほぼ同様の結果を示した。また、佐藤ら<sup>9)</sup>は短大生対象に 20%と 40%負荷の EMT を 4 週間実施したところ、FVC、PEF は有意差を認めなかったものの、MEP では両負荷とも EMT2 週間後から有意差を認め、MIP についても 20%負荷で EMT4 週間後に有意差を認めたと報告している。本研究と比較すると対象が健常者平均 21.4 歳であり、ADL は制限なく活動性も高い点が異なる。PEF と PCF では変化を認めなかったが、MEP と MIP の変化は本研究と同様の増加が確認されるが有意差が出現するまでの期間が異なる。この有意差が出現するまでの期間については、本研究の対象者は要介護認定者で ADL 制限もあり、程度は異なるが廃用性の筋萎縮の有無が影響しているのではないかと考えられる。また、EMT を実施することで MEP のみならず MIP も増加がみられた。この EMT による MIP の増加する機序としては、呼気時の腹筋の収縮は横隔膜を胸郭へ押し上げ、横隔膜の収縮効率を改善させる<sup>10)</sup>、また呼気筋である腹筋は吸気筋作用もある<sup>11)</sup>ことなどが報告されており、これらが影響していると考えられた。

本研究の結果、要介護認定者に対し EMT を実施することで、PEF と PCF の増加、MEP のみならず MIP も影響を受け、それぞれ増加することが認められた。したがって、EMT は身体にとって効率がよく、有益な種々の効果が得られるホームトレーニングの一つであることが示唆された。

今後の課題として、対象者が 16 例と少ないため、さらに継続してデータを蓄積することや、要介護認定者では要介護度、ADL レベル、身体活動量など個々で異なるため、種々の因子の影響も分析を行う必要がある。また、近年では EMT 実施にて嚥下機能にも影響を及ぼす報告<sup>12)13)</sup>が散見されており、EMT による種々の効果は注目されつつある。したがって、今後 EMT の効果をより包括的に検証していく必要があると思われる。

## 【謝辞】

本研究に参加いただいた対象者の皆様、またご協力いただきました関係各位にお礼申し上げます。なお、本研究は公益財団法人 在宅医療助成勇美記念財団 平成 21 年度在宅医療助成により実施した。

## 【引用文献】

- 1) 介護予防実践ハンドブック, 社会保険研究所, 2002.
- 2) Kim J, et al: Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: Tutorial. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 42(2):211-224, 2005.
- 3) Kim J, et al: Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 48(3)361-366, 2009.
- 4) 小島肇: 脳梗塞後の摂食障害患者への呼気トレーニングの効果. *理学療法学*33(8): 434-436, 2006.
- 5) 柳澤幸夫, 松尾善美, 堀内宣昭: Threshold IMT®使用下の呼気抵抗負荷についての検討. 第20回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会. 20:195, 2010.
- 6) Black LF, Hyatt RE: Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Resir Dis* 99:696-702, 1969.
- 7) 佐々木誠, 佐藤峰吉・他: 咳嗽力の測定再現性と特性. *秋田大学医学部保健学科紀要* 12(1): 53-57, 2004.
- 8) 秋吉史博, 高橋仁美・他: 呼気筋強化が呼吸筋力に及ぼす影響. *理学療法学* 28(2)47-52, 2001.
- 9) 佐藤麻知子, 佐竹将宏・他: 呼吸筋トレーニングにおける効果的な負荷圧の検討. *理学療法学*29(2):37-42, 2002.
- 10) Suzuki S, Suzuki J, et al: Relationship of effort sensation to expiratory muscle fatigue during expiratory threshold loading. *Am Rev Respi Dis* 145:461-466, 1992.
- 11) Mead J: Function significance of apposition of diaphragm of apposition to rib cage. *Am Rev Respi Dis* 119:31-32, 1979.
- 12) Pitts T, et al: Impact of expiratory muscle strength training on voluntary cough and swallow function in Parkinson disease. *Chest* 135(5):1301-1308, 2009.
- 13) Wheeler-Hegland KM, et al: Submental sEMG and hyoid movement during Mendelsohn maneuver, effortful swallow, and expiratory muscle strength training. *Journal of speech, Language, and Hearing Research* 51:1072-1087, 2008.

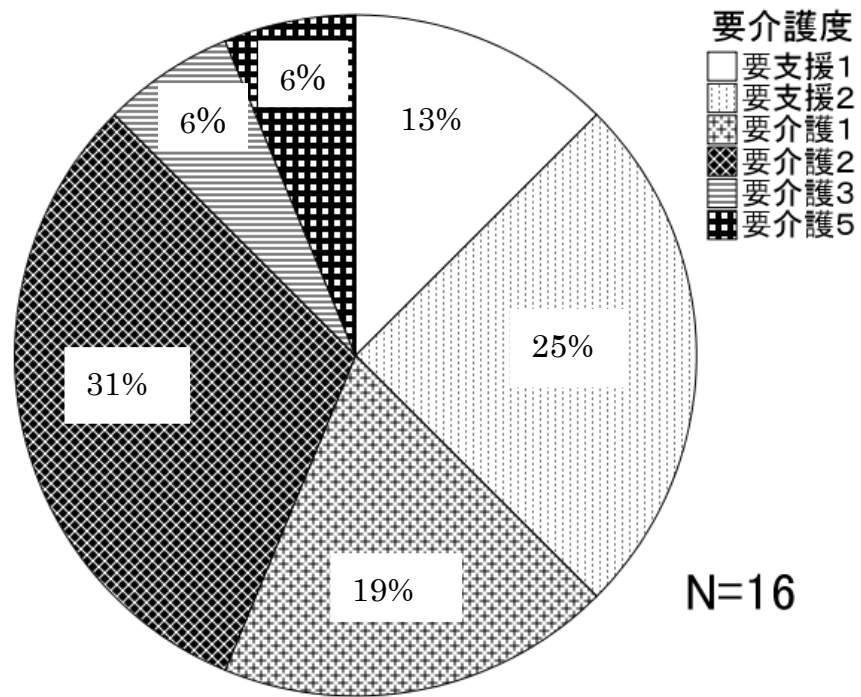


図1 対象者の要介護度割合

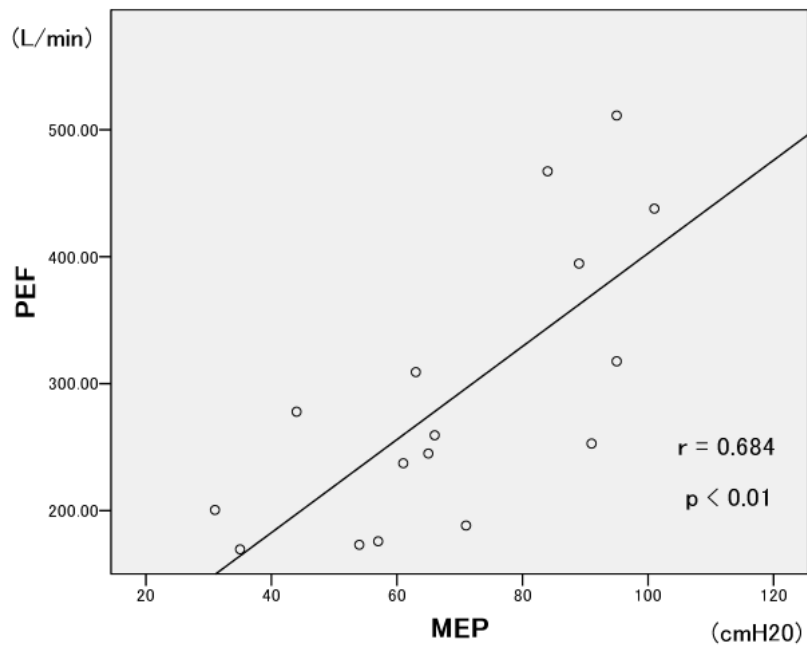


図2 MEP と PEF との相関(N=16)

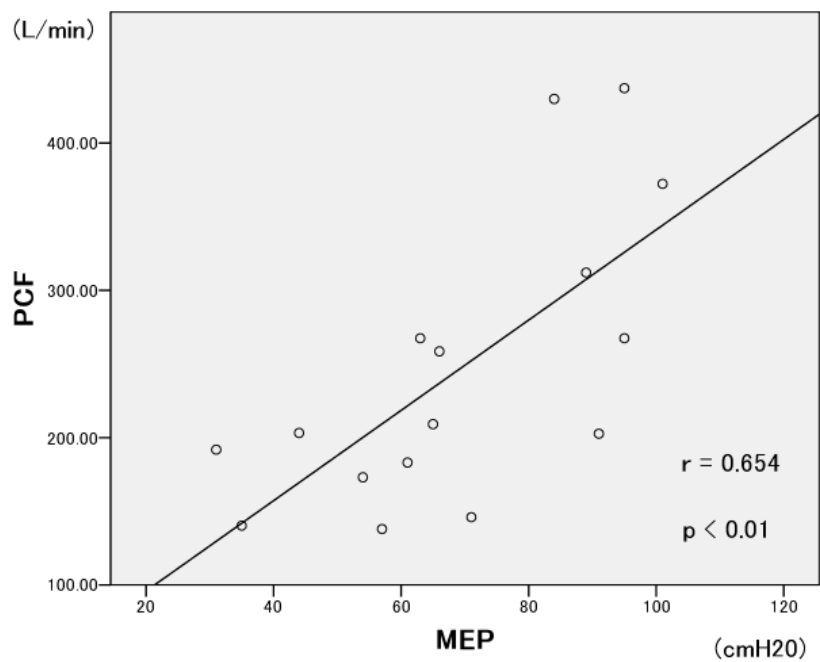


図3 MEP と PCF との相関(N=16)

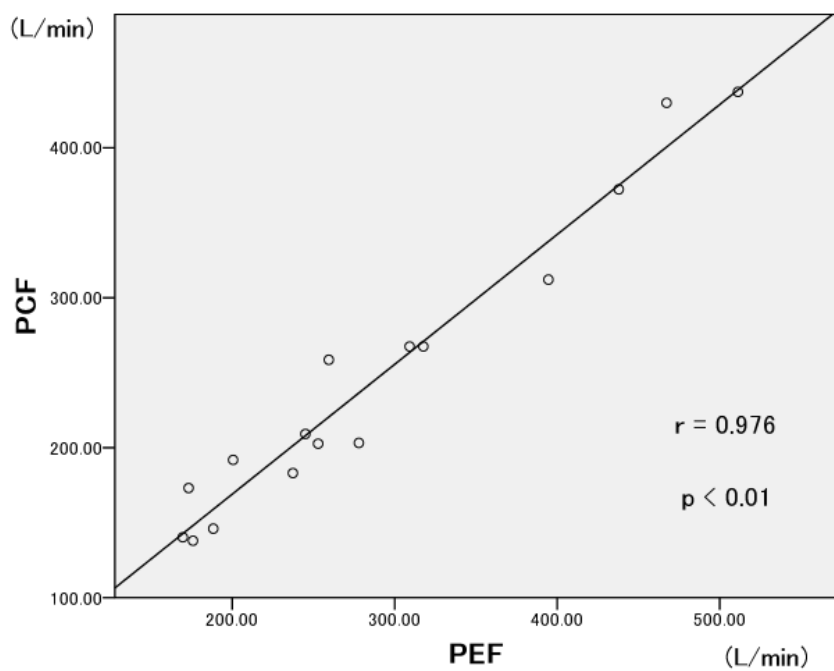


図4 PEF と PCF との相関(N=16)



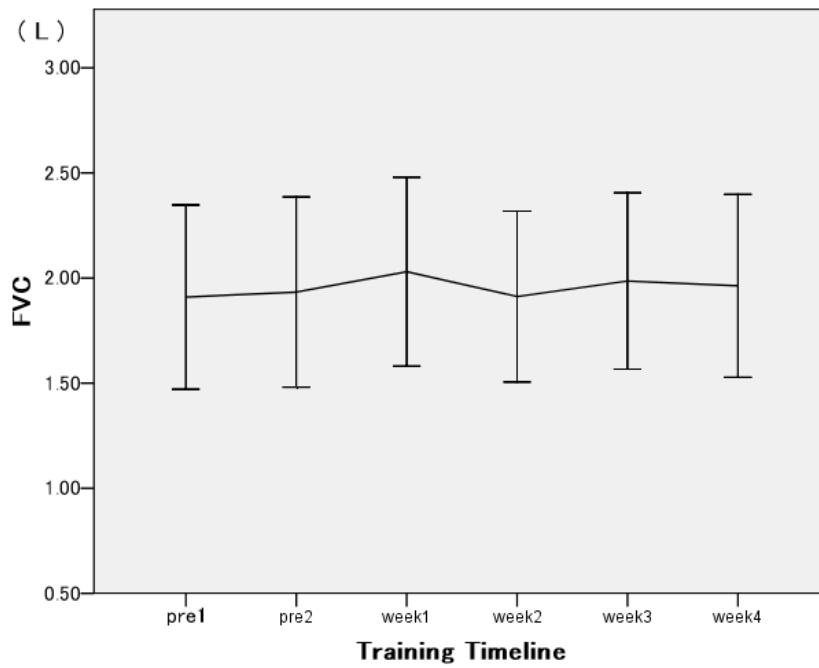


図5 FVC の変化(N=16)

pre1:EMT 前1, pre2:EMT 前2, week1:EMT1 週後,  
week2:EMT2 週後, week3 : EMT3 週後, week4:EMT4 週後

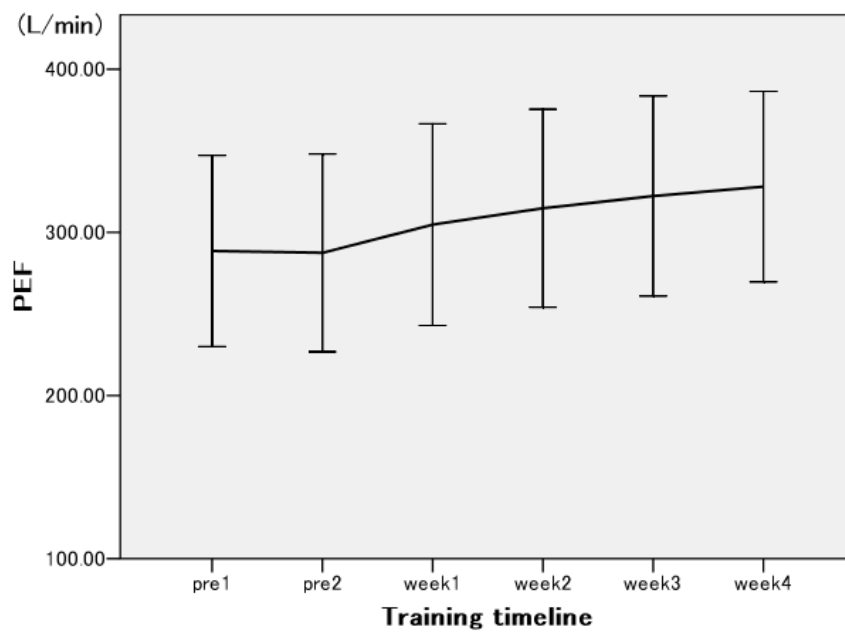


図6 PEF の変化(N=16)

pre1:EMT 前1, pre2:EMT 前2, week1:EMT1 週後,  
week2:EMT2 週後, week3 : EMT3 週後, week4:EMT4 週後

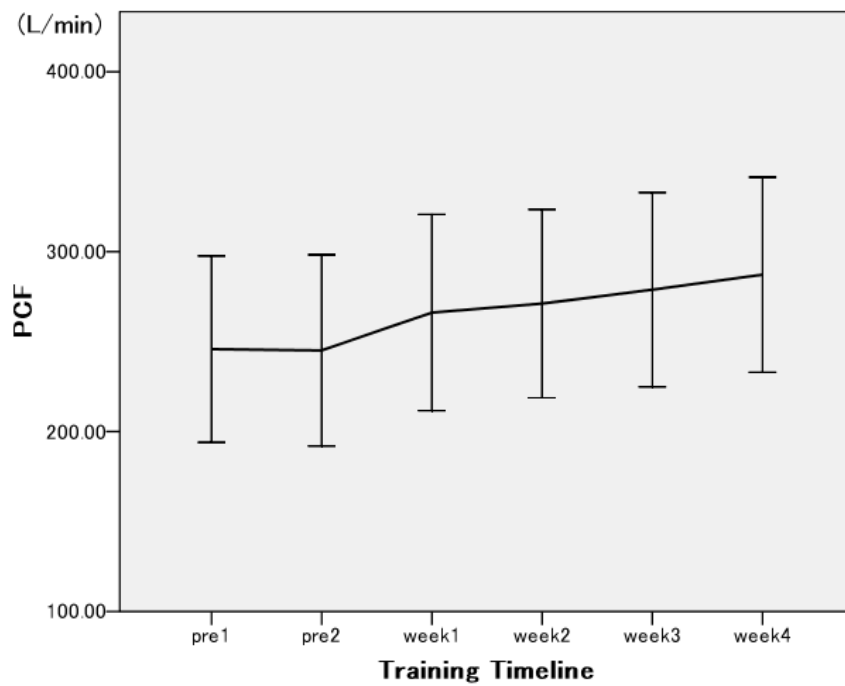


図 7 PCF の変化(N=16)

pre1:EMT 前 1, pre2:EMT 前 2, week1:EMT1 週後,  
week2:EMT2 週後, week3 : EMT3 週後, week4:EMT4 週後

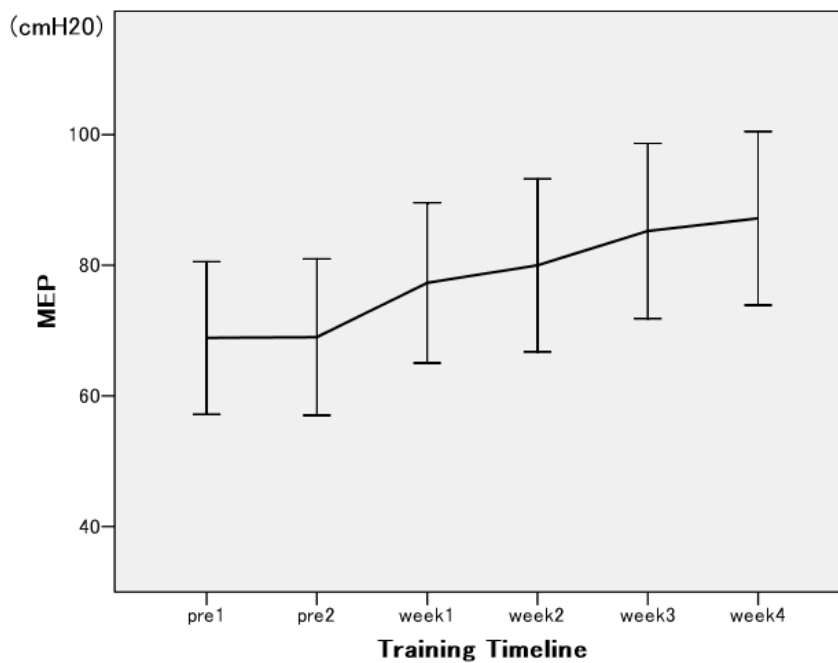


図 8 MEP の変化(N=16)

pre1:EMT 前 1, pre2:EMT 前 2, week1:EMT1 週後,  
week2:EMT2 週後, week3 : EMT3 週後, week4:EMT4 週後

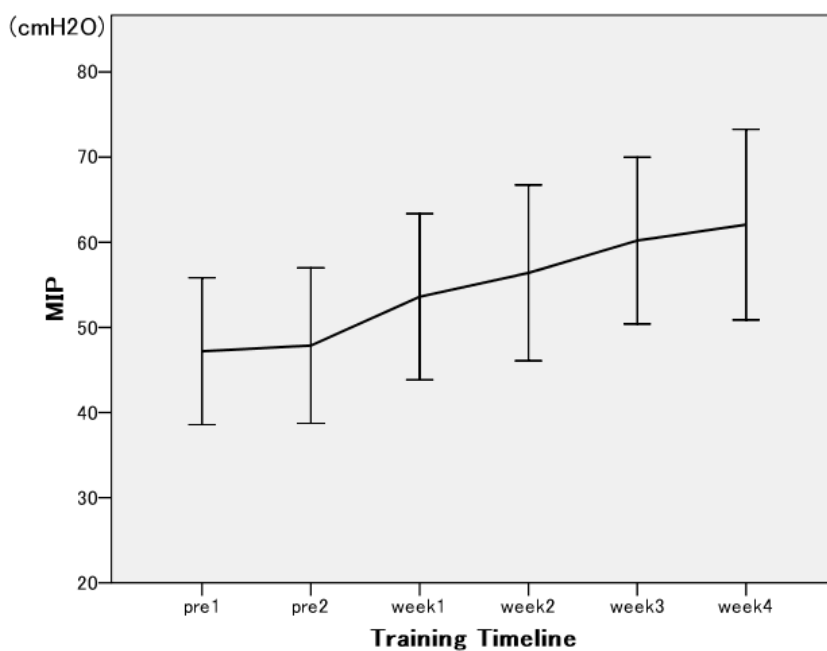


図9 MIPの変化(N=16)

pre1:EMT前1, pre2:EMT前2, week1:EMT1週後,  
week2:EMT2週後, week3:EMT3週後, week4:EMT4週後

表1 EMT前後の呼吸機能、咳嗽能力、呼吸筋力の変化

	EMT前	EMT-1週後	EMT-2週後	EMT-3週後	EMT-4週後
FVC	1.93±0.85	2.03±0.84	1.91±0.76	1.99±0.79	1.96±0.82
PEF	287.5±113.7	304.7±115.9**	314.8±113.8**	322.3±115.1***†	328.1±109.6***†
PCF	245.1±99.8	266.2±102.4**	271.1±98.2**	278.9±101.3***†	287.2±101.7***††‡
MEP	69.0±22.5	77.3±23.0**	80.0±24.9**	85.3±25.2***†‡	87.2±24.9***††‡
MIP	47.9±16.5	53.6±17.6	56.4±18.6**	60.2±17.7***†	62.1±20.2***††

平均値±標準偏差. Tukeyposthoccomparisons ;\*:p<0.05,\*\*:p<0.01,EMT前と比較. †:p<0.05,††:p<0.01,EMT-1週後と比較. ‡:p<0.05,‡‡:p<0.01,EMT-2週後と比較.

## 感想

本研究の計画当初は、予定人数 40 人程度としていましたが、倫理委員会の準備などの日程調整で4月開催となり、研究開始が4月中旬からで結果的に参加者は18名となりました。また、呼吸筋トレーニングの期間を6週間としていましたが、トレーニング期間がやや長い印象をもたれることから、健常者対象の先行研究を踏まえた上で、4週間であっても同様の効果が見込めると考えて、期間を変更しました。

今回、研究の対象者は在宅療養中の要介護認定者です。対象者は、地域にある既存の種々の訪問系や通所系サービスを利用しながら生活をしており、今回の研究参加について、ご説明させていただいた時には、笑顔で承諾していただいた方が多数おられました。また、一週間に一度の自宅訪問で効果判定のための測定についても、快く測定に協力していただきました。

また、本研究は多施設との共同研究であったことから、研究を準備し進めていくにつれて、地域で隣接する医療機関同士の連携強化にもつながったように思います。

本研究の結果から、呼吸筋トレーニングを行うことで種々の増強効果が得られたことにより、ベッドから自力で動けない要介護認定者であっても本研究で使用した器具を用いることで呼吸機能、咳嗽能力、呼吸筋力などの増強効果が得られ、肺炎予防などにつながる事が示唆されました。他にもトレーニングの影響と考えられる変化が観察されたことから、今後、研究をさらに包括的に検証していくことで在宅医療の一助になればと考えています。

本研究には、一律に呼気抵抗負荷を加えることで呼吸筋トレーニングを実施したので、相応の費用支出が必要でした。よって、勇美財団の助成事業がなければ実現不可能な研究であったと感じております。本研究を採択していただき、御礼申し上げます。