

分野：(2) COPD に関する調査研究

調査研究課題名：②COPD 患者の ICT を活用した在宅の呼吸リハビリテーションの効果検証

委託業務名：COPD 患者に対する ICT を用いた低頻度外来呼吸リハビリテーションの効果検証

研究代表者：松野 圭（順天堂大学）

【第 14 期環境保健調査研究の概要】

呼吸リハビリテーションは、呼吸器疾患患者における呼吸困難感の軽減、QOL の向上、ならびに入院回数の減少に有効な治療法として確立されている。しかしながら、特に外来診療における呼吸リハビリテーションの普及は十分とは言えず、人的・物的資源の制約が大きな課題となっている。近年、ICT（Information and Communication Technology）を活用することで医療提供体制を補完する取り組みが期待されているものの、高齢者を対象とした呼吸リハビリテーションにおいては、十分に活用されていないのが現状である。本研究では、高齢者でも利用しやすいシンプルな ICT を活用し、在宅で継続可能な呼吸リハビリテーションプログラムを構築し、その有効性と安全性を検証する。

本研究で構築した外来・在宅で実施可能な呼吸リハビリテーションプログラムは、高齢者にも利用しやすいシンプルな ICT を活用した内容であり、公害健康被害予防事業の一環として、各自治体が実施する呼吸器健康講座等においても活用可能な資料として展開できるものである。本プログラムは、呼吸器疾患患者におけるフレイル予防および健康寿命の延伸への貢献が期待される。

1 研究従事者（○印は研究代表者）

○松野 圭（順天堂東京江東高齢者医療センター呼吸器内科）

本間生夫（NPO 法人安らぎ呼吸プロジェクト）

高橋康輝（東京有明医療大学保健医療学部）

高橋和久（順天堂医院呼吸器内科）

菅野康二（順天堂東京江東高齢者医療センター呼吸器内科）

宮内克巳（順天堂東京江東高齢者医療センター循環器内科）

代田浩之（順天堂医院循環器内科）

高橋哲也（順天堂大学保健医療学部理学療法学科）

佐野裕子（順天堂大学大学院医療看護学研究科）

佐々木信一（順天堂大学医学部附属浦安病院呼吸器内科）

兒玉裕三（順天堂医院呼吸器内科）

佐藤匡（順天堂医院呼吸器内科）

新田直子（順天堂医院呼吸器内科）

桂秀樹（東京女子医科大学病院）

2 研究目的

COPD 診断と治療のためのガイドライン 2022 において、COPD の管理目標に「健康寿命の延長」が新たに追記された。呼吸リハビリテーションは、COPD 患者におけるフレイル・サルコペニアを改善し、健康寿命の延伸対策として期待される治療法である。しかしながら、医師・看護師・理学療法士等の呼吸リハビリテーションに関わる人材や呼吸器障害をもつ患者が利用できる施設が不足しており、呼吸リハビリテーションの普及は十分とは言い難い。情報通信技術（Information communication technology: ICT）の発展やスマートフォンなどの情報機器の普及により、遠隔で行うリハビリテーションが注目されており、呼吸リハビリテーションにおいても、病院で行うリハビリテーションと比較した場合に、有効性や安全性に有意差がないことがすでに報告されている。しかし、高齢者の割合が高い COPD 患者では ICT リテラシーが十分でない場合も多く、遠隔呼吸リハビリテーションの普及にも課題はある。高齢者でも利用可能なモバイルヘルスアプリケーションを活用して、患者のセルフマネジメント行動へのアドヒアランスを高めながら、在宅で安全に行えるセルフリハビリテーションプログラムが構築できれば、設備や人材が整っていない病院やクリニックでも外来呼吸リハビリテーションが行える可能性が広がるという仮説を立てた。本調査研究の目的は、ICT を活用した低頻度介入（通常外来診療と同程度）の外来呼吸リハビリテーション（非監視下）プログラムを構築し、その効果を検証することである。

3 研究対象及び方法

【令和 6 年度】

本調査研究を遂行するにあたり、2 段階の研究計画を立案した。

調査研究の目的：ICTを活用した低頻度介入の外来呼吸リハビリテーションプログラムの構築と効果検証

			令和6年度	令和7年度	令和8年度
第1段階	在宅で実施可能な呼吸リハビリテーションプログラムの構築と検証	「COPDのための呼吸筋ストレッチ体操」制作	→		
		在宅リハビリ支援アプリの選定と検証	→		
		探索的研究		→	
第2段階	多施設共同研究	研究体制の構築	→	→	
		登録開始、各群30例			→
		データ集計・解析			→
		論文作成			→

令和 6 年度は、在宅で実施可能なリハビリテーションプログラムの構築を目的とした。具体的には、本研究の研究従事者であり、呼吸筋ストレッチ体操の開発者でもある本間生夫氏と協議・検討を重ね、「COPD のための呼吸筋ストレッチ体操」を作成した。

また、高齢者においても利用可能な ICT の活用を検討し、リハビリテーション支援アプリケーションである「リカバル」を選定した。さらに予備的検討として、フレイルを有する高齢患者を対象に、遠隔リハビリテーションおよび遠隔モニタリングの有効性および安全性を検証する探索的研究を実施した。これにより、在宅環境下におけるリカバルを用いたリハビリテーション支援の実施可能性について評価を行った。

【令和7年度】

本年度は、令和6年度に構築した「COPDのための呼吸筋ストレッチ体操」プログラムと、リハビリ支援アプリである「リカバル」を用いた在宅リハビリテーションの有効性と安全性を検証する探索的研究を計画し、実施中である。

以下に研究の方法を示す。

1. 研究デザイン

本年度は、在宅で実施可能な呼吸リハビリテーションプログラムの安全性および有効性を検証することを目的とした、単施設・単群の前後比較を行う介入研究である。

2. 研究対象者

研究対象者は、順天堂大学医学部附属順天堂東京江東高齢者医療センター 呼吸器内科外来に定期通院している、50歳以上のCOPD患者とした。

(1) 選択基準

以下のすべてを満たす者を対象とした。

1. 呼吸器内科外来に定期通院している者
2. 同意取得時に50歳以上である者
3. 自立歩行が可能な者（杖歩行を含む）
4. 標準的治療により病状が安定している者
5. COPD Assessment Test (CAT) 10点以上、またはmMRCスケールGrade 2以上の者
6. 過去3か月以内にCOPD増悪の既往がない者

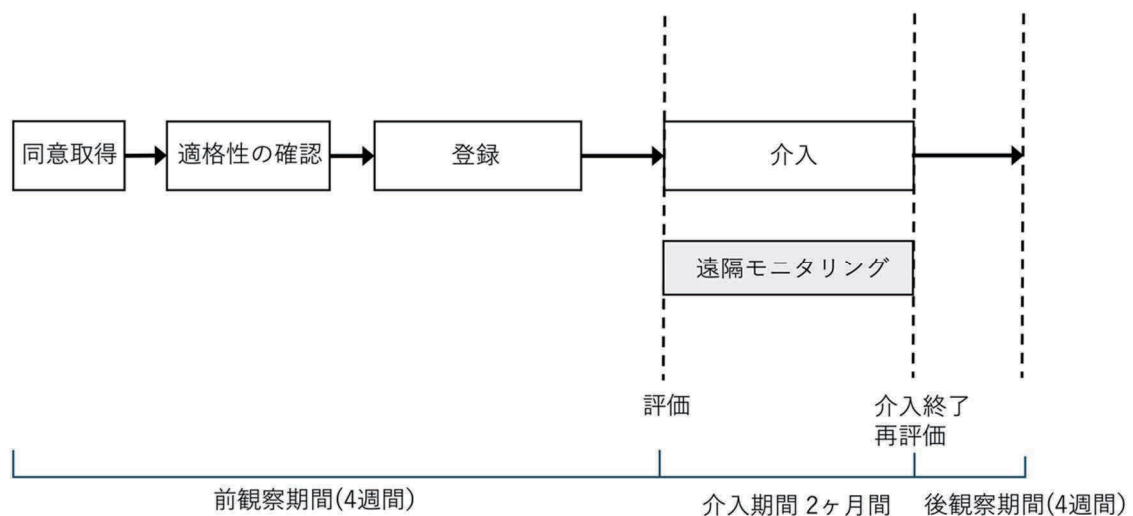
(2) 除外基準

以下のいずれかに該当する者は除外した。

1. 自立歩行が不可能、または問診・質問票への回答が困難な者
2. ペースメーカーを有する者（使用機器の安全性が担保できないため）
3. 重度の身体機能障害を有し、長期的な集中的リハビリテーションが必要と判断された者
4. その他、研究責任者が研究対象者として不適当と判断した者

上記選択基準をすべて満たし、かつ除外基準のいずれにも該当しない者を適格症例とした。

3. 介入内容および研究のアウトライン



(1) 介入期間

介入期間は8週間とした。研究責任者が作成した「COPDのための呼吸筋ストレッチ体操」動画に基づき、対象者は在宅にて1日2回の呼吸筋ストレッチ体操を実施する。

(2) モニタリングおよび支援

研究開始日よりスマートウォッチを装着し、歩数、心拍数、運動実施状況を遠隔で医療従事者がモニタリングした。また、貸与したタブレット端末に搭載した専用アプリケーションを通じて、チャットボットによるフィードバックメッセージを定期的に送信し、体操の継続および身体活動量の維持・向上を支援した。

4. 評価項目

(1) 主要評価項目 (Primary Endpoints)

- ・安全性評価：有害事象の発生、再入院の有無、転倒の有無
- ・有効性評価：COPD Assessment Test (CAT) スコアの変化

(2) 副次評価項目 (Secondary Endpoints) 体操中のバイタル（呼吸回数、心拍数）の変化

- ・体操指導直後の呼吸機能指標（VC、TV、FVC、FEV₁、PEFR、FRC）の変化
- ・介入前後（2か月）の呼吸機能指標（VC、TV、FVC、FEV₁、PEFR、FRC）の変化
- ・身体機能評価：6分間歩行試験距離、Short Physical Performance Battery (SPPB) スコアの変化
- ・身体活動量：1日および1週間あたりの歩数
- ・フレイル問診スコアの変化
- ・HADS 問診スコアの変化
- ・在宅呼吸筋ストレッチ体操の実施率

＜フレイルの診断基準(J-CHS: Japanese Cardiovascular Health Study index)＞

3 項目該当;フレイル、1-2 項目;プレフレイル、0;ロバスト(健康)と診断する。

1. 体重減少(6 ヶ月で、2kg 以上の意図しない体重減少)
2. 易疲労感(ここ 2 週間、わけもなく疲れたような感じがする)
3. 筋力低下(握力:男性 <28kg、女性 < 18kg)
4. 歩行速度の低下(通常歩行速度<1.0m/秒)
5. 日常生活活動量の低下
 - 1 軽い運動・体操をしていますか?
 - 2 定期的な運動・スポーツをしていますか?

上記の 2 つのいずれも「週に 1 回もしていない」と回答

4 研究成果

【令和 6 年度】

1. 「在宅で実施可能な呼吸リハビリテーションプログラム」の構築

非監視下の在宅環境における安全性を重視し、呼吸筋ストレッチ体操を中心としたプログラムを検討した。開発者である本間生夫氏との検討を重ね、口すぼめ呼吸を取り入れ、COPD 患者でも実施可能な「COPD のための呼吸筋ストレッチ体操」を開発し、解説動画を作成した。



2. 在宅リハビリテーションを安全に支援するアプリケーションの検討

在宅での安全なリハビリテーション実施には、バイタルデータ管理と高齢者でも操作可能なシンプルな ICT ツールが必要と考え、リハビリテーション支援アプリ「リカバル」を選定した。予備調査として、フレイル・プレフレイルを有する超高齢患者を対象に遠隔リハビリテーションを実施し、通信環境、操作性および安全性の面で実用可能であることを確認した。

【令和7年度】

1. 探索的研究における研究計画の調整

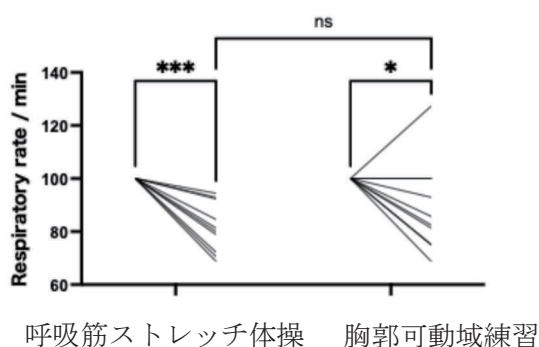
令和6年度に作成した「COPDのための呼吸筋ストレッチ体操」について、実際の研究で使用することを目的として内容の修正を行った。本体操において最も重要となる**呼吸と動作の同調**を図るため、呼吸のタイミングの調整を行った。また、被験者がよりリラックスして実施できるよう **BGMの変更**を行った。さらに、今後の研究成果として環境再生保全機構のホームページ等での公開を想定し、**解説動画のロゴ等のデザイン修正**を行った。

令和6年度に実施した予備実験において、大学生アスリートを対象に解析を行った結果、胸郭可動域練習と比較した場合、1回換気量(TV)の改善割合は低かったものの、**呼吸回数の減少効果**が大きいことが示された(図1)。これらの結果を踏まえて考察すると、呼吸筋ストレッチ体操は、胸郭可動域の改善による呼吸運動への影響に加え、**呼吸筋の筋紡錘への作用を介した呼吸不快感の軽減**や、それに伴う**心理的影響**を有する可能性が示唆された。

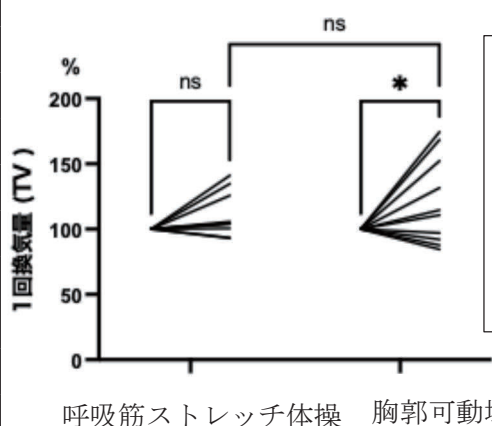
以上の知見を踏まえ、本探索的研究では、評価項目として身体的機能評価に加え、**精神心理的側面**を評価する指標として **Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)** を追加することとした。これらの内容を反映した研究計画について最終調整を行い、**倫理委員会の承認**を得た。

図1. 呼吸筋ストレッチ体操と胸郭可動域練習の比較(呼吸回数、1回換気量)

(a) 呼吸回数



(b) 1回換気量



TVにおける Two-way repeated measures ANOVA の結果

- ・ 群間差 : $p = 9.22$
- ・ 時間の主効果 : $p = 0.024$
- ・ 交互作用 : $p = 0.302$

事後比較 (Fisher's LSD)

- ・ 胸郭可動域訓練のみ前後で有意な変化 : $p = 0.023$

2. 在宅リハビリ支援アプリ「リカバル」の調整

在宅環境において安全にリハビリテーションを実施するためには、**バイタルデータの管理機能**と、**高齢者でも操作可能なシンプルな ICT ツール**が不可欠であると考え、本研究では、リハビリテーション支援アプリケーションとして「リカバル」を選定した。

予備調査として、フレイルおよびプレフレイルを有する超高齢患者を対象に遠隔リハビリテーションを実施し、通信環境、操作性および安全性の観点から、在宅リハビリテーション支援ツールとしての**実用可能性を確認**した。一方で、長期的な継続使用を想定した場合には、さらなる機能改善が必要であると判断した。

そこで本探索的研究実施のために**アドヒアランス向上および安全管理の強化**を目的として、以下の機能追加・改良を行った。(図 2)

・チャットボットによる歩数フィードバック機能の追加

日常活動量に対するフィードバックを提供することで、運動継続を促進することを目的とした。

・体操実施が確認できなかった場合の声かけ機能の追加

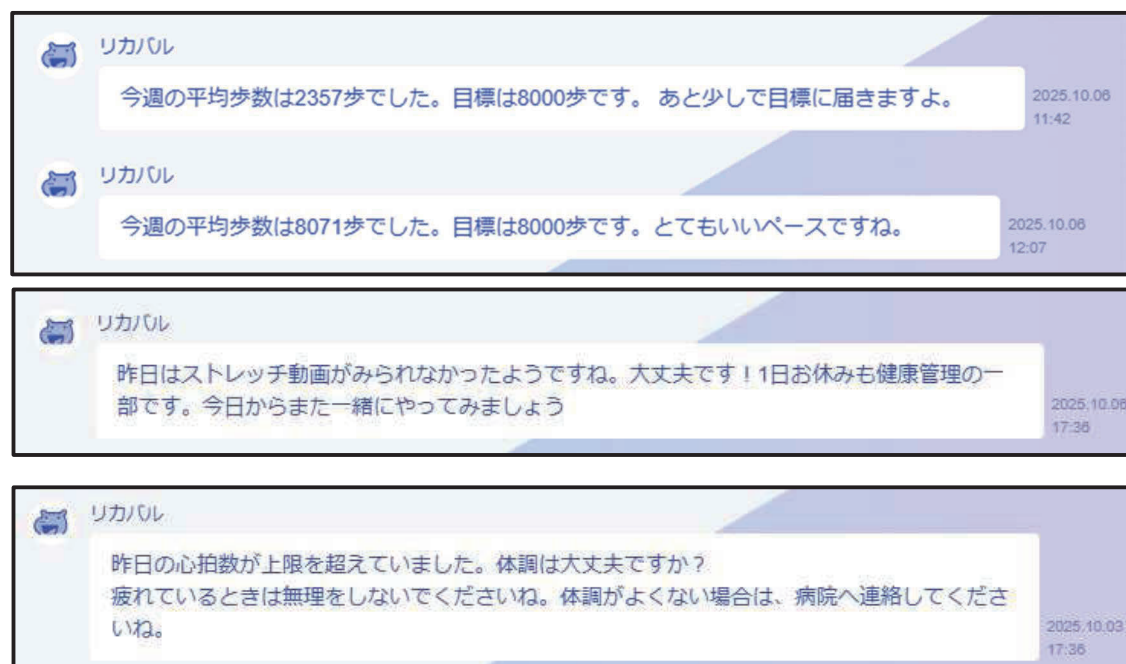
リハビリテーション未実施時に注意喚起を行い、実施忘れの防止を図った。

・心拍数アラート機能（翌日）の追加

運動中の心拍数上昇を検知し、安全性確保を目的とした。

これらの機能開発により、在宅リハビリテーションにおける**安全性および継続性を支援する ICT 基盤の整備**を行った。

図 2. リカバルアプリに追加したチャットボットメッセージ機能一覧



3. 探索的研究の結果

「COPD のための呼吸筋ストレッチ体操」およびリハビリテーション支援アプリケーション「リカバル」を活用し、在宅で実施する呼吸リハビリテーションプログラムの探索的研究を実施した。

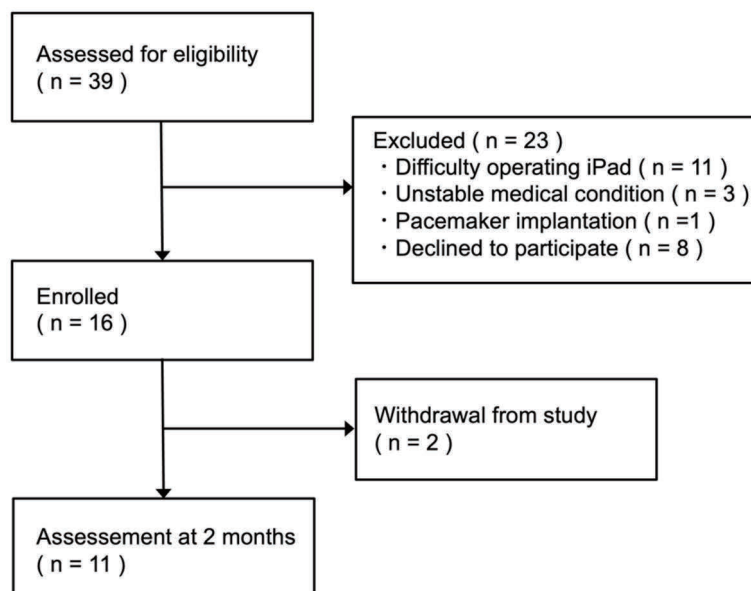


図 3. 研究対象者選定のフローチャート

適格性評価を行った 39 例のうち、iPad 操作困難（11 例）、状態不安定（3）、ペースメーカー植込み（1 例）、参加拒否（8 例）により 23 例を除外し、最終的に 16 例が研究に登録された。

適格性評価を行った 39 例のうち、iPad 操作困難（11 例）、状態不安定（3 例）、ペースメーカー植込み（1 例）、参加拒否（8 例）により 23 例を除外し、最終的に 16 例が研究に登録された。

当院外来通院中の COPD 患者を対象に適格性評価を行った。対象者選定および研究参加状況のフローチャートを図 3 に示す。研究の概要説明は、使用予定の iPad を用いて実施したが、**iPad の操作に対する不安**を理由として研究参加の同意が得られなかった症例が認められた。リクルート期間中に、肺炎を発症した症例が 2 例、通院が中断された症例が 1 例あった。また、ペースメーカー装着のため Fitbit およびタニタ社製体組成計が使用できない症例が 1 例存在した。さらに、自身の病状が安定しており研究参加の必要性を感じないとの理由で、参加を辞退した症例が 8 例あった。

2026 年 2 月 28 日時点で、ベースラインデータの入力が完了している 14 例の患者背景を表 1 に示す。

登録患者の平均年齢は 80.7 ± 3.9 歳であり、女性は 5 例（35.7%）であった。在宅酸素療法（HOT）を使用している症例は 4 例（28.6%）であった。COPD Assessment Test（CAT）スコアの平均は 20.0 ± 6.9 であった。J-CHS 基準を用いたフレイル評価では、6 例（42.9%）がフレイルと判定された。

表 1. 患者背景

Table 1. Baseline Characteristics			
Variables	All (n=14)		
Age, years	80.7	±	3.9
Sex			
Female, n, (%)	5	(35.7)	
BMI, kg/m ²	24.6		4.0
SMI, kg/m ²	6.6	±	0.7
Handgrip strength, kg	24.6		8.8
mMRC, n (%)			
2	12	(85.7)	
3	2	(14.3)	
COPD GOLD, n (%)			
1	2	(14.3)	
2	9	(64.3)	
3	1	(7.1)	
4	1	(7.1)	
Mean Smoking pack years	40.0	±	23.9
Comorbidities, n (%)			
Cardiovascular Disease	4	(28.6)	
Diabetes Mellitus	5	(35.8)	
Orthopedic Disorders	5	(35.8)	
Current medication, n (%)			
HOT	4	(28.6)	
LABA	13	(92.9)	
LAMA	12	(85.7)	
ICS	6	(42.9)	
CAT, score	20.0	±	6.9
BODE index	3.7	±	1.8
HADS (Anxiety), score	4.4	±	4.6
HADS (Depression), score	5.4	±	2.2
Frailty, n(%)	6	(42.9)	
Sarcopenia, n(%)	5	(35.8)	
SPPB	9.8	±	1.7
4m walking(sec)	5.1	±	1.0
FTSST(sec)	13.4	±	4.3
6MWD(m)	297.2	±	63.5
%VC	90.0	±	11.57
FEV1/FVC	55.92	±	15.22
%FEV1	63.89	±	18.58

Table.1 Baseline Characteristics.

BMI: Body Mass Index**SMI:** Skeletal Muscle Mass Index**mMRC:** Modified Medical Research Council Dyspnea Scale**HOT:** Home Oxygen Therapy**LABA:** Long-Acting Beta₂-Agonist**LAMA:** Long-Acting Muscarinic Antagonist**ICS:** Inhaled Corticosteroid**CAT:** COPD Assessment Test (score)**HADS(Anxiety):** Hospital Anxiety and Depression Scale – Anxiety Subscale (score)**SPPB:** Short Physical Performance Battery**FTSST:** Five-Times Sit-to-Stand Test**6MWD:** Six-Minute Walk Distance

呼吸筋ストレッチ体操実施直後に呼吸機能検査を行い、介入前後で比較した結果を図 2 に示す。全例において呼吸回数の有意な減少が認められた。心拍数の変化については、カルボーネンの式を用いて算出した結果、平均 17.4% の上昇にとどまり、**運動負荷は低い水準**であることが示された。一方、1 回換気量 (TV)、肺活量 (VC)、最大吸気量 (IC)、1 秒量 (FEV1)、ピーク呼気流量 (PEFR)、機能的残気量 (FRC) については、いずれも即時的には、有意な変化は認められなかった。

図 4. 呼吸筋ストレッチ体操直後のバイタルと呼吸機能変化 (n=14)

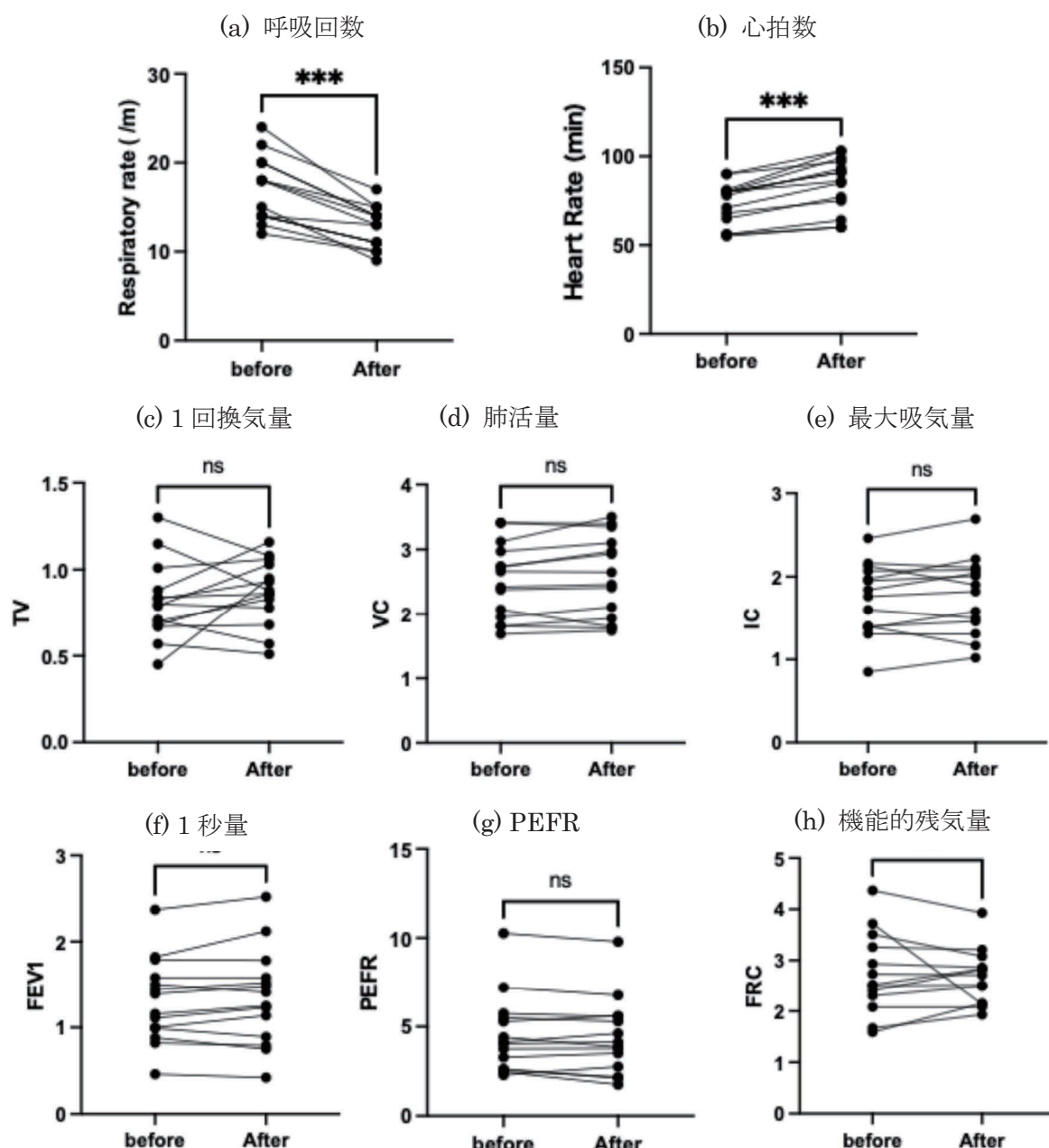


表 2. 遠隔モニタリングの状況

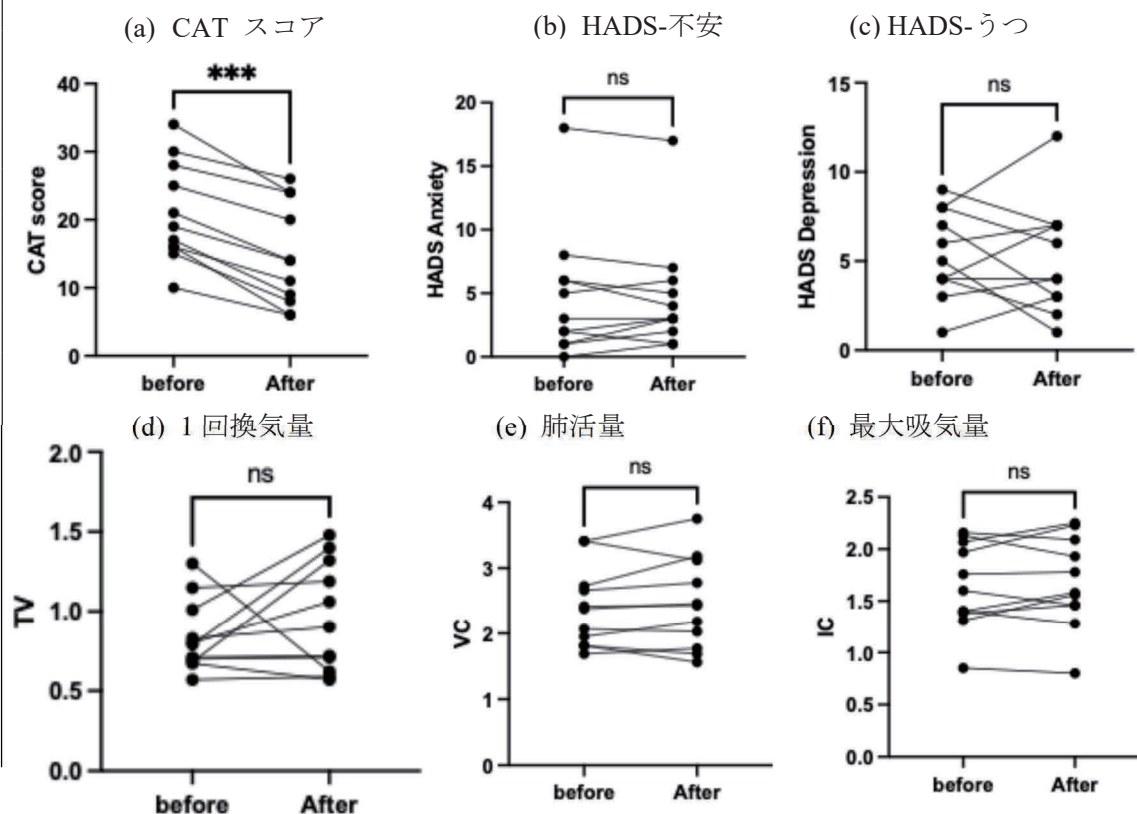
Table 2. Remote Monitoring Status	n = 8		
Fitbit Wearing Rate	89.8	±	6.4
Average Daily Step Count (1-month)	2817.7	±	1270
Average Resting Heart Rate	65.1	±	6.0
Number of Exercise Sessions Performed(1-day), n(%)	2.23	(111)	
Communication Error Rate, n (%)	20.0		

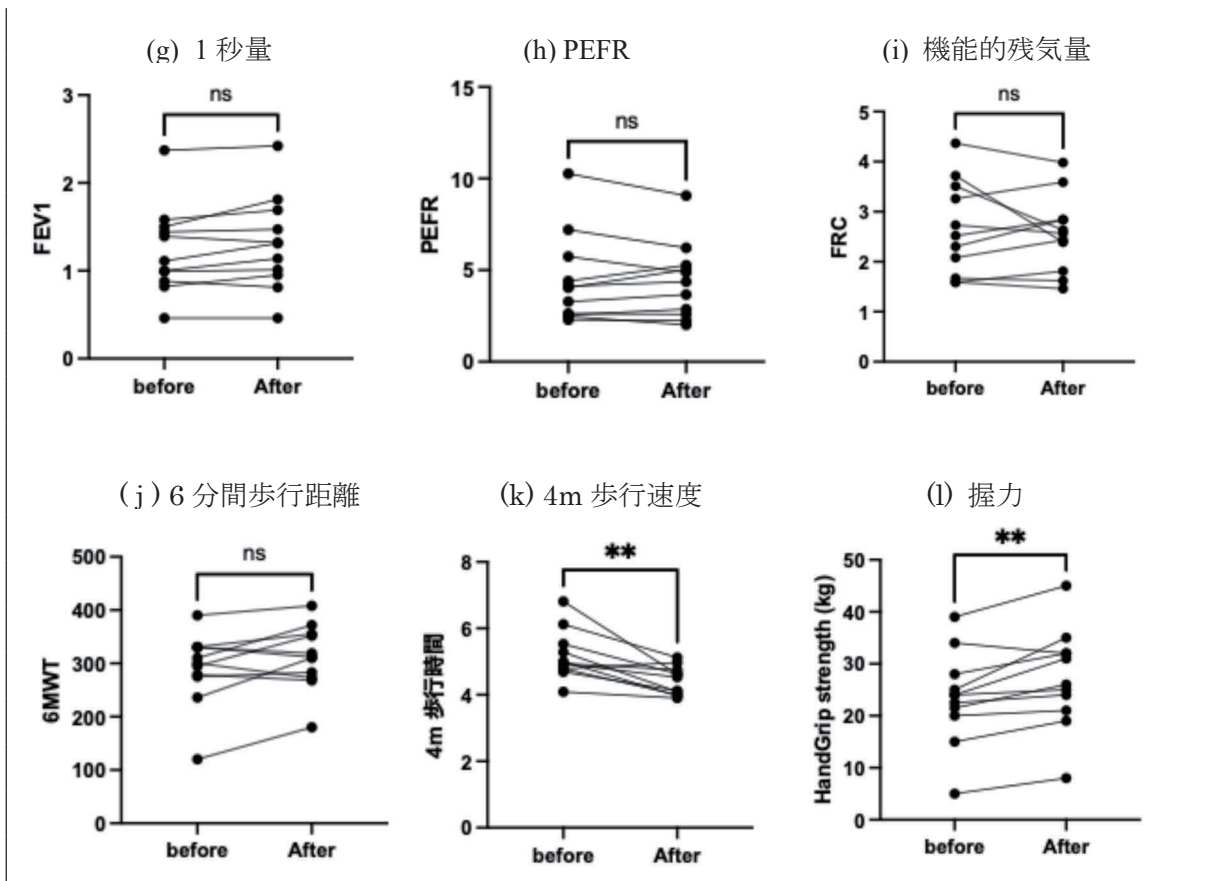
遠隔モニタリングの評価では、1 か月が経過しデータ解析可能な 8 例のデータを表 2 に示す。Fitbit の装着率 (24 時間装着率) は 89.8%であった。通信エラーは、アプリケーションの予期せぬログアウトやスマートウォッチ (Fitbit) の誤操作などがデータ全体の 20%に認められ、データ取得率は 80%であった。一方、体操実施率は、1 日 2 回の実施を 100%とした場合、111%であり、良好なアドヒアランスが維持されていた。介入期間中、一時的な心拍数上昇に伴うアラートは確認されたものの、現時点までに重篤な有害事象は認められておらず、安全に介入を継続できていることが確認された。

2 か月の介入期間を終了し、データ解析が可能であった 11 例における評価項目の変化を図 5 に示した。a 主要評価項目である CAT スコアは、有意に改善を認めた。HADS スコアについては、不安とうつはいずれも有意な改善を認めなかった。

呼吸機能検査は、いずれも有意な変化を認められなかった。身体機能評価では、6 分間歩行試験では、有意な改善を認めなかったが、4m 歩行速度と握力については、有意差な改善を認めた。

図 5. 2 か月介入後の評価項目の変化 (n = 11)





5 考察

今年度の調査研究では、「COPD のための呼吸筋ストレッチ体操」とリハビリテーション支援アプリケーション「リカバル」を用いた遠隔モニタリングを組み合わせた介入の実行可能性、安全性、および臨床的効果について検討した。対象は、超高齢者であり、エントリー段階ではデジタルデバイスに対する抵抗感が認められたが、介入実施例におけるデータ取得率は 80% と良好であり、安全性にも問題は認められなかった。現時点で解析可能であった 11 例において、CAT スコアの有意な改善を認めた一方、6 分間歩行試験および呼吸機能については有意な改善は認めなかった。フレイル、サルコペニアの診断基準項目である身体機能評価として実施した握力、4m 歩行速度は、有意な改善を認めた。

研究エントリーにおいては、iPad の操作が困難であることを理由に参加に至らなかった症例が当初の想定より多く認められた。高齢者の ICT リテラシーは近年向上しているとされるものの、本研究対象である高齢 COPD 患者においては、遠隔モニタリングの適応が期待される一方でデバイス操作が障壁となるジレンマが示された。また、iPad 操作が可能な症例に限定されたことにより、選択バイアスが生じた可能性がある。この点は、呼吸リハビリテーションにおいてアプリケーションを適切に活用できる群で運動耐容能の改善が大きいとする既報とも一致する。

呼吸筋ストレッチ体操の即時的効果については、体操実施直後のバイタルサインを測定した結果、呼吸回数は全例で有意に減少しており、即時的な呼吸パターン改善効果が示唆された。また、体操実施中の心拍数変化からカルボーネン法により算出した運動強度は平均 17.4% と低値

であり、本介入が低強度で身体的負担の少ない介入であることが示された。一方、呼吸機能については、既報と同様に TV 増加や FRC 減少を認める症例と認めない症例が混在し、有意差は認められなかった。

遠隔モニタリングでは、「リカバル」と Fitbit を用いたデータ収集において、アプリケーションのログアウトやデバイス操作に起因する通信エラーを認めたものの、全体のデータ取得率は 80% であり、対象が超高齢であることを考慮すると良好な結果と考えられた。また、心拍数上昇のアラートを認めた症例はあったが、介入期間を通じて重篤な有害事象は認められず、非監視下においても安全に実施可能であることが示された。

2 か月間の介入後、解析可能であった 6 例において CAT スコアの有意な改善を認めた。呼吸回数の減少に示される呼吸パターンの改善が、主観的健康状態の改善に寄与した可能性がある。また、HADS 不安において一部症例で改善傾向を認めたことから、呼吸介入が心理面に影響を及ぼす可能性も示唆される。

本介入は、呼吸筋ストレッチ（コンディショニング）および遠隔モニタリングから構成されており、呼吸リハビリテーションの主軸である運動療法を含まない。そのため介入強度は低く、安全性および在宅実施可能性に優れる一方で、呼吸機能や運動耐容能に対する効果は限定的であったと考えられる。しかしながら、このような低負荷介入であっても CAT スコアの改善が認められた点は重要であり、運動療法の実施が困難な症例に対する補完的アプローチとしての有用性が示唆される。さらに、フレイルおよびサルコペニアの診断指標である握力や歩行速度に有意な改善が認められたことから、本介入はフレイルおよびサルコペニア対策としても有用である可能性が示唆される。

本研究では体操の実施回数はモニタリング可能であったが、体操の質の評価については月 1 回の対面指導のみ実施した。体操動作の動画解析による質の評価およびフィードバックの導入について検討したが、「リカバル」アプリケーション単独での実装は困難であり、他アプリケーションの併用が必要とされた。しかしながら、高齢 COPD 患者において複数アプリの併用は操作負担の増加につながるため、本研究では採用しなかった。また、本体操は呼吸と動作の同調が重要であるため、動作のみの評価では十分とは言えない可能性がある。この点を踏まえ、代替策として、「COPD のための呼吸筋ストレッチ体操」は従来の体操と比較して動作数を減らし、動作速度を緩徐に設定することで、一定の質を担保できるよう設計した。

6 次年度に向けた課題

次年度に向けては、まず現在進行中の探索的研究を完遂し、得られた結果を十分に解析することを最優先課題とする。その結果を踏まえ、対象者選定基準および評価項目の妥当性について再検討を行い、より実践的かつ臨床的意義の高い研究計画へと発展させる必要がある。

また、在宅リハビリテーションを支える ICT 活用についても、高齢 COPD 患者に配慮した支援体制のさらなる工夫が求められる。現在、研究協力について承諾を得ている医療機関（順天堂医

院、順天堂浦安病院、順天堂練馬病院、江東病院、小林内科クリニック、はる内科・呼吸器内科
門前仲町院、江東豊洲はるそらクリニック、草加内科呼吸ケアクリニック）と連携し、評価項
目の統一および実施手順の標準化を進める予定である。

さらに、「COPD のための呼吸筋ストレッチ体操」の指導方法を含めた多施設共同研究の実施に向
けた準備を進め、研究規模の拡大と結果の一般化を目指す。あわせて、これまでに得られた研
究成果については、論文として公表することを目指す。

7 期待される成果の活用の方向性

本調査研究において、ICT を活用し、「COPD のための呼吸筋ストレッチ体操」を用いた外来およ
び在宅で実施可能な呼吸リハビリテーションプログラムについて、安全性および実施可能性が
探索的に検討している。本プログラムが今後、より大規模な研究において有効性の検証が進め
られることにより、COPD 患者に対する新たな呼吸リハビリテーションの選択肢となることが期
待される。

本研究成果は、フレイル対策や健康寿命延伸対策の観点からも意義を有し、特に高齢化が進行
する社会において、慢性呼吸器疾患患者の自立支援および生活の質（QOL）の維持・向上に貢献
する可能性がある。また、遠隔モニタリングを活用した呼吸リハビリテーションの安全な実施
モデルを提示することで、遠隔呼吸リハビリテーションの普及促進につながることが期待され
る。

本研究から得られた知見を活用し、以下の方向性で社会的還元を図る。

（1） 公害健康被害予防事業の強化

ICT を活用した呼吸リハビリテーションの具体的な実施モデルを、公害健康被害予防事業に組
み込むことで、公害による慢性呼吸器疾患患者に対するリハビリテーション支援の充実を図る。
これにより、在宅環境においても安全に継続可能な支援体制の構築を目指すとともに、COPD 患
者の QOL 向上および健康寿命の延伸に貢献することが期待される。

（2） 医療・福祉分野における活用

本研究で検討した ICT を活用したリハビリテーション支援モデルを、在宅医療、訪問看護、地
域医療と連携させることで、地域包括ケアシステムの一部として位置づけることが可能と考え
られる。これにより、多職種連携による包括的な医療・福祉支援の実現に貢献することが期待
される。

（3） 社会実装および制度への展開

本研究成果を基盤として、遠隔医療の制度設計や診療報酬体系の整備に向けた基礎資料として
活用し、遠隔呼吸リハビリテーションの普及に向けた提言を行うことを目指す。また、公害被
害地域を中心に自治体と連携し、ICT を活用した呼吸リハビリテーションモデルの展開を図る

とともに、自治体が実施する呼吸器健康講座等において、フレイル・サルコペニア対策として呼吸筋ストレッチ体操の普及および指導を行うことが考えられる。

ICT を活用した医療支援の効率化および質の向上は、地域医療および公衆衛生全体の強化につながるものであり、本研究で得られた成果は、公害健康被害予防事業にとどまらず、地域医療政策や国家的なヘルスケア戦略にも寄与することが期待される。

【学会発表・論文】

●学会発表

1. 松野 圭、小松孝行、高澤祐治、本間生夫、菅野康二、高橋 和久、呼吸筋ストレッチ体操の即時的効果の検証：ランダム化比較試験、第 35 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会、新潟朱鷺メッセ、新潟、2025 年 10 月 24 日
2. 千葉 うらら、柚須 翔貴、松野 圭、菅野 康二、浅岡 大介、井下 博之、高橋 哲也、宮内 克己、プレフレイル・フレイル高齢者に対する遠隔リハビリテーションプログラムの安全性と有効性の検討：ランダム化比較試験、第 12 回日本サルコペニア・フレイル学会、熊本城ホール、熊本、2025 年 11 月 2 日

●論文

1. 松野 圭、本間生夫：呼吸筋ストレッチ体操，コンディショニング．日本臨牀．2025；83(5)：737-742.