

笹川保健財団 研究助成
助成番号：2024－03
研究者名：森尾 裕志

2025 年 3 月 7 日

公益財団法人 笹川保健財団
会長 喜 多 悦 子 殿

2024 年度笹川保健財団研究助成 研 究 報 告 書

標記について、下記の通り研究報告書を添付し提出いたします。

記

研究課題

遠隔医療促進のための呼吸機能を用いた評価・トレーニングの開発

所属機関・職名 湘南医療大学保健医療学部・教授

氏名 森尾 裕志

1. 研究の目的

本研究の目的は、地域在住高齢者が社会状況に左右されることなく、安定した呼吸機能トレーニングを受けられる仕組みを構築し、その効果を検証することである。三浦市のデイサービスおよび秦野市の在宅高齢者を対象に、多職種と連携しながらデータを収集した。

特に、デイサービスでは看護師や理学療法士の協力を得て、安全かつ実践的な呼吸機能トレーニングの導入を図った。また、日本精工株式会社および日本電計株式会社と共同で、タブレット PC を用いた「呼吸機能改善支援アプリ」を開発し、遠隔医療への応用を目指した。医療・福祉・企業の多職種連携により、持続可能な呼吸機能改善システムの構築を進めた。

この研究により、高齢者が自宅にしながら安全かつ効果的な呼吸機能トレーニングを行うことができるようになり、地域の医療負担軽減にも貢献することを期待している。

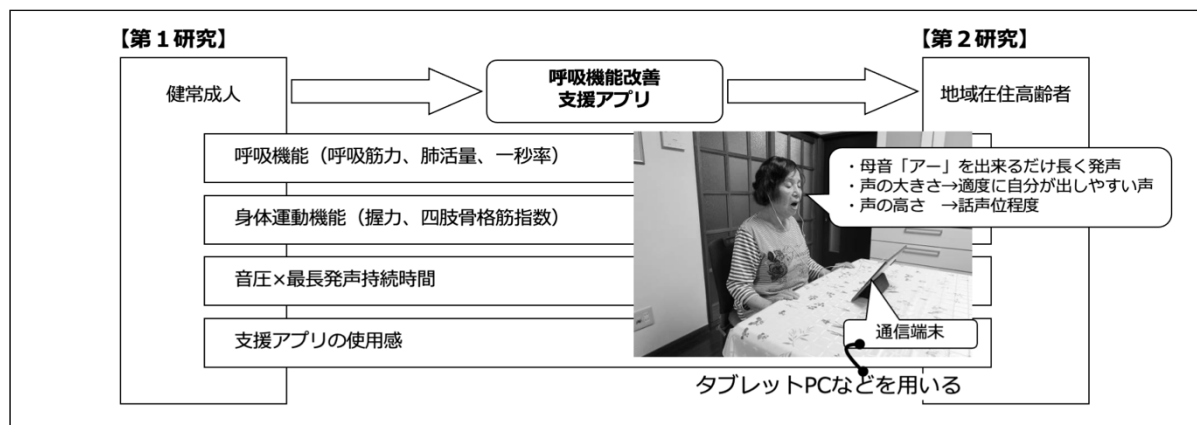


図1. 研究の目的

・今までの先行研究について

本研究に関わる先行研究については、表を参照していただきたい。主評価項目となるのは、発声持続時間に音圧の因子を加えた指標になるが、その手法は国内外を含めて報告は無い。ベースとなる発声持続時間は、1966 年には沢島らにより報告されており、臨床でも活用されている。ただし、肺活量とは関連がないと言われており、あくまで発声の評価、および嚥下機能の評価（Lim ら, 2020）として用いられて

いることが多い。一方、発声練習により肺活量、胸郭機能の改善が報告されており（Mendes ら, 2006）（Follmer ら, 2013）、音圧を加味することでより、身体機能に親和性の高い指標になり得ると考えている。Izawa ら（2012）は、ベースとなる MPT と酸素摂取量（peak VO₂）と関わりがあることを報告しており、予後を予測する因子の一つであることを述べている。また、この MPT は、機能の改善と共に改善し得る共変量であることも報告している（Izawa ら, 2017）。今回、我々は MPT に音圧を加味した「MPT プラス」を採用している。MPT プラスは肺活量だけでなく、呼吸筋力とも関連があることを予測している。宮下ら（2020）は、呼吸筋力と peak VO₂ と関連があることも報告されている。我々は仮説として、MPT プラスは肺活量と呼吸筋力と関連し、その値は身体機能と関わるとしている。MPT プラスにより呼吸筋力、ひいては運動耐容能との関わりが本研究で明らかになれば国内外を通して初の成果であり、高齢化の進んだ本邦に応用できる内容である。しかも、その指標をリモートリハビリテーションに応用するという報告はみられなく、本研究の新規性は国内外含めて極めて高いといえる。本研究が明らかになれば、在宅療養の高齢者に対して呼吸機能の評価、および呼吸機能の改善ができるようになる画期的な研究である。

表. 本研究に関する先行研究

著者, 発表年	タイトル	掲載誌	リサーチ クエスチョン	対象者	身体機能・ADL 評価項目	コメント
沢島政行 (1966)	発声持続時間の測定	音声言語医学 1966 Vol. 7 Issue 1 Pages 23-28	P: 一般の被験者 E: 最大発声テスト (Maximal Phonation Test) C: なし (単群比較) O: 発声持続時間の測定	男性70名、 女性78名	MPT, 肺活量	MPTと肺活量は関わりが認められなかった。
Mendes AP, et al. (2006)	Effects of vocal training on respiratory kinematics during singing tasks	Folia Phoniatr Logop 2006 Vol. 58 Issue 5 Pages 363-77	P: 一般の被験者 E: ボーカルトレーニング C: なし (単群比較) O: 歌唱タスク中の呼吸運動学に対する影響	4名の声楽学生 (女性3名、 男性1名)	肺活量、胸郭、腹部収縮が含まれた。表面筋電図測定では、大胸筋、腹直筋、外腹斜筋のバースト持続時間とピーク振幅を測定した。	トレーニングで、呼吸器系は肺活量に高度に反応することが示唆される。
Follmer A, et al. (2013)	The effects of expiratory muscle strength training on swallowing and voice measures in healthy older adults. In: Ann Arbor	Wisconsin - Milwaukee; 2013:104.	P: 一般の被験者 E: 4週間の呼吸筋力トレーニング C: なし (単群比較) O: 最大発声時間、会話強度レベル	健康な高齢者 (65〜79 歳)	最大発声時間、会話強度レベル、利用可能な強度範囲の上限と下限が含まれた。嚥下変数には、舌機能に関連するもので、最大等尺圧と平均嚥下圧	高齢者がプログラムによって発声量を増加させることができることを示している。
Izawa PK, et al. (2012)	Relation between maximum phonation time and exercise capacity in chronic heart failure patients	Eur J Phys Rehabil Med 2012 Vol. 48 Issue 4 Pages 593-9	P: 心不全患者 E: 最大発声テスト (Maximal Phonation Test) C: なし O: SMEt'sの体力水準の有無	心不全患者 111名	MPT, peakVO ₂ の測定	5METs以上の運動能力に関するROCでは、MPTのカットオフ値が18.27秒と抽出された。
Izawa PK, et al. (2017)	Age-Related Differences of Maximum Phonation Time in Patients after Cardiac Surgery	Diseases 2017 Vol. 6 Issue 1	P: 心臓手術を受けた患者 E: 最大発声テスト (Maximal Phonation Test) C: なし O: 心臓手術後の患者における最大発声時間の年齢による差異	中年群 (65 歳未満、 n=29) と高 齢群 (65歳 以上、 n=21)	最大発声時間 (MPT)	MPTの持続時間は、高齢群 (12.6±3.5秒→17.9±6.0秒。) よりも中年群 (19.2±7.8秒→27.1±11.6秒) の方が、1ヵ月目から3ヵ月目にかけて有意に増加した。
Lim JY, et al. (2020)	Use of the maximal phonation test for the screening of dysphagia in stroke patients: a preliminary study	Eur J Phys Rehabil Med 2020 Vol. 56 Issue 1 Pages 41-46	P: 脳卒中患者 E: 最大発声テスト (Maximal Phonation Test) C: なし (単群比較) O: 脳卒中患者における嚥下障害のスクリーニングにおける最大発声テストの有用性	嚥下障害が疑われる急性期脳卒中患者106例	正常群、ペネトレーション群、誤嚥群におけるMPTの違いを分析し、MPTと年齢、ペネトレーション誤嚥スケール (PAS)、ASHA-NOMS、Functional Dysphagia Scale (FDS) スコアとの相関を調査した。	ROC分析により、脳卒中患者における貫通および誤嚥の有無に関するMPTカットオフ値は、それぞれ9.08秒および7.98秒であった。
宮下譽都, 他 (2020)	吸気筋トレーニングによる運動耐容能の変化 上肢・下肢エルゴメータの比較	日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌 2020 Vol. 28 Issue 3 Pages 406-411	P: 一般の被験者 E: 呼吸筋トレーニング C: なし (単群比較) O: 呼吸機能、呼吸筋力、吸気筋耐力、peakVO ₂ の測定	健康成人男性 42名	60% P1max、30% P1max、10% P1maxの3群に群分けし、1日30呼吸2セットを2回、8週間行った。対象者に呼吸機能、呼吸筋力、吸気筋耐力、peakVO ₂ の測定	60%群・30%群で呼吸筋力、吸気筋耐力、上肢エルゴメータによるpeakVO ₂ に有意な向上がみられた。

2. 研究の内容・実施経過

本研究は、第1研究（健常者対象）と第2研究（地域在住高齢者対象）の2つの段階で構成された。

第1研究（健常者対象）

本研究では、20名の健常成人を対象に、開発したタブレットPCを用いた呼吸機能改善支援プログラムの有効性を検証した。測定項目として、最大発声持続時間（MPT）、音圧、肺活量、呼吸筋力、握力、ピンチ力を評価し、呼吸機能との関連性を検討した。

また、デイサービスに勤務する看護師・理学療法士の助言を受け、測定の妥当性を向上させた。さらに、日本精工株式会社の技術協力により、音圧測定機能の精度向上を図った。

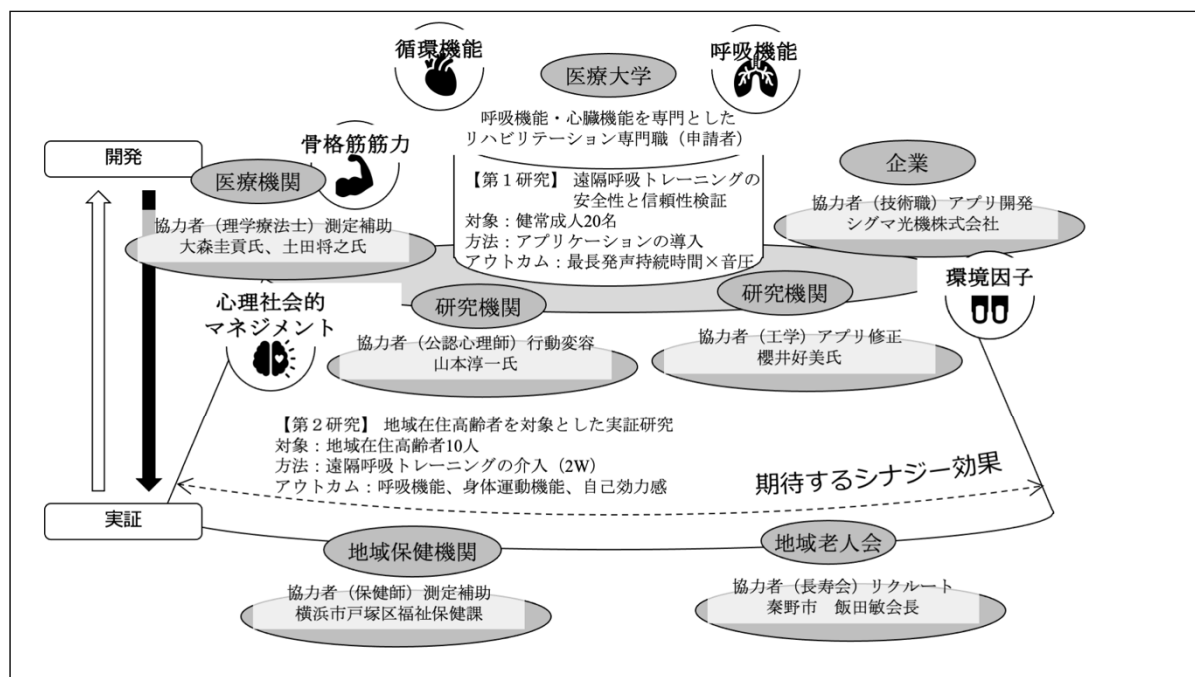


図2. 研究の必要性

第2研究（地域在住高齢者対象）

次に、地域在住の高齢者6名（全員女性）を対象に、呼吸機能改善支援プログラムの実践的な有用性を評価した。2週間のベースライン期間を設けた後、4週間の介入期間を設定し、対象者には1週間あたり3回以上のプログラムを実施してもらった。

特に、三浦市のデイサービスにおいて、看護師・理学療法士と連携し、指導内容の最適化を図った。また、神奈川県秦野市の在宅高齢者への導入においては、地域在住高齢者のニーズに即した支援方法の検討を進めた。

参加者の継続率は高く、使用感についても肯定的な評価が得られた。これにより、実際の介入の場面でも有効な手法である可能性が示唆された。

3. 研究の成果

本研究の結果として、以下の知見が得られた。

- ・呼吸機能評価の向上：MPT×音圧の新指標「MPT プラス」により、呼吸機能の評価がより精緻化された。
- ・アプリの実用性：タブレット PC を用いた呼吸機能改善支援アプリの信頼性が確認され、在宅での継続的な使用が可能であることが示唆された。
- ・多職種連携の有効性：看護師・理学療法士・企業の協力により、実用的な遠隔支援システムの開発が進められた。

また、評価結果に基づき、アプリのインターフェース改善が求められる点も明らかになった。特に、視覚的フィードバック機能を強化することで、高齢者が直感的に操作しやすい環境を整える必要があると考えられる。

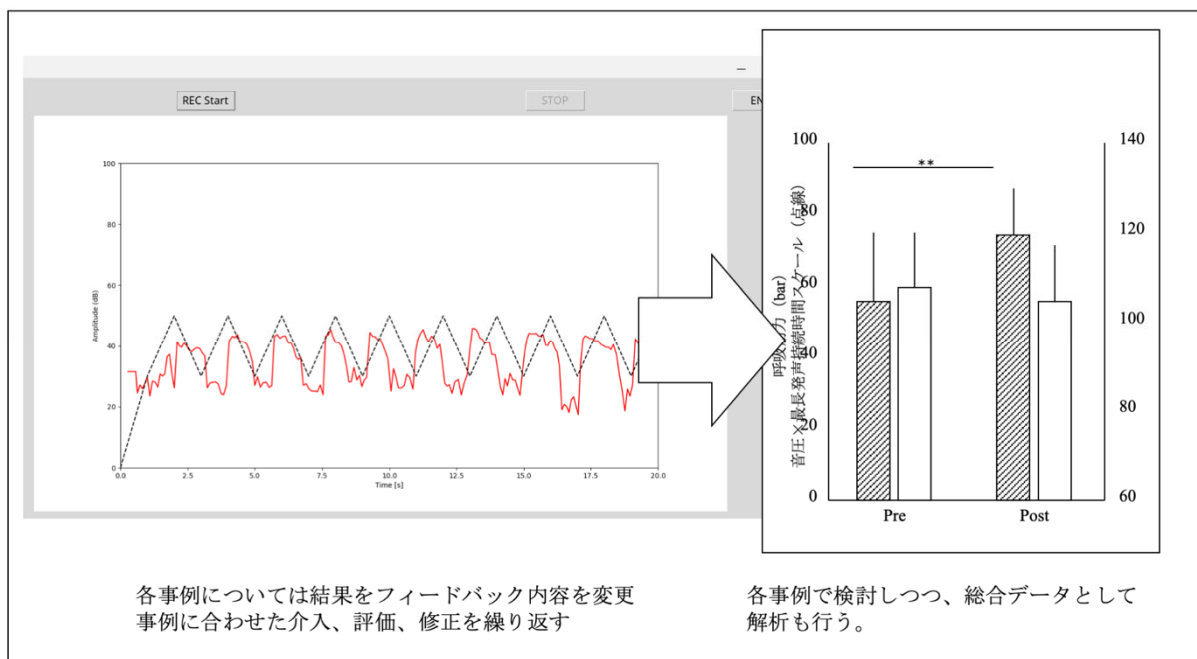


図3. プログラムの介入により呼吸筋力等の身体運動機能が增大する

4. 今後の課題

- ・サンプル数の拡大：** 本研究の対象者は少数であったため、今後はより多くの高齢者を対象とした研究を実施し、統計的な妥当性を向上させる。
- ・アプリの改良：** フィードバックをもとに、使用の利便性や機能を向上させるための改良を行う。
- ・他地域への適用：** 三浦市・秦野市以外の地域でも適用可能か検証する。
- ・長期的な効果検証：** 本研究では短期間の介入にとどまったため、長期間の継続使用における効果を評価する必要がある。
- ・多職種連携の更なる発展：** 今後は、デイサービスに限らず、在宅医療チームや地域包括ケアシステムとの協力を強化し、より広範な支援体制を構築する。

5. 研究の成果等の公表予定（学会、雑誌）

- ・学会発表：日本理学療法学会、呼吸リハビリテーション学会を検討、
- ・論文投稿：MDPI *Sensors*（査読付き学術雑誌）を検討

研究の成果をもとに、さらなる応用研究を進め、多職種連携による遠隔医療の推進に貢献する予定である。