

症例報告



間質性肺炎患者に対し、ロボットアシストウォーカー RT.1 使用によりADLが向上した一症例*

藤原朋哉・本多雄一・伊藤愛良・斎藤良太・松山太士

【要旨】

間質性肺炎患者は労作時呼吸困難や、在宅酸素使用時の酸素ボンベ運搬により日常生活動作（以下、ADL）が制限され、活動量が低下しやすい。労作時呼吸困難が強い症例に対し、酸素ボンベを運搬かつ歩行のアシストが行えるロボットアシストウォーカー RT.1（以下、RT.1）を使用し、ADLが向上したため報告する。症例は80歳代女性、間質性肺炎を発症し、当院急性期病棟に入院した。転倒により第12胸椎圧迫骨折受傷し、回復期病棟に転棟した。労作時呼吸困難により、車いす全介助での移動が多く、機能的自立度評価表（以下、FIM）の移動項目は1点だった。RT.1使用時の評価を行い、6分間歩行距離が40m増加し、本人も「これなら歩ける」といった訴えがあり、病棟での使用を開始した。RT.1使用により行動が変化したことで、FIM移動項目は6点となり、歩行機会を増加することができた。テクノロジーが進化し、ロボット等が開発されてくる中で、療法士は適応し、活用していくことの重要性が示唆された。

キーワード：間質性肺炎，リハビリテーションロボット，ADL

はじめに

間質性肺炎は、肺の間質と呼ばれる肺胞壁を炎症や線維化病変の基本的な場とする疾患群である。間質性肺炎には、膠原病によるもの、じん肺、薬剤性、放射線性、サルコイドーシス、過敏性肺炎などの原因が明らかなものと、こういった原因が全く認められない原因不明のものがあり、後者を特発性間質性肺炎と呼んでいる。特発性間質性肺炎の分類は、その病理組織パターンに基づき、特発性肺線維症、非特異性間質性肺炎、特発性器質化肺炎、急性間質性肺炎、剥離性間質性肺炎、呼吸細気管支炎を伴う間質性肺疾患、リンパ

球性間質性肺炎の7種類に分類されている¹⁾。

間質性肺炎の主要な症状として呼吸困難があり、特に労作時の呼吸困難による身体活動性の低下がdeconditioningをもたらし、運動耐容能と日常生活動作（Activity of Daily Living：以下、ADL）を低下させ、QOL（Quality of Life）の悪化、不安やうつ状態に繋がると考えられる²⁾³⁾。間質性肺炎における呼吸リハビリテーションの有用性に関しては、2014年のコクラン共同計画によるシステマティックレビューによって、運動耐容能の改善（6分間歩行距離の延長）において中等度、呼吸困難およびQOLの改善において軽度の改善が認められている⁴⁾。本邦でも2012年に改訂された「呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—第2版」においても、コンディショニング、全身持久力トレーニング、ADLトレーニングは適応あり⁵⁾と記載されている。特発性間質性肺炎の分類の1つである特発性肺線維症と慢性閉塞性肺疾患（Chronic Obstructive Pulmonary Disease：以下、COPD）に対する呼吸リハビリテーションの効果を比較した報告では、特発性肺線維症の方が呼吸困難、筋力、運動耐容能、ADLの改善の程度は小

* For patients with interstitial pneumonia, the use of robotic assisted Walker RT.1 ADL has improved : A case report

社会医療法人財団新和会 八千代病院
総合リハビリセンター

(〒446-8510 愛知県安城市住吉町2-2-7)

Tomoya Fujiwara, PT, Yuichi Honda, PT, Aira Ito, PT,
Ryouta Saito, PT, Taishi Matsuyama, PT: Rehabilitation
Center, Yachiyo Hospital, Foundation Shinwakai,
Social Medical Corporation

E-mail: t.m.gazel0914@gmail.com

さかったという報告⁶⁾もされており、間質性肺炎に対するリハビリテーションの有用性は確認されているが、COPD に比べ、効果は乏しい可能性がある。

また、近年、急速な高齢化社会を背景に、医療介護分野において介護ロボットが開発されてきている。ロボットアシストウォーカー RT.1 (以下、RT.1: RT.ワークス株式会社製) はハンドル部の圧力センサーにより、使用者の動き、押す力を感知し、その力に合わせてアシストを行うことができる歩行補助具である (図 1)。そのアシスト機能 (1 弱～10 強の 10 段階に設定可能) により、荷



図 1. ロボットアシストウォーカー RT.1 の外観



図 2. ロボットアシストウォーカー RT.1 に酸素ボンベを乗せた際の外観

台に荷物が乗っていても軽い力で押すことができる。阿波ら⁷⁾は、在宅酸素療法使用群において、酸素ボンベ他者牽引群に比べ、自己牽引群では呼吸困難の増加がみられたと報告している。

今回、労作時呼吸困難により、歩行で移動することが制限されている回復期病棟の間質性肺炎患者 1 症例に対して、RT.1 に酸素ボンベを乗せて使用した際 (図 2) の効果、呼吸困難軽減による病棟 ADL の拡大 (歩行での移動)、活動量 (歩行機会) の増加が可能か検討した。

なお本人には本報告に際し、趣旨の説明を行い、口頭で同意を得た。

症例紹介

80 歳代女性

主疾患：間質性肺炎

既往歴：なし

現病歴：X 日、間質性肺炎にて当院急性期病棟入院。ステロイド療法 (125 mg) 実施。X + 14 日、トイレで転倒し、第 12 胸椎圧迫骨折の診断。X + 21 日、回復期病棟に転棟した。

回復期病棟転棟時理学療法評価

安静時経皮的酸素飽和度 (以下、 SpO_2) は 92% (room air)、脈拍 96 回 / 分、BMI (Body Mass Index) 17.7、呼吸困難感は mMRC 息切れスケール (modified Medical Research Council dyspnea scale) グレード 4、肺機能検査は肺活量 (VC) : 1.06 L、%肺活量 (%VC) : 54%、1 秒率 (FEV 1.0%) : 94%、血液ガス分析データ (急性期病棟入院時) は PCO_2 : 32.0 Torr、 PO_2 : 87.1 Torr。等尺性膝伸展筋力 (アニマ社製 μ TasF-1 使用) は右 0.24 kgf/kg、左 0.20 kgf/kg。ADL は基本動作軽介助、歩行は歩行車使用し連続 30 m で SpO_2 : 70% 後半～80% 前半 (room air) まで低下がみられていた。機能的自立度評価表 (Functional Independence Measure : 以下、FIM) の移動項目は 1 点、運動項目は 44 点だった。

経過・結果

病棟 RT.1 使用までの経過

リハビリテーションとしては、X + 21 日から筋力強化訓練、起立訓練、歩行訓練、ADL 動作練習を行い、全身持久力トレーニングとしてはリカベントエルゴメーター (ストレングスエルゴ 5 : 三菱電機エンジニアリング株式会社) を能力に合わせ段階的に負荷量を上げて実施した。X + 56

日、動作としては、病棟歩行（トイレまで）自立としたが、歩行時呼吸困難により車いすで移動することもあった。酸素投与は、安静時はなし、動作時は3Lであった。X+68日、安静時から呼吸困難の訴え強く、酸素1L～2L開始。歩行時呼吸困難による病棟歩行拒否、病棟移動車いす全介助となり、FIM移動項目は1点、運動項目は67点だった。X+82日、RT.1（アシスト設定10）使用し、評価を行った。

RT.1 評価方法

RT.1 使用時と酸素カート（図3）使用時の6分間歩行テスト（以下、6MWT）を同日（午前10時酸素カート、午後3時RT.1）に実施し、比較した。酸素流量は経鼻カニューレから5Lとした。評価項目は、6分間歩行距離、6MWT開始時、終了時の脈拍数、SpO₂、呼吸困難感（Borg scale）とした。また、RT.1使用時の本人の訴えも聴取した。

6MWTはAmerican Thoracic Societyの基準⁸⁾に従って実施した。SpO₂、脈拍数の測定にはパルスオキシメーター（PULSOX-1、KONICA MINOLTA社製）を使用した。Borg scaleは6から20までの15段階尺度を使用した。



図3. 酸素カートの外観

RT.1 評価結果

6分間歩行距離は酸素カート使用時180mであったのに対し、RT.1使用時は220mであった（図4）。また、酸素カート使用時は120m付近で45秒間休息を必要としたが、RT.1使用時は休息

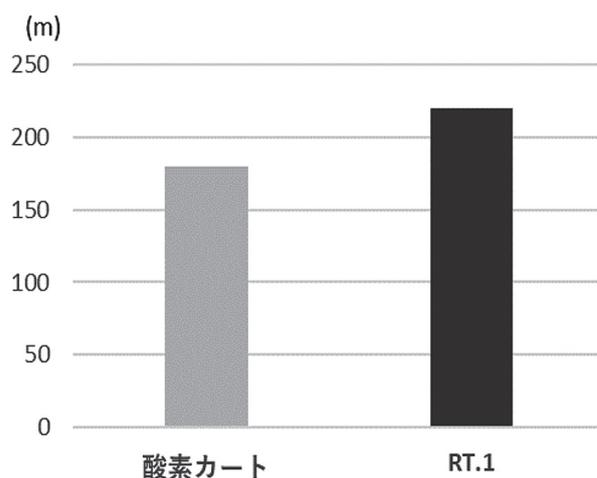


図4. 6分間歩行距離の比較

なく実施可能であった。脈拍数は酸素カート使用時、6MWT開始時104回/分から終了時115回/分、RT.1使用時、開始時100回/分から終了時121回/分であった。SpO₂は酸素カート使用時、6MWT開始前97%から終了時78%、RT.1使用時、開始前96%から終了時80%であった。呼吸困難感（Borg scale）は酸素カート使用時、RT.1使用時共に開始時は13（ややきつい）、終了時は15（きつい）であった。

本人の訴えとして、酸素カート使用時は「歩くと苦しくなるから不安」、「酸素ボンベが重たくて大変」といった訴えがあったが、RT.1使用時は「これなら楽に歩ける」、「押すのが軽いよ、重くないね」といった発言がみられた。また、リハビリ終了後でも「少し自分で歩くよ」といった前向きな発言もみられるようになった。

病棟 RT.1 使用後の経過（退院時理学療法評価）

X+88日に病棟でRT.1使用開始し、トイレ、食堂、リハビリ室まで歩行で移動するようになり（歩行修正自立）、歩行機会が増加した。また、労作時呼吸困難により、更衣動作は準備が必要、トイレ動作は見守りで行っていたが、労作時呼吸困難の軽減により、修正自立で行えるようになった。X+110日、自宅退院（屋内ADL自立レベル）となった。退院時理学療法評価として、呼吸困難感mMRC息切れスケールグレード3、等尺性膝伸展筋力は右0.26 kgf/kg、左0.25 kgf/kg。基本動作は自立、連続歩行距離は補助具なしで180m（酸素3L）、その際のSpO₂は85%であった。FIM運動項目は77点だった。

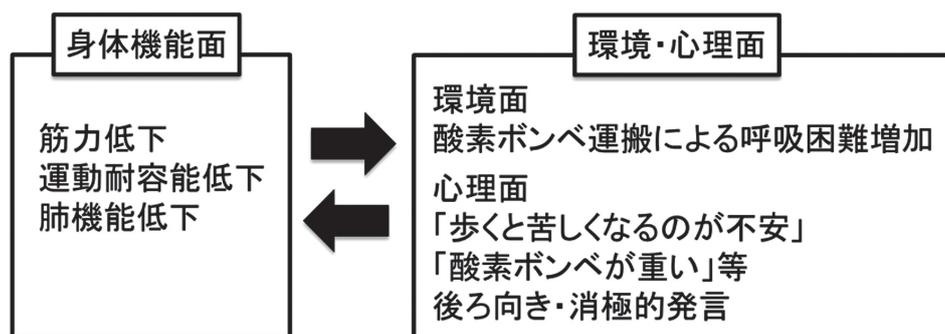


図 5. 呼吸困難に関与する因子

考察

間質性肺炎は労作時呼吸困難が特に問題となり、身体活動性の低下を引き起こし、ADLや運動耐容能を低下させる。呼吸困難に関与する因子を身体機能面と環境・心理面に分けて考えた(図5)。身体機能面では筋力⁹⁾、運動耐容能(6分間歩行距離)¹⁰⁾、肺機能(肺活量¹¹⁾、全肺気量¹⁰⁾、一酸化炭素肺拡散能¹⁰⁾、環境・心理面では、酸素ボンベ運搬による呼吸困難の増加⁷⁾、不安¹⁰⁾¹²⁾が呼吸困難に関与している。呼吸リハビリテーションの運動療法は主に身体機能の向上・改善を図るのに対し、環境面の工夫としてRT.1を使用することで、ADLの拡大、活動量(歩行機会)の増加が期待できないかと考えた。

特発性間質性肺炎の分類の1つである特発性肺線維症患者の6MWTの臨床的有意な最小変化量(Minimal Clinical Important Difference: MCID)は24 m～45 mと報告¹³⁾されている。RT.1を使用することで、6分間歩行距離を40 m増加することができたことは、前述の論文に近い値であり、有意な変化であった可能性が示唆された。

6分間歩行距離が増加した要因として、酸素カート使用時は呼吸困難により途中で45秒間休息が必要だったが、RT.1使用時は休息なく6分間歩き続けることが可能だったことが考えられる。COPDは骨格筋機能異常により、好氣的代謝能力が低下、低強度の負荷でも容易に乳酸産生が亢進、これにより生じる乳酸アシドーシスが換気の亢進を引き起こし、呼吸困難が増悪する¹⁴⁾。間質性肺炎の運動耐容能低下には下肢の骨格筋異常が密接に関与する⁵⁾と考えられており、間質性肺炎も同様に低強度の負荷でも換気亢進による呼吸困難増悪を引き起こすことが考えられる。RT.1を使用することで、酸素ボンベの運搬をアシストし、歩行時の運動強度(負荷量)を低下させることができ、乳酸の産生を軽減。それに伴い、換気が抑制され、呼吸困難を軽減できたと考えられる。ま

た、呼吸困難は身体的・生化学的異常によって発生し、薬物、身体化(心の不安や心理社会的ストレスを身体症状の形で訴えること)、不安は大脳皮質レベルで認知する呼吸困難症状の強さを増大、あるいは減少させる¹²⁾。RT.1使用時の本人の「これなら楽に歩ける」等の訴えから、不安の解消につながったことで大脳皮質レベルでの認知が変わり、呼吸困難が軽減したことも要因の一つとして考えられる。

間質性肺炎患者は労作時呼吸困難から活動量の低下を引き起こす。COPDに対して、リハビリテーションの効果があるという最大のメカニズムは呼吸リハビリテーションにより、「呼吸困難→不活発→筋力低下→呼吸困難さらに増悪」という悪循環を逆方向に回転させること¹⁵⁾であり、これは間質性肺炎にも同等のことが言えると考えられる。RT.1を使用することで、FIM移動項目の点数を上げることができ、病棟での歩行機会を増加することができた。直接的な運動療法だけではなく、環境面の工夫を行うことで、活動量(歩行機会)を増加することができ、理学療法士が間接的に効果を出していくことが可能と考えられる。今回は入院患者に対する使用であったが、在宅酸素療法を使用し、酸素ボンベを運搬している慢性呼吸器疾患患者に対し、RT.1を使用することで日々の活動量が増加でき、身体活動量の低下によるdeconditioningの改善につながられる可能性が示唆された。

厚生労働分野で2010年に新成長戦略¹⁶⁾の一つとして、「介護機器振興、生活支援ロボットの実用化」のために福祉用具の研究開発が掲げられ、2013年日本再興戦略¹⁷⁾においては、介護ロボット産業の活性化を目指し、ロボット介護機器開発5か年計画が実施されるなど、医療、介護分野でのテクノロジーが進化してきている。リハビリテーション分野でもリハビリテーションロボットの実用化に向けた積極的な取り組みが実施されてきている¹⁸⁾。療法士はテクノロジーの進化に適応

し、より効率的、効果的なリハビリテーションを提供していくことが重要と考えられる。

本報告の限界、今後の課題

本報告の限界として、酸素カートとRT.1では車輪の数、大きさが異なっており、同じ条件で評価ができなかった。今後の課題として、RT.1の使用効果を明確にするためにも、RT.1のアシスト機能は1～10段階で設定できるため、アシストの強弱の違いによる評価を行っていく。

結論

労作時呼吸困難により、歩行で移動することが困難な患者に対し、RT.1を使用することでADLの向上・活動量増大できる可能性が示唆された。療法士はテクノロジーの進化に適応し、活用していくことで効率的・効果的にリハビリテーションを行っていくことが重要である。

【文献】

- 1) 日本呼吸器学会びまん性肺疾患診断・治療ガイドライン作成委員会編：特発性間質性肺炎診断と治療の手引き(改訂第3版)。南江堂，東京，2016，pp. 1-3.
- 2) Swigris JJ, Brown KK, et al.: Pulmonary rehabilitation in idiopathic pulmonary fibrosis: A call for continued investigation. *Respir Med.* 2008; 102: 1675-1680.
- 3) 杉野圭史，海老原覚・他：間質性肺炎および機種合併肺線維症における呼吸リハビリテーションの現状と課題。日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌。2016; 26 (2): 194-199.
- 4) Dowman L, Hill CJ, et al.: Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 10: CD006322.
- 5) 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会，日本呼吸器学会，日本リハビリテーション医学会 日本理学療法士協会編：呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—(改訂第2版)。照林社，東京，2012，pp. 7, 80-81.
- 6) Kozu R, Senjyu H, et al.: Differences in response to pulmonary rehabilitation in idiopathic pulmonary fibrosis and chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration.* 2011; 81 (3): 196-205.
- 7) 阿波邦彦，堤恵理子・他：酸素カートの異なる運搬条件が6分間歩行距離テストに及ぼす影響。West Kyushu Journal of Rehabilitation Sciences. 2010; 3: 17-22.
- 8) ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories: ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166 (1): 111-117.
- 9) 武市梨絵，横山仁志・他：間質性肺炎患者の下肢筋力に影響を与える要因—等尺性膝伸展筋力と呼吸機能，呼吸困難感，運動耐容能との関係—。理学療法学。2014; 41 (6): 371-377.
- 10) Zhou YH, Mak WM: Psycho-Physiological Associates of Dyspnea in Hospitalized Patients with Interstitial Lung Diseases: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2017; 14: 1277-1291.
- 11) Morino A, Takahashi H: Factors affecting dyspnea after the 6-minute walk test in idiopathic pulmonary fibrosis patients presenting with exercise-induced hypoxemia. *J Phys Ther Sci.* 2017; 29 (8): 1458-1462.
- 12) 日本緩和学会 緩和医療ガイドライン委員会編：がん患者の呼吸器症状の緩和に関するガイドライン(第2版)。金原出版，東京，2016，pp. 14-17.
- 13) du Bois RM, Weycker D, et al.: Six-minute-walk test in idiopathic pulmonary fibrosis: test validation and minimal clinically important difference. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011; 183 (9): 1231-1237.
- 14) 安藤守秀：慢性呼吸器疾患における運動療法の意義。日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌。2012; 22 (1): 18-22.
- 15) 海老原覚，大国生幸・他：呼吸機能障害のリハビリテーション。The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine. 2016; 53 (11): 829-833.
- 16) 厚生労働分野における新成長戦略について，平成22年6月。 <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r985200000077m9-img/2r985200000077t9.pdf>. (2018年7月9日引用)
- 17) 日本再興戦略—Japan is Back，平成25年6月14日。 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf. (2018年7月9日引用)
- 18) 中西貴江：開発現場からみた課題と解決への鍵。総合リハビリテーション。2014; 42 (8): 721-726.