

慢性閉塞性肺疾患患者における身体活動性の様相と運動トレーニングの効果

佐々木 誠

要 旨

慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease: COPD) 患者は健常者に比べて身体活動性が低く、身体活動性の低下は再入院や死亡の危険因子であるとされている。身体活動性の問題は重要であり、関係する医療者は、適切な測定方法を選択すること、低下の経緯とこれに関連する要因や影響を及ぼす症状と予後を理解すること、非活動な生活習慣の是正のための考案をすることが求められる。本稿の目的は、COPD 患者における身体活動性低下の様相、身体活動性に対する運動トレーニングの介入効果について言及することである。COPD 患者の身体活動性は、人生の期間で早期から徐々に低下する。病態や臨床症状と関連し、症状を悪化させて生命予後に影響するため、身体活動性を高める試みがなされている。しかし、身体活動という生活習慣の改善が予後に影響するか否か不明であるなどの問題が残されており、COPD 患者の人生の長期的な期間における経過や介入効果のさらなる検討が重要である。

I. はじめに

身体活動は、安静にしている状態より多くのエネルギーを消費するすべての営みのことを指し、運動（身体活動のうち、体力の維持・向上を目的として計画的・意図的に実施するもの）と生活活動（身体活動のうち、運動以外のものをいい、職業や家事活動上のもも含む）を合わせた概念である。身体活動量は、「身体活動の強さ」×「行った時間」の合計であり、この平均的なレベルは身体活動性と呼ばれる。

慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease: COPD) 患者は、運動耐容能が低下しているため、また特に労作時に呼吸困難感があり、これを避けるために、身体活動性が低下していると一般に考えられている。従来、COPD 患者の身体的な状態の評価として運動耐容能が用いられていた。しかし、2011年に Waschki ら¹⁾ によって死亡を最も予測する因子が身体活動性であることが示され、2013年の American Thoracic Society (ATS) と European Respiratory Society (ERS) のステートメント²⁾ でも取り上げられるようになった。

COPD 患者は健常者に比べて、歩行や立位の時間が短い³⁾。さらに、身体活動性は、急性増悪のために再入院する危険因子である⁴⁾とされ、身体活動性が経過中に低くなった患者は、低くならなかった患者と比較して、生存率が低い⁵⁾とされている。COPD 患者において身体活動性の問題は重要であり、関係する医療者は、適切な測定方法の選択、低下の経緯とこれに関連する要因、影響を及ぼす症状や予後の理解、非活動な生活習慣の是正についての考案が求められる。

本稿では、COPD 患者における身体活動性低下の様相、身体活動性に対する運動トレーニングの介入効果について言及する。

II. 身体活動性低下の様相

1. 身体活動性低下の状況

COPD 患者2,386名の20年間の経過を調査した検討では、Cox 回帰分析の結果から、規則的な身体活動は入院の頻度と死亡を減らす⁶⁾とされている。6,568名の COPD 患者を1976年から2004年までにわたって

調査した検討では、身体活動性は COPD の進行のリスク、入院、死亡に関連する⁷⁾と報告されている。また、罹患者は過去12年間に坐りがちな生活を送ったり、活動が急激に減少したりした者が多い⁸⁾とされている。COPD 患者は、約2年間⁹⁾、約2.8年間(中央値1,044日間)¹⁰⁾、3年間¹¹⁾、5年間¹²⁾の経過で身体活動性が低下したと報告されている。この身体活動性の低下は健常者よりも早い¹²⁾とされ、1年毎に一日あたり0.16時間、外出時間が短くなる¹⁰⁾と報告されている。COPD 患者で1年間に生活活動能力が低下した者は低下しなかった者よりも、初期の身体活動性が低い割合が高く、そのオッズ比は2.4であった¹³⁾とされている。COPD 患者の5年間の身体活動性の経過を追った報告¹⁴⁾は、ベースラインで歩行時間が長い者ほど生活の質 (quality of life: QOL) が高いとしている。そして、初期に身体活動性が低かった者、中等度であった者、高かった者の3群が、追跡期間にどのように変化したのかに着目した結果、身体活動性が低いままであったり低下したりした者は健康関連 QOL が低下し、初期の身体活動性にかかわらず活動性が増した者は QOL が向上したとされている。COPD 患者の5～8年間の経過を追った検討¹⁵⁾では、身体活動性の高低で分類した4群は Kaplan-Meier 生存曲線で差を認め、低い身体活動性は入院と死亡のリスクを高めることが明らかにされている。2012年の Seidel らのシステマティックレビュー¹⁶⁾は、身体活動性が入院のリスクに影響するかを検討し、限られた論文(4論文)が前方視コホート研究を行っており、エビデンスを提示するにはさらなる調査が必要であるとしている。2014年の2つの報告^{5, 17)}では、1,270名の COPD 患者を平均17.1年間、および391名の患者を2年間以上追跡し、身体活動性が低いままの者、高かったあるいは中程度であったが低下した者は、死亡リスクが高いとされている。2016年の検討では、過去16年間で COPD 患者と気管支喘息患者53,113名のうち3,225名が COPD で入院し、スポーツ、サイクリング、ガーデニング、歩行の有無が予測因子であった¹⁸⁾とされている。2017年の COPD 患者の身体活動性を1～5年間(平均2.7年間)調査した検討では、身体活動性は経年的に低下(1年に508歩減少)すること、この減少は予測値に対する1秒量と関連するが、動的肺過膨張、急性増悪、合併症とその経年的変化、生存しているか否かには影響されない¹⁹⁾と報告されている。平均5.5年間経過を追った2018年の報告では、COPD 患者433名中81名が死亡し、余暇における坐位時間が短い者は長い者と比較して、死亡リスクと糖尿病の発症リスクが低い²⁰⁾とされている。2018年のもう一つ

の報告²¹⁾は、2,398名の COPD 患者を平均8.5年間追跡し、Cox 比例ハザードモデルで解析している。総身体活動と中等度～努力性の身体活動は、すべての原因と脳血管障害による死亡、ならびに呼吸器疾患による死亡を減少させるとしている。

COPD 患者は健常者と比較して、歩数が少なく²²⁻²⁵⁾、歩行時間が短い²⁶⁻²⁸⁾、立ち上がる回数が少ない²⁷⁾、活動の強度が低い^{3, 23, 29, 30)}、活動時間が短い^{3, 29)}、歩行時間や立位時間が短いのに対して坐位時間や臥位時間が長い^{3, 31, 32)}、余暇時間における身体活動が少ない³³⁾とされている。総じて、COPD 患者は身体活動性が低下している^{24, 30, 31, 34-54)}。このことは、COPD が中等度～最重度の者に限らず、新たに COPD と診断された者⁵⁵⁾、呼吸困難感が軽度の者⁵⁶⁾でも同様である。週内で見ると、健常者と同様にウィークエンドで活動が少ない²⁵⁾とされている。一日のサイクルで見ると、健常者との比較で、午後の早い時間帯で活動性の少なさが顕著である³⁶⁾との報告がある。なお、上肢を使用した身体活動は、健常者と差がない⁵³⁾と報告されている。

COPD 患者の50%は週2回以上の運動を行っている⁵⁷⁾こと、American College of Sports Medicine (ACSM) が推奨する身体活動(中等度の活動を一日30分、週3～5日、施行すること)を61%の患者が実施している⁵⁸⁾ことが示されている。また COPD 患者において、一日の歩行時間が30分を超える者が84%、中等度以上の活動をしている者が71%である⁵⁹⁾と報告されている。さらに、歩行時間が一日あたり30～60分である者が27.4%、60分以上の者が58.9%である⁶⁰⁾との報告がある。逆に、COPD 患者の1/3は一日15分以上歩いていないとの報告⁶¹⁾、64.4%の者が歩行や他の運動を30分未満しか行っていないとする報告²⁸⁾もある。また、77%の者が身体活動をしていたが、25%しか中等度～高強度の活動をしていないとの調査結果⁶²⁾、測定時間の67.4%を坐りがちな生活様式で過ごす³²⁾こと、COPD 患者の84%が余暇時間を低活動で過ごす⁶³⁾ことが示されている。COPD 患者における重度な非活動は一日の歩数が4,580歩未満である⁶⁴⁾とされるが、このカットオフ値は、死亡を予測するとされる BODE index (体格指数: body mass index, 気道閉塞: airflow obstruction, 呼吸困難: dyspnea, 運動耐容能: exercise capacity) と比べて、群分けするのに十分ではない⁶⁵⁾との検討結果がある。

2. 身体活動性の低下に関連する因子

身体活動性の低下は、COPD の重症度が増すに伴って顕著となり^{24, 25, 40, 42, 45, 54, 58, 62, 66-77)}(いくつかの報告で

は身体活動性は重症度分類別で差がない^{11, 57, 78, 79)}としている), GOLD 分類と COPD assessment test (CAT), clinical COPD questionnaire (CCQ), modified Medical Research Council (mMRC) を組み合わせた 4 群は, 身体活動性に差がある⁸⁰⁾とされている。また, mMRC のグレードが増すほど身体活動性が低く, 低活動のカットオフ値は mMRC 2 である⁸¹⁾と報告されている。mMRC と CAT はいずれも身体活動性に影響すること, mMRC が 2 以下の者はそうでない者と比較して, 1.5 METs (metabolic equivalents: 代謝当量) 以下の活動で過ごす時間が短く, 歩数が多いこと⁸²⁾が示されている。

COPD 患者において, 身体活動性が高い群は低い群と比べて, 身体組成, 運動能力, 呼吸機能, 機能的状態が良好であること, 末梢筋筋力, 呼吸筋筋力が強いこと, 気道閉塞が軽度であり, QOL が高い⁸⁴⁾ことが明らかにされている。

COPD 患者の身体活動性の低下に影響する因子として, 運動能力が低いこと, 高齢であること, 仕事についていないこと, 喫煙していること, 疲労のあること, 男性であること, 低学歴であること, フィットネスプログラムに参加しないこと, 抑うつがあること, 1 秒量の低下があること, 健康状態が不良であること, 薬の服用が多いことが挙げられている¹²⁾。別の報告では, COPD 患者の身体活動性の経時的変化には 1 秒量, 年齢, 性別, 喫煙, 既婚・未婚が影響する⁵⁾とされている。さらに, 単変量解析で身体活動性が低い者は 6 分間歩行距離が短く, 呼吸困難感が強く, QOL が低く, 抑うつを有するとの報告は, 多変量解析で呼吸困難感と抑うつが関連する²⁸⁾としている。また身体活動性の低下は, 頻りに急性増悪を経験する者ほど早く¹⁰⁾, 身体的な合併症を有している者の方が顕著である⁸⁵⁾と報告されている。

COPD 患者の身体活動性は, 呼吸機能 (1 秒量, 全肺気量, 最大換気量など)^{3, 22-24, 29, 43, 44, 49, 50, 67, 69, 78, 85, 86, 88-90)}, 咳, 痰, 息切れなどの朝の自覚症状⁹¹⁾, 疲労の程度^{24, 88, 92, 93)}, body mass index (BMI)^{89, 90, 94)}, 末梢筋の筋内脂肪量や減少した筋量⁹⁵⁾, 脊柱起立筋の横断面積⁹⁶⁾, 末梢筋の筋力^{3, 24, 97)} (一部の報告^{44, 45, 98)}を除く), 筋持久力³⁾ (一部の報告⁹⁹⁾を除く), ADO index (年齢: age, 呼吸困難: dyspnea, 気道閉塞: airflow obstruction)⁵⁰⁾, 静的肺過膨張¹⁰⁰⁾, 6 分間歩行距離などで測定した運動能力^{3, 23, 24, 29, 42, 51, 65, 67, 70, 92, 101-106)} (一部の報告¹⁰⁷⁾を除く) やバランス能力⁵²⁾, 歩行速度⁸⁹⁾, 運動負荷試験中の各種測定値 (深くゆっくりとした呼吸様式, 呼気流速, 動脈血酸素飽和度, 呼吸困難感など)¹⁰⁸⁾,

BODE index^{23, 29, 70, 109)} (一部の報告⁵⁹⁾を除く), 最大酸素摂取量^{3, 104)}, 日常生活活動 (activities of daily living: ADL) のパフォーマンステスト⁷¹⁾と相関があると報告されている。身体活動性と大腿四頭筋筋力との関連について検討した 2013 年の Osthoff らのメタアナリシス¹¹⁰⁾は, 両者間に弱い～中等度の相関があるとしている。朝の自覚症状について系統的にレビューした 2017 年の van Buul らの論文¹¹¹⁾は, 39.8~94.4% の COPD 患者で朝の自覚症状があり, 37.0~90.6% の者がこれと身体活動性に関連があると報告している。朝の自覚症状がある者はない者と比べて, 夕方～夜の身体活動性に差がないが, 朝～午後の身体活動性が低い¹¹²⁾とされている。身体活動性やトレーニング活動はまた, 気道閉塞の程度^{57, 103)}, 呼吸困難感^{24, 27, 57, 67, 69, 70, 86-101)} (一部の報告⁵⁹⁾を除く), 心臓の自律神経機能や安静時心拍数¹¹³⁾, 移動能力⁵⁷⁾, 健康状態 (Medical Outcomes Study Short-Form 36: SF-36 の身体機能領域)^{24, 103, 114)}, 健康に関連する QOL^{31, 57, 102, 104, 115)}と相関があることが示されている。年齢が身体活動性と関連する^{25, 94)}との報告や, 身体活動性低下の決定要因は, 社会人口学的な変数 (女性, 年齢, 社会経済的状态)^{61, 62)}, 喫煙^{62, 90, 92)}, 肥満などの合併症^{61, 93, 94)}, 健康関連 QOL⁶¹⁾などとする検討結果がある。4,574 名の COPD 患者を対象とした検討では, 機能的状態と健康関連 QOL が一日の歩行時間と相関があり, 歩行時間の短さは健康関連 QOL, 疾病の重症度スコア, 抑うつで予測される⁶⁰⁾と報告されている。単変量解析で相関を認めた年齢, 呼吸困難感, 抑うつ, BODE index, 肺過膨張, 6 分間歩行距離, 1 秒量, 拡散能, 動脈血酸素分圧, BMI のうち, 多変量解析では呼吸困難感と 6 分間歩行距離が身体活動性を説明する⁷²⁾との報告もある。別に, 単変量解析では 1 秒量, 6 分間歩行距離, BMI, 喫煙の有無, 全肺気量に対する残気量, 吸入器の使用と相関があり, 多変量解析では 1 秒量と吸入器の使用と関連がある¹¹⁶⁾との報告がある。また, 身体活動性は単変量解析で相関のあった呼吸困難感, 拡散能, 予測値に対する 1 秒量, 骨格筋量の index, 一日の総エネルギー量のうちの, 後 2 者が多変量解析で関連があるとの結果¹¹⁷⁾が示されている。1,001 名の COPD 患者を主成分分析とクラスター分析により身体活動性の程度で 5 群に分けた場合に, 身体活動性が低いと, 高齢であり, BMI が高く, ADO index が高値であり, GOLD 分類で重症な者が多い¹¹⁸⁾ことが示されている。

また, 身体活動性は 6 分間歩行距離と健康関連 QOL で 37% 説明される⁸⁹⁾との報告がある。さらに, 多変量解析の結果, 身体活動性は動的肺過膨張, 6 分

間歩行距離、終末期肺容量の変化の3項目で84%説明できる¹¹⁹⁾とされている。GOLDのステージ、呼吸困難感、QOL、急性増悪の経験で群分けした4群が身体活動性と関連する¹²⁰⁾ともされている。他に、予測値に対する1秒量、歩行速度、大腿四頭筋筋力、除脂肪量 index で、身体活動性の45.5%が説明できる¹²¹⁾との報告もある。

これらとは対照的に、身体活動性の低下は性別^{57, 69)}、年齢^{57, 69, 107)}、喫煙⁵⁷⁾、横隔膜の可動性¹²²⁾、動的肺過膨張⁹⁸⁾、機能状態⁵⁹⁾、身体的な合併症⁵⁷⁾、BMI^{57, 106)}、6分間歩行距離・筋量・炎症マーカーの変化¹¹⁾、身体と心の健康¹⁰⁶⁾、健康関連QOL⁵⁹⁾とは関連しないとの検討結果が示されている。一日の移動時間は、全肺気量以外の呼吸機能、シャトル・ウォーキングテストで測定した運動能力、筋力、呼吸困難感、BODE index と相関がなかったとする報告⁸⁷⁾もある。加えて、呼吸困難感、不安と抑うつ、疲労の症状によってクラスターに分類された2群間で、身体活動性に差がなかった¹²³⁾とも報告されている。ロジスティック回帰分析では、抑うつ、不安、身体組成、急性増悪の頻度、全身炎症は、身体活動性に関与しない⁹²⁾との結果が得られている。また身体活動性は、7カテゴリーの合併症（心血管、神経学的、内分泌系、筋骨格系、精神的、癌、感染症）と関連しない¹²⁴⁾とされている。

COPD 患者の身体活動性には、治療コントロールが良好であると感じていたり⁶⁶⁾、運動に対する動機づけが低かったり^{66, 125)}、自信がなかったり¹²⁵⁾、歩行・活動に際しての自己効力感が低かったりし^{86, 103)}、心理面も影響するとされている。不安や抑うつについては、COPD 患者の身体活動性とは関連しない⁷⁰⁾と報告されている。対して、抑うつは身体活動性を低める^{88, 126, 127)}ことを示唆する報告がある。抑うつがある者は6カ月後、12カ月後の身体活動性の低下が大きかった¹²⁸⁾と報告されている。半構造化インタビューでは、坐りがちな生活を送る理由として、天候、健康上の問題に加えて、内的動機づけの欠如が挙げられている¹²⁹⁾。身体活動性は、身体健康と関連がないのに対し、心の健康とは相関がある¹³⁰⁾との報告がある。動機づけに関連して、活動的な同居者がいる患者は非活動的な同居者がいる患者よりも、中等度以上の強度の活動が多い¹³¹⁾とされている。ADLを遂行するのに障壁となる要因として、意欲の欠如の他にも施設がないこと、社会的影響が挙げられている⁵¹⁾。半構造化インタビューの結果では、身体活動性の障壁となる要因は、個人に起因することとして、健康に関連すること、心理的要因、態度、動機づけ、社会的な影響として、時間がないこと、家族による過保護、助長す

る要因は、動機づけと態度、社会的支援である¹³²⁾とされている。2000年、2005年、2010年の3回、COPD患者とCOPDを伴わない者を対象に身体活動性、喫煙、アルコール摂取について調査した報告¹³³⁾がある。COPDの有無にかかわらず、経年的に余暇時間の身体活動性は増加しており、社会経済的状态が身体活動性に影響する¹³³⁾ことが示唆されている。また、犬の散歩、祖父母の存在といった社会環境が身体活動性に影響する¹³⁴⁾とされている。

さらに、動的肺過膨張⁷⁷⁾（関連しないとの報告¹⁰⁰⁾がある）、全身炎症^{73, 74, 135)}、左心の機能不全⁷³⁾や心臓病の既往⁹³⁾、血管内皮における血管拡張能¹¹⁹⁾、メタボリックシンドローム¹³⁶⁾が身体活動性と関連すること、急性増悪の回数が身体活動性に影響する²⁴⁾ことが示唆されている。心機能については、心臓頻拍のバイオマーカーが身体活動性と関連している¹³⁷⁾ことが明らかにされている。また、血管の硬さ（動脈硬化）も関連が示されており^{138, 139)}、心拍出量のみならず、全身の酸素運搬能や下肢の酸素利用との関連¹⁴⁰⁾も報告されている。身体活動の高さは心血管リスクを減少させるかもしれない¹³⁹⁾。低酸素血症あるいは運動誘発性低酸素血症が、低下した身体活動性と関連する^{141, 142)}ことが示されている。酸素投与の有無は身体活動性と関連する⁶⁹⁾と考えられる。長期酸素投与群は酸素投与をしていない群よりも身体活動性が低い³⁵⁾との報告があり、長期酸素療法は身体活動性の決定要因の1つである⁶¹⁾とされている。COPD患者は健常者と比べて疼痛を有している者が多く、内部機能障害に限らず、立位や活動時の運動器の疼痛も身体活動性に影響する¹⁴³⁾とされている。

2011年のBossenbroekらのシステマティックレビュー³⁰⁾は、47論文の解析から、COPD患者は健常者と比較して身体活動のレベルと強度が低く、この低下は、気道閉塞の程度、全身炎症の程度、体力低下と相関があるが、QOLとの関連は不明であるとしている。2014年のERSのステートメントは¹⁴⁴⁾、COPD患者の非活動に関連する要因として、呼吸機能、運動遂行、自己効力感、社会人口学的な要素と環境、急性増悪、合併症、全身炎症、健康状態、自覚症状について取り上げ、考察している。2016年のSaundersらのメタアナリシス⁵⁴⁾では、COPD患者は一日あたり4,579歩歩いており、これはCOPDが重症化するほど減る、歩数は唯一1秒率で説明できるとされている。

3. 身体活動性の低下が影響を及ぼす因子

前項では、身体活動性低下に影響を与える因子、あるいは因果関係の方向性に言及せず相関関係をみた結

果について示した。反対に、身体活動性低下が影響を及ぼす因子、すなわち身体活動性の低下が説明因子であり、これによって説明される因子について言及した報告がある。

身体活動性の低下は COPD 患者の機能、能力、QOL、健康状態などに影響を与えるとされている。身体活動性を説明変数とした場合、身体活動性は臨床的アウトカム（呼吸困難感、1 秒量）と機能的アウトカム（健康関連 QOL、健康状態）を予測するとの報告¹⁴⁵⁾がある。逆に身体活動性が高いと、拡散能、呼吸筋力、6 分間歩行試験の成績、最大酸素摂取量、臨床的・機能的状態が良好である¹⁴⁶⁾ことが示されている。6 分間歩行距離については、活動性の高い COPD 患者は低い患者と比べて長く¹⁴⁷⁾、3 年間の変化を身体活動性と 1 秒量が説明する¹⁴⁸⁾とされている。不安と抑うつ¹⁴⁹⁾の発生は、身体活動性が高いほどそのリスクが低下する¹²⁴⁾と報告されている。また、身体活動性が、フレイルの有無を予測し得る¹⁴⁹⁾ことが示されているが、急性増悪の発生に影響しない¹¹⁶⁾とされている。また健康関連 QOL は、3 METs 以上の活動では予測できないが、年齢、歩数、6 分間歩行距離で予測される¹⁵⁰⁾との報告がある。

12カ月間中の入院の要因をロジスティック回帰モデルで分析した報告では、身体活動性（週 2 時間以上）、健康状態、全肺気量、不安の 4 項目で予測される¹⁰²⁾とされている。また 48カ月間の呼吸器疾患に基づく入院は、身体活動性が 170 vector magnitude unit 以上か未満かで判別できる¹⁵¹⁾との報告、平均 2.5 年間で 177 名中 67 名 (38%) が入院し、身体活動性が低い（歩数が少ない）と入院する可能性が高まる¹⁵²⁾との報告がある。入院の頻度に限らず死亡のリスクに、身体活動量の低下が影響することについては前述したとおりである。

4. 身体活動性その他の測定指標との因果関係

Benton¹⁵³⁾ は、身体活動性はアウトカムであるのか、それとも体力を必要なレベルに保つための過程であるのか、との問いを発している。身体活動性その他の測定指標との相関関係は示されているが、身体活動性に対して何が影響し、身体活動性が何に対して有効なのかあいまいなままである。Gimeno-Santos ら¹⁵⁴⁾ は、2014 年のシステマティックレビューで、86 の論文を検討し、その因果関係をモデル化し図示している。社会的な背景として、年齢と性別は不確実ながら身体活動性に影響を及ぼし、文化、教育レベル、未婚・既婚の別、社会経済的状況、職業の状況は方向が不明確かつ影響が希薄であるとしている。ライフスタイルと環境

は、方向が不明かつ不確実な影響を及ぼすとしている。肺過膨張、呼吸困難感、運動耐容能、過去の急性増悪、QOL、自己効力感、全身炎症は因果関係が不明であるが確実に関連し、BODE index、BMI、心血管疾患、精神状態、1 秒量、肺活量、骨関節疾患は方向が不明確かつ影響が不明確であると判断している。身体活動性は、QOL に対して不確実に、急性増悪、死亡に対しては確実に、影響を与えるとしている。

III. 身体活動性に対する介入効果

1. 運動トレーニングによる介入効果

呼吸リハビリテーションの過程で加速度計を用いた身体活動性の測定をしたのは、2003 年の Coronado らの報告¹⁵⁵⁾が最初である。Coronado ら¹⁵⁵⁾は、COPD 患者に 3 週間の運動トレーニングと教育から成るプログラムを実施させ、中等度の強度の活動が増えたが、課された運動トレーニングの時間を除くと変化は有意ではなかったとしている。その後、運動トレーニング（あるいはこれを含む呼吸リハビリテーション）の身体活動性に対する効果の検討^{39, 43, 44, 101, 156-204)}が数多くなされている。

運動の種類として、歩行、自転車漕ぎ、ボート漕ぎ運動、これにレジスタンストレーニングを加えたプログラムなどが行われているが、歩行が最も多い。最短で 10 日、最長で 18 カ月の期間行われているが、4 ~ 12 週間の期間実施したものが多く、頻度は週 2 日 ~ 毎日とされている。

3 カ月までの運動トレーニング期間では、身体活動性が高まったとする報告^{39, 44, 101, 156, 158-172)}と変化がなかったとする報告^{43, 157, 173-183)}の両者がある。3 カ月間運動トレーニングをした群と 18 カ月間トレーニングを行った群を比較した報告では、身体活動はいずれの群も差がなく不変であった¹⁸⁴⁾とされている。しかし、4 カ月¹⁸⁵⁾、6 カ月¹⁸⁶⁾、12 カ月^{187, 188)}、運動トレーニングをした群は身体活動性が向上したと報告されている。

運動トレーニングによる身体活動性の増加は、運動遂行能力の改善^{43, 44, 181)}、健康関連 QOL の向上⁴³⁾、大腿四頭筋筋力の増大^{44, 45)}と相関がなかったとの報告がある。一方で、身体活動量の改善は、6 分間歩行距離の延長^{160, 162, 182, 188)}、大腿四頭筋筋力の増強¹⁸⁸⁾と相関があったとされている。また、不安や抑うつ^{181, 182)}の変化と負の相関があった^{181, 182)}との報告がある。身体活動性の増加を予測する因子として、トレーニング前の年齢⁴³⁾、1 秒量⁴⁴⁾、6 分間歩行距離⁴³⁾、大腿四頭筋筋力⁴³⁾が挙げられている。加えて、運動トレーニング

による身体活動性の増加は、運動能力の向上に限らず患者の動機づけも要因として大きい¹⁶⁰⁾とされている。

一定期間の運動トレーニングを行った場合の身体活動性に及ぼす効果が、その後も持続するかどうか検討した報告がある。3カ月間^{164, 165)}、6カ月間¹⁸⁹⁾、11カ月間¹⁹⁰⁾の運動トレーニングの身体活動性に対する効果は、6カ月後^{164, 165)}、9カ月後¹⁶⁵⁾、12カ月後^{164, 189)}、2年後¹⁹⁰⁾まで維持されたとされる。3週間のリハビリテーションは6カ月後の追跡で、GOLDのステージIIの者では変化がなかったが、ステージIIIとIVの者では歩数が増した¹⁶⁶⁾と報告されている。2週間の運動トレーニング後携帯電話で維持管理したCOPD患者は、コーチング群よりも自己監視群で身体活動性が向上した¹⁹¹⁾とされている。Saundersらは、運動トレーニングと教育を週2回か3回、計18, 20, 24セッション行った患者は、ベースライン時と呼吸リハビリテーション終了時から3カ月後、9カ月後まで追った結果、活動が維持される群と非活動が続く群の2つのタイプに分けられた¹⁹²⁾としている。非活動が続く群では、退職者、男性が多く、ストレステストのMETsが低い、6分間歩行距離が短い特徴があった¹⁹²⁾としている。

近年、スマートフォンやインターネット、Webを活用した遠隔リハビリテーション（テレリハビリテーション）が実施されている。このCOPD患者に対する効果について言及した報告がいくつかなされている。移動式電話での身体活動性を促進するためのアプリケーションの開発が試みられ、利用可能性が示されている¹⁹³⁾。スマートフォンを活用した4週間にわたる検討では、2時間毎に激励のメッセージか抑制するメッセージを提供した結果、前者は身体活動性を高め後者は低めることが明らかにされている¹⁹⁴⁾。スマートフォンでのアプリケーションの利用とフィードバックを含む12週間のテレコーチングは、通常のケア群では見られなかった身体活動性の増加を認めたとされている¹⁹⁵⁾。Webにより歩数や身体活動性をフィードバックし教育や動機づけをした場合、8週間～4カ月の介入で、歩数や身体活動性が増した¹⁹⁶⁻²⁰⁰⁾と報告されている。4週間の期間では、身体活動性に変化がなかった²⁰¹⁾とされている。2年間テレリハビリテーションを実施した報告では、終了後3年までにアドヒランスが低下し身体活動性が低下した²⁰²⁾ことが示されている。65～86%のCOPD患者がWebにアクセスしており^{196, 203, 204)}、96%の者が毎日歩数をチェックして52%が目標を達成している¹⁹⁶⁾。また、95%の者が他のCOPD患者に推奨する¹⁹⁶⁾、55%の者が生涯プログラムを継続したい²⁰⁴⁾、82%の者がインターネットの活用には便益がある²⁰⁴⁾と回答している。スマートフォ

ンとWebとを併せて活用した報告では、8～12週間後に身体活動性が高まった²⁰⁵⁾との報告と、3, 6, 12カ月の経過で身体活動性に対して無効であった²⁰⁶⁾とする報告の両者がある。

こうしたテレリハビリテーションの取り組みがなされているが、身体活動性の増加を阻害する要因や助長する要因が検討されている。4週間の監視下トレーニングの後に8週間の外来トレーニングを実施したCOPD患者は、当初高活動であったものが維持された群、低活動であったものが低いままである群、高活動であったものが減少した群に分類できる²⁰⁷⁾。低活動であり続けた群は重症で呼吸機能障害が顕著である特徴があり、高活動から低活動に転じた群には運動を行うのに大きな障壁があった²⁰⁷⁾とされている。リハビリテーション後の高い身体活動性の障壁は、費用、症状の重さ、ヘルスケア専門職の支援の欠如、促進する要因は、ケアマネージャーとの接触、状態に相応したプログラム、ヘルスケア専門職による支援の移行であるとされた報告²⁰⁸⁾がある。

2. 運動トレーニングの効果と推奨のエビデンス

COPD患者において運動トレーニングが身体活動性に及ぼす効果についてメタアナリシスを行った嚆矢はCindy Ngらの報告²⁰⁹⁾である。2012年のCindy Ngらのメタアナリシス²⁰⁹⁾では、2つのランダム化比較試験（randomized controlled trial : RCT）と5つの単独群での研究が採択され、運動トレーニングは身体活動性を増加させるが、その効果は小さいとされている。同2012年、Thorpeら²¹⁰⁾は、身体活動と呼吸リハビリテーションへの参加に関して、11論文から検討している。このシステムティックレビュー²¹⁰⁾は、参加の障壁は個人的な問題、健康状態、外的要因、支援の欠如、プログラムに関連した障壁、喫煙であり、参加を助長するのは個人的な特性と便益、プログラムに関連した助長、コンディションの調整、専門的支援、特異的な目標であるとしている。2013年のATSとERSのステートメント²⁾では、身体活動性について概観されており、また、身体活動性は患者中心の帰結評価の1項目として取り上げられている。2013年のLarsonらのシステムティックレビュー²¹¹⁾では、15論文中8論文（呼吸リハビリテーション2論文、運動トレーニング単独2論文、行動療法単独2論文、呼吸リハビリテーションあるいは運動トレーニングと行動療法の併用2論文）が身体活動性の中等度の改善があったとしているが、その多くが臨床的に意味がない程度であるとされている。また、長期間介入した方が身体活動性の向上の成功率が高いとされている。2014年のBusby

らのシステマティックレビュー²¹²⁾では、維持のための介入について8論文を採用している。運動能力の維持の帰結評価に加えて二次的な身体活動性の維持に言及した論文は3つであったとされている。身体活動性を維持するための介入について、結論づけはなされていない。2014年のLeidyらのレビュー²¹³⁾では、慢性疾患患者における身体活動性に対する効果に関して検討したいくつかの論文の中で、COPD患者を対象としたものは8論文であり、5論文が運動トレーニングや行動療法が有効であるとし、3論文が無効として報告している。2014年のERSのステートメント¹⁴⁴⁾は、身体活動性に対する介入戦略の1つとして呼吸リハビリテーションについて記述し、運動トレーニングは4論文がCOPD患者の身体活動性を改善するのに有効であるとされ、6論文が不成功に終わっているとされている。2015年のWilsonらの包括的レビュー²¹⁴⁾では、運動トレーニングの場面設定や推奨される処方内容に触れられ、20論文が介入前後の比較を行っていることに言及しているが、効果については明言されていない。2016年のLahhamらのメタアナリシス²¹⁵⁾では、4カ月以下の運動トレーニングプログラムは通常ケアと比較して有効である(3つのRCT)が、長期の運動トレーニング介入では通常ケアと差がない(2つのRCT)とされている。同2016年のMantoaniらのシステマティックレビュー²¹⁶⁾は、呼吸リハビリテーションの効果を検討している。20論文のうち13論文が有効性を認め、7論文が無効であり、12週間以上の介入期間を設けた研究ではすべて有効であった²¹⁶⁾としている。2017年のMartínez-Garcíaらのシステマティックレビュー²¹⁷⁾はスマートフォンのアプリケーションを使用した場合の効果について、COPD患者の身体活動性を促進する有効性には限界があると結論づけている。2017年のLewthwaiteらのシステマティックレビュー²¹⁸⁾は、世界各国のCOPDにおける35のガイドラインを検討し、21(60%)のガイドラインが身体活動を明確に推奨していることに言及している。最も共通して推奨されるのは歩行であり、運動強度は患者の能力に応じて、あるいは息切れがするまで、一日20~45分、週1日~毎日行うことが推奨されている²¹⁸⁾としている。

IV. おわりに

COPD患者における身体活動性低下の様相、身体活動性に対する運動トレーニングによる介入効果とエビデンスについて概観した。運動耐容能は「どれだけ運動できるか」という能力であるのに対し、身体活動

性は「どれだけ活動しているか」という生活習慣である。COPD患者を対象とした運動能力から生活習慣へのパラダイムシフトは画期的なものである。しかし、身体活動性の低下を改善することが死亡率に影響を及ぼすか否かが不明である。また、身体活動性の低下が死亡率を高める機序が明確ではなく、非活動が生体に及ぼす悪影響について探求する必要がある。さらに、食生活、アルコール消費、結婚の有無、教育レベルなどが予後に影響する可能性があり、統合された包括的な思考の構造が求められる。身体活動性以外の生活習慣も含めて、COPD患者の人生の長期的な期間における経過や介入効果のさらなる検討が重要であると考えられる。

文 献

- 1) Waschki B, Kirsten A, et al.: Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: a prospective cohort study. *Chest* 140(2): 331-342, 2011
- 2) Spruit MA, Singh SJ, et al.: An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 188(8): e13-e64, 2013
- 3) Pitta F, Troosters T, et al.: Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 171(9): 972-977, 2005
- 4) Garcia-Aymerich J, Farrero E, et al.: Risk factors of readmission to hospital for a COPD exacerbation: a prospective study. *Thorax* 58(2): 100-105, 2003
- 5) Vaes AW, Garcia-Aymeric J, et al.: Changes in physical activity and all-cause mortality in COPD. *Eur Respir J* 44(5): 1199-1209, 2014
- 6) Garcia-Aymerich J, Lange P, et al.: Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: a population based cohort study. *Thorax* 61(9): 772-778, 2006
- 7) Garcia-Aymerich J, Lange P, et al.: Time-dependent confounding in the study of the effects of regular physical activity in chronic obstructive pulmonary disease: an application of the marginal structural model. *Ann Epidemiol* 18(10): 775-783, 2008
- 8) Xue QL, Bandeen-Roche K, et al.: Patterns of 12-year change in physical activity levels in community-dwelling older women: Can modest levels of

- physical activity help older women live longer? *Am J Epidemiol* 176(6): 534-543, 2012
- 9) Agarwal V, Tetenta S, et al.: Longitudinal changes in directly measured physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: the trajectory of change. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 32(5): 292-295, 2012
 - 10) Donaldson GC, Wilkinson TM, et al.: Exacerbations and time spent outdoors in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 171(5): 446-452, 2005
 - 11) Waschki B, Kirsten AM, et al.: Disease progression and changes in physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 192(3): 295-306, 2015
 - 12) Yu T, Frei A, et al.: Determinants of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a 5-year prospective follow-up study. *Respiration* 92(2): 72-79, 2016
 - 13) Katz P, Chen H, et al.: The role of physical inactivity in increasing disability among older adults with obstructive airway disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 31(3): 193-197, 2011
 - 14) Esteban C, Quintana JM, et al.: Impact of changes in physical activity on health-related quality of life among patients with COPD. *Eur Respir J* 36(2): 292-300, 2010
 - 15) Garcia-Rio F, Rojo B, et al.: Prognostic value of the objective measurement of daily physical activity in patients with COPD. *Chest* 142(2): 338-346, 2012
 - 16) Seidel D, Cheung A, et al.: Physical inactivity and risk of hospitalization for chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Tuberc Lung Dis* 46(8): 1015-1019, 2012
 - 17) Esteban C, Arostegui I, et al.: Influence of changes in physical activity on frequency of hospitalization in chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology* 19(3): 330-338, 2014
 - 18) Fisher JE, Loft S, et al.: Physical activity, air pollution, and the risk of asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 194(7): 855-865, 2016
 - 19) Clarenbach CF, Sievi NA, et al.: Determinants of annual change in physical activity in COPD. *Respirology* 22(6): 1133-1139, 2017
 - 20) McKeough Z, Cheng SWM, et al.: Low leisure-based sitting time and being physically active were associated with reduced odds of death and diabetes in people with chronic obstructive pulmonary disease: a cohort study. *J Physiother* 64(2): 114-120, 2018
 - 21) Cheng SWM, McKeough Z, et al.: Associations of total and type-specific physical activity with in chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *BMC Public Health* 18(1): 2018
 - 22) Schönhofer B, Ardes P, et al.: Evaluation of a movement detector to measure daily activity in patients with chronic lung disease. *Eur Respir J* 10(12): 2814-2819, 1997
 - 23) Nguyen HQ, Burr RL, et al.: Validation of the StepWatch device for measurement of free-living ambulatory activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Nurs Meas* 19(2): 76-90, 2011
 - 24) Waschki B, Spruit MA, et al.: Physical activity monitoring in COPD: compliance and associations with clinical characteristics in a multicenter study. *Respir Med* 106(4): 522-530, 2012
 - 25) Tudorache V, Oancea C, et al.: Changes in physical activity in healthy people and COPD patients. *Wien Klin Wochenschr* 126(1-2): 30-35, 2014
 - 26) Hernandez NA, Teixeira D de C, et al.: Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil. *J Bras Pneumol* 35(10): 949-956, 2009
 - 27) Kawagoshi A, Kiyokawa N, et al.: Quantitative assessment of walking time and postural change in patients with COPD using a new triaxial accelerometer system. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 8: 397-404, 2013
 - 28) Lee SH, Kim KU, et al.: Factors associated with low-level physical activity in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Korean J Intern Med* 33(1): 130-137, 2018
 - 29) Pitta F, Troosters T, et al.: Potential consequences for stable chronic obstructive pulmonary disease patients who do not get the recommended minimum daily amount of physical activity. *J Bras Pneumol* 32(4): 301-308, 2006
 - 30) Bossenbroek L, de Greef MH, et al.: Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *COPD* 8(4): 306-319, 2011
 - 31) Park SK, Richardson CR, et al.: Physical activity in people with COPD, using the national health and

- nutrition evaluation survey dataset (2003-2006).
Heart Lung 42(2): 235-240, 2013
- 32) Loprinzi PD, Kane C, et al.: Free-living physical activity characteristics, activity-related air trapping and breathlessness, and utilization of transtheoretical constructs in COPD: a pilot study. *Physiol Behav* 152(Pt A): 79-84, 2015
- 33) Chambaneau A, Filaire M, et al.: Nutritional intake, physical activity and quality of life in COPD patients. *Int Sports Med* 37(9): 730-737, 2016
- 34) Serres I, Gautier V, et al.: Impaired skeletal muscle endurance related to physical inactivity and altered lung function in COPD patients. *Chest* 113(4): 900-905, 1998
- 35) Sandland CJ, Singh SJ, et al.: A profile of daily activity in chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 25(3): 181-183, 2005
- 36) Tabak M, Vollenbroek-Hutten MM, et al.: Telemonitoring of daily activity and symptom behavior in patients with COPD. *Int J Telemed Appl*: 2012
- 37) Singh S, Morgan MD: Activity monitors can detect brisk walking in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 21(3): 143-148, 2001
- 38) Gouzi F, Préfaut C, et al.: Evidence of an early physical activity reduction in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Arch Phys Med Rehabil* 92(10): 1611-1617, 2011
- 39) Mercken EM, Hageman GJ, et al.: Rehabilitation decreases exercise-induced oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 172(8): 994-1001, 2005
- 40) McGlone S, Venn A, et al.: Physical activity, spirometry and quality-of-life in chronic obstructive pulmonary disease. *COPD* 3(2): 83-88, 2006
- 41) van den Borst B, Slot IG, et al.: Loss of quadriceps muscle oxidative phenotype and decreased endurance in patients with mild-to-moderate COPD. *J Appl Physiol* 114(9): 1319-1328, 2013
- 42) Eliason G, Zakrisson AB, et al.: Physical activity patterns in patients in different stages of chronic obstructive pulmonary disease. *COPD* 8(5): 369-374, 2011
- 43) Mador MJ, Patel AN, et al.: Effects of pulmonary rehabilitation on activity levels in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 31(1): 52-59, 2011
- 44) Walker PP, Burnett A, et al.: Lower limb activity and its determinants in COPD. *Thorax* 63(8): 683-689, 2008
- 45) Troosters T, Sciurba F, et al.: Physical inactivity in patients with COPD, a controlled multi-center pilot-study. *Respir Med* 104(7): 1005-1011, 2010
- 46) Gosker HR, Lencer NH, et al.: Striking similarities in systemic factors contributing to decreased exercise capacity in patients with severe chronic heart failure or COPD. *Chest* 123(5): 1416-1424, 2003
- 47) Coronell C, Orozco-Levi M, et al.: Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J* 24(1): 129-136, 2004
- 48) Riddoch-Contreras J, George T, et al.: p38 mitogen-activated protein kinase is not activated in the quadriceps of patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *COPD* 9(2): 142-150, 2012
- 49) Shrikrishna D, Patel M, et al.: Quadriceps wasting and physical inactivity in patients with COPD. *Eur Respir J* 40(5): 1115-1122, 2012
- 50) Minakata Y, Sugino A, et al.: Reduced level of physical activity in Japanese patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Investig* 52(1): 41-48, 2014
- 51) Amorim PB, Stelmach R, et al.: Barriers associated with reduced physical activity in COPD patients. *J Bras Pneumol* 40(5): 504-542, 2014
- 52) Iwakura M, Okura K, et al.: Relationship between balance and physical activity measured by an activity monitor in elderly COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 11: 1505-1514, 2016
- 53) Janaudis-Ferreira T, Mathur S, et al.: Arm activity during daily life in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 36(2): 125-131, 2016
- 54) Saunders T, Campbell N, et al.: Objectively measured step/day in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *J Phys Act Health* 13(11): 1275-1283, 2016
- 55) Van Remoortel H, Hornikx M, et al.: Daily physical activity in subjects with newly diagnosed COPD. *Thorax* 68(10): 962-963, 2013
- 56) Johnson Warrington V, Harrison S, et al.: Exercise capacity and physical activity in patients with COPD and healthy subjects classified as medical research council dyspnea scale grade 2. *J Cardiopulm Rehabil*

- Prev 34(2): 150-154, 2014
- 57) Katajisto M, Kupiainen H, et al.: Physical inactivity in COPD and increased patient perception of dyspnea. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 7: 743-755, 2012
- 58) Donaire-Gonzalez D, Gimeno-Santos E, et al.: Physical activity in COPD patients: patterns and bouts. *Eur Respir J* 42(4): 993-1002, 2013
- 59) Vitorasso R, Camillo CA, et al.: Is walking in daily life a moderate intensity activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Eur J Phys Rehabil Med* 48(4): 587-591, 2012
- 60) Miravittles M, Cantoni J, et al.: Factors associated with a low level of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lung* 192(2): 259-265, 2014
- 61) Garcia-Aymerich J, Félez MA, et al.: Physical activity and its determinants in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 36(10): 1667-1673, 2004
- 62) Hirayama F, Lee AH, et al.: Physical activity of patients with chronic obstructive pulmonary disease: implications for pulmonary rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 28(5): 330-334, 2008
- 63) Arne M, Janson C, et al.: Physical activity and quality of life in subjects with chronic disease: chronic obstructive pulmonary disease compared with rheumatoid and diabetes mellitus. *Scand J Prim Health Care* 27(3): 141-147, 2009
- 64) Depew ZS, Novotny PJ, et al.: How many steps are enough to avoid severe physical inactivity in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Respirology* 17(6): 1026-1027, 2012
- 65) Nyssen SM, dos Santos JG, et al.: Level of physical activity and predictors of mortality in COPD. *J Bras Pneumol* 39(6): 659-666, 2013
- 66) Hartman JE, Boezen HM, et al.: Physical and psychosocial factors associated with physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 94(12): 2396-2402, 2013
- 67) Moy ML, Danilack VA, et al.: Daily step counts in a US cohort with COPD. *Respir Med* 106(7): 962-969, 2012
- 68) Watz H, Waschki B, et al.: Physical activity in patients with COPD. *Eur Respir J* 33(2): 262-272, 2009
- 69) Venkata A, DeDios A, et al.: Are depressive symptoms related to physical inactivity in chronic obstructive pulmonary disease? *J Cardiopulm Rehabil Prev* 32(6): 405-409, 2012
- 70) Jehn M, Schmidt-Trucksäss A, et al.: Association of daily physical activity volume and intensity with COPD severity. *Respir Med* 105(12): 1846-1852, 2011
- 71) Karloh M, Araujo CL, et al.: The Glittre-ADL test reflects functional performance measured by physical activities of daily living in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Braz J Phys Ther* 20(3): 223-230, 2016
- 72) Barriga S, Rodrigues F, et al.: Factors that influence physical activity in the daily life of male patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Port Pneumol* 20(3): 131-137, 2014
- 73) Watz H, Waschki B, et al.: Extrapulmonary effects of chronic obstructive pulmonary disease on physical activity: a cross-sectional study. *Am J Crit Care Med* 177(7): 743-751, 2008
- 74) Watz H, Waschki B, et al.: The metabolic syndrome in patients with chronic bronchitis and COPD: frequency and associated consequences for systemic inflammation and physical inactivity. *Chest* 136(4): 1039-1046, 2009
- 75) Jehn M, Schindler C, et al.: Daily walking intensity as a predictor of quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 44(7): 1212-1218, 2012
- 76) Clarenbach CF, Senn O, et al.: Determinants of endothelial function in patients with COPD. *Eur Respir J* 42(5): 1194-1204, 2013
- 77) Lahaije AJ, van Helvoort HA, et al.: Resting and ADL-induced dynamic hyperinflation explain physical inactivity in COPD better than FEV₁. *Respir Med* 107(6): 834-840, 2013
- 78) Pitta F, Takai MY, et al.: Relationship between pulmonary function and physical activity in daily life in patients with COPD. *Respir Med* 102(8): 1203-1207, 2008
- 79) Rodó-Pin A, Balañá A, et al.: Level of daily physical activity in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients according to GOLD classification. *Med Clin (Barc)* 148(3): 114-117, 2017
- 80) Demeyer H, Gimeno-Santos E, et al.: Physical activity characteristics across GOLD quadrants depend on the questionnaire used. *PLoS One* 11(3): 2016
- 81) Hayata A, Minakata Y, et al.: Differences in physical

- activity according to mMRC grade in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 11: 2203-2208, 2016
- 82) Munari AB, Gulart AA, et al.: Modified medical research council dyspnea scale in GOLD classification better reflects physical activities of daily living. *Respir Care* 63(1): 77-85, 2018
- 83) Furlanetto KC, Pinto IF, et al.: Profile of patients with chronic obstructive pulmonary disease classified as physically active and inactive according to different thresholds of physical activity in daily life. *Braz J Phys Ther* 20(6): 517-524, 2016
- 84) McNamara RJ, McKeough ZJ, et al.: Physical comorbidities affect physical activity in chronic obstructive pulmonary disease: a prospective cohort study. *Respirology* 19(6): 866-872, 2014
- 85) Hataji O, Kobayashi T, et al.: Smart watch for monitoring physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Investig* 54(4): 294-295, 2016
- 86) Steele BG, Holt L, et al.: Quantitating physical activity in COPD using a triaxial accelerometer. *Chest* 117(5): 1359-1367, 2000
- 87) Kanda M, Minakata Y, et al.: Validation of the triaxial accelerometer for the evaluation of physical activity in Japanese patients with COPD. *Intern Med* 51(4): 369-375, 2012
- 88) Altenburg WA, Bossenbroek L, et al.: Functional and psychological variables both affect daily physical activity in COPD: a structural equations model. *Respir Med* 107(11): 1740-1747, 2013
- 89) Andersson M, Slinde F, et al.: Physical activity level and its clinical correlates in chronic obstructive pulmonary disease: a cross-sectional study. *Respir Res* 14: 2013
- 90) Sievi NA, Senn O, et al.: Impact of comorbidities on physical activity in COPD. *Respirology* 20(3): 413-418, 2015
- 91) van Buul AR, Kasteleyn MJ, et al.: The association between objectively measured physical activity and morning symptoms in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 12: 2831-2840, 2017
- 92) Tödt K, Skargren E, et al.: Factors associated with low physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a cross-sectional study. *Scand J Caring Sci* 29(4): 697-707, 2015
- 93) Andersson M, Stridsman C, et al.: Physical activity and fatigue in chronic obstructive pulmonary disease – a population based study. *Respir Med* 109(8): 1048-1057, 2015
- 94) Monteiro F, Camillo CA, et al.: Obesity and physical activity in the daily life of patients with COPD. *Lung* 190(4): 403-410, 2012
- 95) Maddocks M, Shrikrishna D, et al.: Skeletal muscle adiposity is associated with physical activity, exercise capacity and fibre shift in COPD. *Eur Respir J* 44(5): 1188-1198, 2014
- 96) Taka C, Hayashi R, et al.: SIRT 1 and FOXO 1 mRNA expression in PBMC correlates to physical activity in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 12: 3237-3244, 2017
- 97) Hernández M, Zambom-Ferraresi F, et al.: The relationships between muscle power and physical activity in older men with chronic obstructive pulmonary disease. *J Aging Phys Act* 25(3): 360-366, 2017
- 98) Rausch-Osthoff AK, Kohler M, et al.: Association between peripheral muscle strength, exercise performance, and physical activity in daily life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Multidiscip Respir Med* 9(1): 2014
- 99) Couillard A, Maltais F, et al.: Exercise-induced quadriceps oxidative stress and peripheral muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 167(12): 1664-1669, 2003
- 100) van Leuteren RW, Dijkhuis S, et al.: The Mozart study: a relation between dynamic hyperinflation and physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Clin Physiol Funct Imaging* 38(3): 409-415, 2018
- 101) Nield M, Hoo GS, et al.: Usefulness of the human activity profile, a functional performance measure, in people with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 25(2): 115-121, 2005
- 102) Moy ML, Matthes K, et al.: Free-living physical activity in COPD: assessment with accelerometer and activity checklist. *J Rehabil Res Dev* 46(2): 277-286, 2009
- 103) Belza B, Steele BG, et al.: Correlates of physical activity in chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res* 50(4): 195-202, 2001
- 104) Zwerink M, van der Palen J, et al.: Relationship between daily physical activity and exercise capacity

- in patients with COPD. *Respir Med* 107(2): 242-248, 2013
- 105) van Gestel AJ, Clarenbach CF, et al.: Predicting daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *PLoS One* 7(11): 2012
- 106) Nguyen HQ, Steele BG, et al.: Physical activity patterns of patients with cardiopulmonary illnesses. *Arch Phys Med Rehabil* 93(12): 2360-2366, 2012
- 107) Fastenau A, van Schayck OC, et al.: Discrepancy between functional exercise capacity and daily physical activity: a cross-sectional study in patients with mild to moderate COPD. *Prim Care Respir J* 22(4): 425-430, 2013
- 108) Kortianou EA, Aliverti A, et al.: Limitation in tidal volume expansion partially determines the intensity of physical activity in COPD. *J Appl Physiol* 118(1): 107-114, 2015
- 109) Mantoani LC, Hernandez NA, et al.: Does the BODE index reflect the level of physical activity in daily life in patients with COPD? *Rev Bras Fisioter* 15(2): 131-137, 2011
- 110) Osthoff AK, Taeymans J, et al.: Association between peripheral muscle strength and daily physical activity in patients with COPD: a systematic literature review and meta-analysis. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 33(6): 351-359, 2013
- 111) van Buul AR, Kasteleyn MJ, et al.: Association between morning symptoms and physical activity in COPD: a systematic review. *Eur Respir Rev* 26(143): 2017
- 112) van Buul AR, Kasteleyn MJ, et al.: Physical activity in the morning and afternoon is lower in patients with chronic obstructive pulmonary disease with morning symptoms. *Respir Res* 19(1): 2018
- 113) van Gestel AJ, Kohler M, et al.: Cardiac autonomic function and cardiovascular response to exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *COPD* 9(2): 160-165, 2012
- 114) Benzo RP, Chang CC, et al.: Physical activity, health status and risk of hospitalization in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration* 80(1): 10-18, 2010
- 115) Hirayama F, Lee AH, et al.: Life-long physical activity involvement reduces the risk of chronic obstructive pulmonary disease: a case-control study in Japan. *J Phys Act Health* 7(5): 622-626, 2010
- 116) Schönmann M, Sievi NA, et al.: Physical activity and the frequency of acute exacerbations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lung* 193(1): 63-70, 2015
- 117) Yoshimura K, Sato S, et al.: Interdependence of physical inactivity, loss of muscle mass and low dietary intake: extrapulmonary manifestations in older chronic obstructive pulmonary disease patients. *Geriatr Gerontol Int* 18(1): 88-94, 2018
- 118) Mesquita R, Spina G, et al.: Physical activity patterns and clusters in 1001 patients with COPD. *Chron Respir Dis* 14(3): 256-269, 2017
- 119) Garcia-Rio F, Lores V, et al.: Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease is mainly associated with dynamic hyperinflation. *Am J Respir Crit Care Med* 180(6): 506-512, 2009
- 120) Zogg S, Dürr S, et al.: Differences in classification of COPD patients into risk groups A-D: a cross-sectional study. *BMC Res Notes* 7: 2014
- 121) Andersson M, Slinde F, et al.: Physical activity level and its clinical correlates in chronic obstructive pulmonary disease: a cross-sectional study. *Respir Res* 14: 2013
- 122) Rocha FR, Brüggemann AK, et al.: Diaphragmatic mobility: relationship with lung function, respiratory muscle strength, dyspnea, and physical activity in daily life in patients with COPD. *J Bras Pneumol* 43(1): 32-37, 2017
- 123) Park SK, Meldrum CA, et al.: Subgroup analysis of symptoms and their effect on functioning, exercise capacity, and physical activity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung* 42(6): 465-472, 2013
- 124) Yu T, ter Riet G, et al.: Physical activity and risk of comorbidities in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a cohort study. *NPJ Prim Care Respir Med* 27(1): 2017
- 125) Danilack VA, Weston NA, et al.: Reasons persons with COPD do not walk and relationship with daily step count. *COPD* 11(3): 290-299, 2014
- 126) Hartman JE, ten Hacken NH, et al.: Self-efficacy for physical activity and insight into its benefits are modifiable factors associated with physical activity in people with COPD: a mixed-methods study. *J Physiother* 59(2): 117-124, 2013
- 127) Nguyen HQ, Fan VS, et al.: Patients with COPD with higher levels of anxiety are more physically active. *Chest* 144(1): 145-151, 2013

- 128) Dueñas-Espín I, Demeyer H, et al.: Depression symptoms reduce physical activity in COPD patients: a prospective multicenter study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 11: 1287-1295, 2016
- 129) Marco FD, Terraneo S, et al.: Physical activity impairment in depressed COPD subjects. *Respir Care* 59(5): 726-734, 2014
- 130) Andenæs R, Bentsen SB, et al.: The relationships of self-efficacy, physical activity, and paid work to health-related quality of life among patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *J Multidiscip Healthc* 7: 239-247, 2014
- 131) Mesquita R, Nakken N, et al.: Activity levels and exercise motivation in patients with COPD and their resident loved ones. *Chest* 151(5): 1028-1038, 2017
- 132) Kosteli MC, Heneghan NR, et al.: Barriers and enablers of physical activity engagement for patients with COPD in primary care. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 12: 1019-1031, 2017
- 133) Hansen H, Johnsen NF, et al.: Time trends in leisure time physical activity, smoking, alcohol consumption and body mass index in Danish adults with and without COPD. *BMC Pulm Med* 16(1): 2016
- 134) Arbillaga-Etxarri A, Gimeno-Santos E, et al.: Socio-environmental correlates of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax* 72(9): 796-802, 2017
- 135) Loprinzi PD, Walker JF, et al.: Association between physical activity and inflammatory markers among U.S. adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Health Promot* 29(2): 81-88, 2014
- 136) Park SK, Larson J: The relationship between physical activity and metabolic syndrome in people with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiovasc Nurs* 29(6): 499-507, 2014
- 137) Jehn M, Schindler C, et al.: Associations of daily walking activity with biomarkers related to cardiac distress in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration* 85(3): 195-202, 2013
- 138) Stickland MK, Vogan N, et al.: Physical activity and arterial stiffness in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Physiol Neurobiol* 189(1): 188-194, 2013
- 139) Sievi NA, Franzen D, et al.: Physical inactivity and arterial stiffness in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 10: 1891-1897, 2015
- 140) Louvaris Z, Kortianou EA, et al.: Intensity of daily activity is associated with central hemodynamic and lung muscle oxygen availability in COPD. *J Appl Physiol* 115(6): 794-802, 2013
- 141) van Gestel AJ, Clarenbach CF, et al.: Prevalence and prediction of exercise-induced oxygen desaturation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration* 84(5): 353-359, 2012
- 142) Saglam M, Vardar-Yagli N, et al.: Functional capacity, physical activity, and quality of life in hypoxemic patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 10: 423-428, 2015
- 143) HajGhanbari B, Garland SJ, et al.: Pain and physical performance in people with COPD. *Respir Med* 107(1): 1692-1699, 2013
- 144) Watz H, Pitta F, et al.: An official European respiratory Society statement on physical activity in COPD. *Eur Respir J* 44(6): 1521-1537, 2014
- 145) Lemmens KM, Nieboer AP, et al.: Designing patient-related interventions in COPD care: empirical test of a theoretical model. *Patient Educ Couns* 72(2): 223-231, 2008
- 146) Garcia-Aymerich J, Serra I, et al.: Physical activity and clinical and functional status in COPD. *Chest* 136(1): 62-70, 2009
- 147) Chao PW, Ramsdell J, et al.: Does a history of exercise in COPD patients affect functional status? A study using a lifetime physical activity questionnaire investigates a correlation between exercise and functional status as evidenced by six-minute walk distance. *COPD* 8(6): 429-436, 2011
- 148) Frisk B, Espehaug B, et al.: Physical activity and longitudinal change in 6-min walk distance in COPD patients. *Respir Med* 108(1): 86-94, 2014
- 149) Valenza MC, Torres-Sánchez I, et al.: Physical activity as a predictor of absence of frailty in subjects with stable COPD and COPD exacerbation. *Respir Care* 61(2): 212-219, 2016
- 150) Dürr S, Zogg S, et al.: Daily physical activity, functional capacity and quality of life in patients with COPD. *COPD* 11(6): 689-696, 2014
- 151) Zanon SJ, ZuWallack R: Directly measured physical activity as a predictor of hospitalizations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis* 10(4): 207-213, 2013
- 152) Donaire-Gonzalez D, Gimeno-Santos E, et al.: Benefits of physical activity on COPD hospitalization depend on intensity. *Eur Respir J* 46(5): 1281-1289,

- 2015
- 153) Benton MJ: Physical activity in chronic obstructive pulmonary disease: Is it a process or an outcome? *Respirology* 19(3): 298-299, 2014
- 154) Gimeno-Santos E, Frei A, et al.: Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax* 69(8): 371-379, 2014
- 155) Coronado M, Janssens JP, et al.: Walking activity measured by accelerometry during respiratory rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil* 23(5): 357-364, 2003
- 156) Sewell L, Singh SJ, et al.: Seasonal variations affect physical activity and pulmonary rehabilitation outcomes. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 30(5): 329-333, 2010
- 157) Skumlien S, Skogedal EA, et al.: Endurance or resistance training in primary care after in-patient rehabilitation for COPD? *Respir Med* 102(3): 422-429, 2008
- 158) Demeyer H, Burtin C, et al.: The minimal important difference in physical activity in patients with COPD. *PLoS One* 11(4): 2016
- 159) Caulfield B, Kaljo I, et al.: Use of a consumer market activity monitoring and feedback device improves exercise capacity and activity levels in COPD. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*: 1765-1768, 2014
- 160) Behnke M, Wewel AR, et al.: Exercise training raises daily activity stronger than predicted from exercise capacity in patients with COPD. *Respir Med* 99(6): 711-717, 2005
- 161) Sewell L, Singh SJ, et al.: Can individualized rehabilitation improve functional independence in elderly patients with COPD? *Chest* 128(3): 1194-1200, 2005
- 162) Wewel AR, Gellermann I, et al.: Intervention by phone calls raises domiciliary activity and exercise capacity in patients with severe COPD. *Respir Med* 102(1): 20-26, 2008
- 163) Hassanein SE, Narsavage GL: The dose effect of pulmonary rehabilitation on physical activity, perceived exertion, and quality of life. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 29(4): 255-260, 2009
- 164) Berry MJ, Rejeski WJ, et al.: A lifestyle activity intervention in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 104(6): 829-839, 2010
- 165) Breyer MK, Breyer-Kohansal R, et al.: Nordic walking improves daily physical activities in COPD: a randomised controlled trial. *Respir Res* 11: 2010
- 166) Bertici N, Fira-Mlădinescu O, et al.: The usefulness of pedometry in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Multidiscipl Respir Med* 8(1): 2013
- 167) Pleguezuelos E, Perez ME: et al.: Improving physical activity in patients with COPD with urban walking circuits. *Respir Med* 107(12): 1948-1956, 2013
- 168) Cruz J, Brooks D, et al.: Impact of feedback on physical activity levels of individuals with chronic obstructive pulmonary disease during pulmonary rehabilitation: a feasibility study. *Chron Respir Dis* 11(4): 191-198, 2014
- 169) Mendoza L, Horta P, et al.: Pedometers to enhance physical activity in COPD: a randomised controlled trial. *Eur Respir J* 45(2): 347-354, 2015
- 170) Louvaris Z, Spetsioti S, et al.: Interval training induces clinically meaningful effects in daily activity levels in COPD. *Eur Respir J* 48(2): 567-570, 2016
- 171) Nolan CM, Maddocks M, et al.: Pedometer step count targets during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 195(10): 1344-1352, 2017
- 172) de Roos P, Lucas C, et al.: Effectiveness of a combined exercise training and home-based walking programme on physical activity compared with standard medical care in moderate COPD: a randomised controlled trial. *Physiotherapy* 104(1): 116-121, 2018
- 173) Steele BG, Belza B, et al.: Monitoring daily activity during pulmonary rehabilitation using a triaxial accelerometer. *J Cardiopulm Rehabil* 23(2): 139-142, 2003
- 174) Steele BG, Belza B, et al.: A randomized clinical trial of an activity and exercise adherence intervention in chronic pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 89(3): 404-412, 2008
- 175) Dallas MI, McCusker C, et al.: Using pedometers to monitor walking activity in outcome assessment for pulmonary rehabilitation. *Chron Respir Dis* 6(4): 217-224, 2009
- 176) Faulkner J, Walshaw E, et al.: The feasibility of recruiting patients with early COPD to a pilot trial assessing the effects of a physical activity intervention. *Prim Care Respir J* 19(2): 124-130, 2010
- 177) Probst VS, Kovelis D, et al.: Effects of 2 exercise

- training programs on physical activity in daily life in patients with COPD. *Respir Care* 56(11): 1799-1807, 2011
- 178) Egan C, Deering BM, et al.: Short term and long term effects of pulmonary rehabilitation on physical activity in COPD. *Respir Med* 106(12): 1671-1679, 2012
- 179) Dyer CA, Harris ND, et al.: Activity levels after pulmonary rehabilitation – what really happens? *Physiotherapy* 99(3): 228-232, 2013
- 180) Wilson AM, Browne P, et al.: The effects of maintenance schedules following pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *BMJ Open* 5(3): 2015
- 181) Kanao K, Shiraishi M, Factors associated with the effect of pulmonary rehabilitation on physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Geriatr Gerontol Int* 17(1): 17-23, 2017
- 182) Mesquita R, Meijer K, et al.: Changes in physical activity and sedentary behavior following pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Respir Med* 126: 122-129, 2017
- 183) Wootton SL, Hill K, et al.: Effects of ground-based walking training on daily physical activity in people with COPD: a randomised controlled trial. *Respir Med* 132: 139-145, 2017
- 184) Berry MJ, Rejeski WJ, et al.: A randomized, controlled trial comparing long-term and short-term exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 23(1): 60-68, 2003
- 185) Larson JL, Covey MK, et al.: Self-efficacy enhancing intervention increases light physical activity in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 4: 1081-1090, 2014
- 186) Pitta F, Troosters T, et al.: Are patients with COPD more active after pulmonary rehabilitation? *Chest* 134(2): 273-280, 2008
- 187) Pomidori L, Contoli M, et al.: A simple method for home exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: one-year study. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 32(1): 53-57, 2012
- 188) Kawagoshi A, Kiyokawa N, et al.: Effects of low-intensity exercise and home-based pulmonary rehabilitation with pedometer feedback on physical activity in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 109(3): 364-371, 2015
- 189) Effing T, Zielhuis G, et al.: Community based physiotherapeutic exercise in COPD self-management: a randomised controlled trial. *Respir Med* 105(3): 418-426, 2011
- 190) Zwerink M, van der Palen J, et al.: A community-based exercise programme in COPD self-management: two years follow-up of the COPD-II study. *Respir Med* 108(10): 1481-1490, 2014
- 191) Nguyen HQ, Gill DP, et al.: Pilot study of a cell phone-based exercise persistence intervention post-rehabilitation. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 4: 301-313, 2009
- 192) Saunders TJ, Dechman G, et al.: Distinct trajectories of physical activity among patients with COPD during and after pulmonary rehabilitation. *COPD* 12(5): 539-545, 2015
- 193) Vorrink SN, Kort HS, et al.: A mobile phone app to stimulate daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: development, feasibility, and pilot studies. *JMIR Mhealth Uhealth* 4(1): 2016
- 194) Tabak M, op den Akker H, et al.: Motivational cues as real-time feedback for changing daily activity behavior of patients with COPD. *Patient Educ Couns* 94(3): 372-378, 2014
- 195) Demeyer H, Louvaris Z, et al.: Physical activity is increased by a 12-week semiautomated telecoaching programme in patients with COPD: a multicentre randomised controlled trial. *Thorax* 72(5): 415-423, 2017
- 196) Moy ML, Weston NA, et al.: A pilot study of an internet walking program and pedometer in COPD. *Respir Med* 106(9): 1342-1350, 2012
- 197) Moy ML, Collins RJ, et al.: An internet-mediated pedometer-based program improves health-related quality-of-life domains and daily step counts in COPD: a randomized controlled trial. *Chest* 148(1): 128-137, 2015
- 198) Wan ES, Kantorowski A, et al.: Promoting physical activity in COPD: insights from a randomized trial of a web-based intervention and pedometer use. *Respir Med* 130: 102-110, 2017
- 199) Barberan-Garcia A, Vogiatzis I, et al.: Effects and barriers to deployment of telehealth wellness programs for chronic patients across 3 European countries. *Respir Med* 108(4): 628-637, 2014
- 200) Moy ML, Janney AW, et al.: Use of pedometer and

- internet-mediated walking program in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev* 47(5): 485-496, 2010
- 201) Tabak M, Vollenbroek-Hutten MM, et al.: A telerehabilitation intervention for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil* 28(6): 582-591, 2014
- 202) Hoaas H, Morseth B, et al.: Are physical activity and benefits maintained after long-term telerehabilitation in COPD? *Int J Telerehabil* 8(2): 39-48, 2016
- 203) Tabak M, Brusse-Keizer M, et al.: A telehealth program for self-management of COPD exacerbations and promotion of an active lifestyle: a pilot randomized controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 9: 935-944, 2014
- 204) Liacos A, Burge AT, et al.: Promoting physical activity using the internet: Is it feasible and acceptable for patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and bronchiectasis? *J Aging Phys Act*: 2017
- 205) Verwey R, van der Weegen S, et al.: A pilot study of tool to stimulate physical activity in patients with COPD or type 2 diabetes in primary care. *J Telemed Telecare* 20(1): 29-34, 2014
- 206) Vorrink SN, Kort HS, et al.: Efficacy of an mHealth intervention to stimulate physical activity in COPD patients after pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J* 48(4): 1019-1029, 2016
- 207) Soicher JE, Mayo NE, et al.: Trajectories of endurance activity following pulmonary rehabilitation in COPD patients. *Eur Respir J* 39(2): 272-278, 2012
- 208) Desveaux L, Goldstein R, et al.: Barriers to physical activity following rehabilitation: perspectives of older adults with chronic disease. *J Aging Phys Act* 24(2): 223-233, 2016
- 209) Cindy Ng LW, Mackney J, et al.: Does exercise training change physical activity in people with COPD? a systematic review and meta-analysis. *Chron Respir Dis* 9(1): 17-26, 2012
- 210) Thorpe O, Johnston K, et al.: Barriers and enablers to physical activity participation in patients with COPD: a systematic review. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 32(6): 359-369, 2012
- 211) Larson J, Vos CM, et al.: Interventions to increase physical activity in people with COPD: systematic review. *Ann Rev Nurs Res* 31: 297-326, 2013
- 212) Busby AK, Reese RL, et al.: Pulmonary rehabilitation maintenance interventions: a systematic review. *Am J Health Behav* 38(3): 321-330, 2014
- 213) Leidy NK, Kimel M, et al.: Designing trials of behavioral interventions to increase physical activity in patients with COPD: insights from the chronic disease literature. *Respir Med* 108(3): 472-481, 2014
- 214) Wilson JJ, O'Neill B, et al.: Interventions to increase physical activity in patients with COPD: a comprehensive review. *COPD* 12(3): 332-343, 2015
- 215) Lahham A, McDonald CF, et al.: Exercise training alone or with the addition of activity counseling improves physical activity levels in COPD: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 11: 3121-3136, 2016
- 216) Mantoani LC, Rubio N, et al.: Interventions to modify physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Eur Respir J* 48(1): 69-81, 2016
- 217) Martínez-García MDM, Ruiz-Cárdenas JD, et al.: Effectiveness of smartphone devices in promoting physical activity and exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *COPD* 14(5): 543-551, 2017
- 218) Lewthwaite H, Effing TW, et al.: Physical activity, sedentary behavior and sleep in COPD guidelines: a systematic review. *Chron Respir Dis* 14(3): 231-244, 2017

Aspects and effects of exercise training on the physical activity level in patients with chronic obstructive pulmonary disease

Makoto SASAKI

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Sciences, Akita University

Abstract

Patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) have less physical activity than healthy individuals, and a decline in physical activity is considered to be a risk factor for readmission or mortality. Problems with physical activity must be addressed, and the relevant medical staff members are required to select appropriate measurement method, to understand the background of decline, to understand factors related to this, the symptoms and prognosis that affects it, to devise to improve the inactive lifestyle. The purpose of this review is to describe the aspect of declining physical activity and the intervention effects of exercise training on physical activity in patients with COPD. The physical activity of COPD patients gradually decreases relatively early in life. Attempts are being made to increase these patients' physical activity, as such a decline is associated with pathological conditions and clinical symptoms and exacerbates present symptoms, thereby affecting the prognosis. However, problems remain, such as uncertainty regarding whether or not improving the physical activity influences the prognosis, and further studies on the long-term course and intervention effects in COPD patients are needed.