慢性閉塞性肺疾患患者の6分間歩行距離の違いにおける 身体特性の比較

Comparison of the physical characteristics among chronic obstructive pulmonary disease patients with different 6-minute walking distances.

江越正次郎¹⁾¹⁾ 堀江 淳²⁾ 阿波邦彦³⁾ 今泉裕次郎⁴⁾
市丸勝昭⁵⁾ 直塚博行⁶⁾ 白仁田秀一⁷⁾ 上田真智子⁸⁾
田中將英⁹⁾ 林 真一郎¹⁰⁾

SHOJIRO EGOSHI¹⁾¹⁾, JUN HORIE²⁾, KUNIHICO ANAMI³⁾, YUJIRO IMAIZUMI⁴⁾,
KATSUAKI ICHIMARU⁵⁾, HIROYUKI NAOTSUKA⁶⁾, SYUICHI SHIRANITA⁷⁾, MACHIKO UEDA⁸⁾,
MASAHIDE TANAKA⁹⁾, SHIN-ICHIRO HAYASHI¹⁰⁾

要旨：慢性閉塞性肺疾患（COPD）患者の6分間歩行距離（6MWD）の違いにおける身体特性を比較した。対象は安定期 COPD 患者76名とした。方法は、6MWD、Body Mass Index（BMI）、呼吸機能検査、下肢筋力、握力、呼吸筋力、バランス能力、歩行能力、長崎大学呼吸器疾患 ADL 質問票（NRADL）、St George's Respiratory Questionnaire（SGRQ）を評価し、6MWD にて3群に分類し、各測定項目を検討した。結果、%努力性肺活量（%FVC）、

受付日：2012年7月19日、採択日：2012年9月12日

1) 医療福祉専門学校緑生館理学療法学科

〒841 0074 佐賀県鳥栖市西新町1428 566

TEL0942 84 5100

Department of Physical Therapy, Technical School of Medical and Welfare Ryokuseikan 1428-566 Nishishin-machi, Tosu-shi, Saga 841-0074, Japan.
TEL + 81942 84 5100

2) 神戸国際大学 リハビリテーション学部

Faculty of Rehabilitation Sciences, Kobe International University

3) 京都橘大学 健康科学部

Faculty of Health Sciences, Kyoto tachibana University

4) 佐賀社会保険病院 リハビリテーション科

Department of Rehabilitation, Saga Social Insurance Hospital

5) 佐賀県立病院好生館 リハビリテーション室

Room of Rehabilitation, Saga Prefectural Hospital Kouseikan

6) 佐賀大学医学部附属病院 先進機能回復センター

Advanced function recovery center, Saga University Hospital

7) 長生堂渡辺医院 リハビリテーション科

Department of Rehabilitation, Choseido Watanabe Clinic

8) 社会保険浦之崎病院 リハビリテーション科

Department of Rehabilitation, Social Insurance Uranosaki Hospital

9) 社会保険浦之崎病院 呼吸器内科

Department of Respiratory Medicine, Social Insurance Uranosaki Hospital

10) 佐賀大学医学部附属病院 呼吸器内科

Department of Respiratory Medicine, Saga University Hospital

11) 佐賀大学大学院医学系研究科

Graduate School of Medical Science, Saga University

% 1 秒量 (%FEV_{1.0}), 膝伸展筋力, 握力, 呼吸筋力, 片脚立位時間, TUG, CS 30, 最速歩行時間, NRADL, SGRQ に有意差が認められた。COPD 患者における6MWD は, 呼吸機能, 筋力, 身体能力, ADL 能力, 健康関連 QOL を反映した。

キーワード: 慢性閉塞性肺疾患, 6分間歩行距離, 身体特性

Abstract: The physical characteristics were compared among chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients with different 6-minute walking distances (6MWD). The subjects were 76 patients with stable COPD. The 6MWD, body mass index (BMI), respiratory function test, lower limb muscle strength, grip strength, respiratory muscle strength, balance function, walking ability, Nagasaki University Respiratory ADL Questionnaire (NRADL), and St George's Respiratory Questionnaire (SGRQ) were evaluated. The patients were divided into 3 groups based on the 6MWD, and each measurement item was investigated. Significant differences were noted in the %forced vital capacity (%FVC), forced expiratory volume in one second (%FEV_{1.0}), knee extension muscle strength, grip strength, respiratory muscle strength, single leg standing time, TUG, CS-30, time required to walk a specific distance at the maximum walking speed, NRADL, and SGRQ. The 6MWD reflected the respiratory function, muscle strength, physical ability, ADL, and health-related QOL.

Key words: COPD, 6MWD, physical characteristics

I. はじめに

慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 患者の日常生活における機能障害の重症度を評価する方法として 6分間歩行試験 (6MWT) がある¹⁾。6MWT は, 特別な機器を必要とせず, 方法が簡便で実施しやすいため, 国内外を問わず広く汎用されている評価方法である。しかし, 6分間歩行距離 (6MWD) の解釈方法についてはまだ一定の見解が得られておらず, その数値が意味する事項を検討する必要がある。

Cote CG らは, COPD 患者の6MWD を350m以上群, 349~250m群, 249m以下群の3群に分類し, 各群の生存率を検討した。その結果, 調査開始から9年後の生存率はそれぞれ, 66%, 46%, 26%となり, 歩行距離が短くなるに従い生存率が低下したと報告している²⁾。また, Enfield K らは, 重症 COPD 患者を対象に呼吸リハビリテーション (呼吸リハ) 前後での6MWD と生存率に関する検討を行い, 呼吸リハ後の6MWD がより向上した者の方が, 生存率が高値を示したと報告している³⁾。COPD の死亡率は世界的に高いレベルにあり, 今後数十年間は増加すると予測されている⁴⁾。そのため, 死亡率に影響を及ぼす6MWD が意味する事項の分析は重要である。

COPD 患者の6MWD は, 治療によって改善が可能であるが⁵⁾, 単に理学療法を行うのではなく, 生存率に影響を及ぼす6MWD の分類に着目し, その分類に

て身体特性を比較することで, これら身体特性の違いを明確化することが可能となる。そうすることで, 6MWD を効率よく改善させるために必要であり, かつ理学療法でのアプローチが可能な身体特性を抽出することができ, その身体特性に対する理学療法でのアプローチが COPD 患者の生存率改善に寄与する可能性につながるのではないかと考えた。しかし, 先行研究において生存率に影響を及ぼす6MWD による分類で身体特性を比較したものは, これまで公表されていない。

そこで今回, 安定期 COPD 患者を対象に, Cote CG らの6MWD の違いにより身体特性, 身体機能, 身体能力, QOL にどのような違いがあるのか検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は, 平成19年10月から平成24年4月までに外来及び入院にて呼吸リハビリが処方された安定期 COPD 患者76名 (男性69名, 女性7名) である。平均年齢は 73.5 ± 8.8 歳, % 1 秒量 (%FEV₁) $51.2 \pm 24.4\%$ であった。修正 MRC 息切れスケール (mMRC) は, Grade 0 が4名, Grade 1 が20名, Grade 2 が32名, Grade 3 が14名, Grade 4 が6名であり, GOLD 重症度分類は, 1期が11名, 2期が28名, 3期が19名, 4期が18名であった。

2. 方 法

測定項目は、年齢、身長、体重、Body Mass Index (BMI)、呼吸機能検査、肢体筋力検査（膝伸展筋力、握力、30秒椅子立ち上がりテスト (CS 30)）、呼吸筋力検査（最大吸気口腔内圧 (MIP)、最大呼気口腔内圧 (MEP)）、バランス能力検査（片脚立位時間、Timed Up and Go Test (TUG)）、歩行能力評価（6MWT、最速歩行時間）、ADL能力評価（長崎大学呼吸器疾患 ADL 質問票 (NRADL)）、健康関連 QOL 評価 (St George's Respiratory Questionnaire (SGRQ)) とした。

1) 呼吸機能検査

呼吸機能検査はミナト社製 AutospiroAS 507にて flow-volume 測定を行い、FVC、%FVC、FEV_{1.0}、FEV_{1.0}%、%FEV_{1.0}を測定した。呼吸機能検査は2回実施し、その最良値を採用した。

2) 呼吸筋力評価

呼吸筋力評価はマイクロメディカル社製 microRPMにて MIP と MEP を測定した。MIP、MEP はともに3回実施しその最良値を採用した。

3) 肢体筋力評価

上肢筋力は竹井機器工業製デジタル式握力計にて握力を測定、下肢筋力は股関節、膝関節90°屈曲坐位で椅子に固定した徒手筋力測定装置アニマ社製 μ TAS MT 1にて大腿四頭筋等尺性最大筋力を測定した。また、CS 30は、高さ40cmの椅子に腰掛け、両上肢を胸部の前で組み、立ち上がり動作を30秒間反復して行わせ、その回数を測定した。

4) バランス能力評価

片脚立位時間は、返脚立位が可能な最大時間をストップウォッチで両下肢2回ずつ測定し、そのいずれか一方の最良値を採用した。

TUG は、椅坐位から立ち上がり、3 m先の目標物で方向転換し着座するまでの時間をストップウォッチにて測定した。

5) 歩行能力評価

最速歩行時間は11mの平地を最速で歩行するように指示し、中間の5 mを測定区間としてストップウォッチにて測定した。6MWTは30mの平地を6分間で最長距離歩行するよう指示し、その歩行距離を測定した。

6) ADL 能力・QOL 評価

ADL 能力評価は、NRADL で評価し、QOL の評価は、SGRQ で評価し、その合計得点を測定した。

3. 統計学的分析

6MWD が350m以上群（長距離歩行群）、349から250 m群（中距離歩行群）、249m以下群（低距離歩行群）の3群に分類し、各測定項目を1元配置分散分析を用いて検定し、その後多重比較法として Tukey 検定を用い分析した。なお、帰無仮説の棄却域は有意水準5%とし、統計解析ソフトは SPSS version 11 for Windows を使用した。

4. 倫理的配慮

本研究は、研究の概要、倫理的配慮、公表の方法などについて佐賀大学研究倫理審査委員会の審査を受け、その承認の下実施した（承認番号2011 05 03）。

Ⅲ. 結 果

6MWT の分類による3群の身体機能の比較では、年齢（長距離歩行群 VS 中距離歩行群； $p < 0.01$ ）、mMRC（長距離歩行群 VS 低距離歩行群、中距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.001$, $p < 0.001$ ）に有意差がみられたが、身長、体重、BMI には有意差がみられなかった（表1）。

呼吸機能検査では、FVC（長距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.001$ ）、%FVC（長距離歩行群 VS 低距離歩行群、中距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.001$, $p = 0.01$ ）、FEV_{1.0}（長距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.001$ ）、%FEV_{1.0}（長距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.01$ ）、MIP（長距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.01$ ）、MEP（長距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p = 0.02$ ）に有意差がみられたが、FEV_{1.0}%には有意差がみられなかった（表2）。

肢体筋力では、CS 30（長距離歩行群 VS 中距離歩行群、長距離歩行群 VS 低距離歩行群、中距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.01$, $p < 0.001$, $p = 0.01$ ）、握力（長距離歩行群 VS 中距離歩行群、長距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p = 0.05$, $p = 0.01$ ）に有意差が認められた。膝伸展筋力には、分散分析において、 $p = 0.04$ で有意差が認められたが、その後の多重比較検定において有意差が認められなかった（表3）。

バランス能力・歩行能力では、片脚立位時間（長距離歩行群 VS 中距離歩行群、長距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p = 0.01$, $p < 0.001$ ）、TUG（長距離歩行群 VS 中距離歩行群、長距離歩行群 VS 低距離歩行群、中距離歩行群 VS 低距離歩行群； $p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.01$ ）、最速歩行時間（長距離歩行群 VS 低距離歩

表1 6MWDの違いにおける身体機能の比較

	350m n = 42 Mean ± SD	349 ~ 250m n = 18 Mean ± SD	249m n = 16 Mean ± SD
年齢 (歳)	72.3 ± 7.7	76.4 ± 7.0	77.0 ± 8.3
身長 (cm)	162.4 ± 6.7	159.8 ± 7.3	163.4 ± 8.1
体重 (kg)	56.7 ± 10.8	55.6 ± 13.7	52.6 ± 9.9
mMRC	1.5 ± 0.7	2.1 ± 0.8	3.0 ± 0.7
BMI (kg/m ²)	21.4 ± 3.5	21.6 ± 4.3	19.6 ± 2.9
6MWD (m)	454.7 ± 74.9	307.8 ± 26.2	146.1 ± 57.6

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

350m : 6MWD が350m以上群, 349 ~ 250m : 6MWD が349mから250m群, 249m : 6MWD が249m以下群, mMRC : modified Medical Research Council, BMI : Body Mass Index, 6MWD : 6 Minutes Walk Distance

表3 6MWDの違いにおける肢体筋力, バランス能力, 歩行能力の比較

	350m n = 42 Mean ± SD	349 ~ 250m n = 18 Mean ± SD	249m n = 16 Mean ± SD
握力 (kg)	31.5 ± 10.0	25.3 ± 8.0	23.9 ± 7.7
膝伸展筋力 (kgf)	32.4 ± 11.6	26.8 ± 10.0	24.6 ± 12.9
CS 30 (回)	18.2 ± 4.6	14.7 ± 3.3	10.7 ± 3.0
片脚立位時間 (秒)	61.5 ± 44.2	31.4 ± 34.0	17.6 ± 20.5
TUG (秒)	5.8 ± 1.0	7.0 ± 1.2	10.4 ± 3.4
5 m最速歩行時間 (秒)	2.8 ± 0.8	3.1 ± 0.9	4.4 ± 1.4

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

350m : 6MWD が350m以上群, 349 ~ 250m : 6MWD が349mから250m群, 249m : 6MWD が249m以下群, CS 30 : a 30-s Chair-Stand test, TUG : Timed Up and Go test

表2 6MWDの違いにおける呼吸機能の比較

	350m n = 42 Mean ± SD	349 ~ 250m n = 18 Mean ± SD	249m n = 16 Mean ± SD
FVC (ml)	2718.3 ± 816.1	2200.0 ± 737.3	1842.5 ± 428.5
%FVC (%)	83.8 ± 20.3	77.5 ± 22.1	57.1 ± 14.0
FEV _{1.0} (ml)	1457.1 ± 709.6	1067.2 ± 510.7	798.7 ± 297.3
%FEV _{1.0} (%)	57.8 ± 24.6	51.2 ± 23.3	34.0 ± 16.6
FEV _{1.0} % (%)	51.8 ± 14.8	46.2 ± 12.5	43.3 ± 11.8
MEP (cmH ₂ O)	75.7 ± 37.2	64.3 ± 37.1	47.1 ± 27.5
MIP (cmH ₂ O)	72.8 ± 34.7	58.0 ± 24.8	42.6 ± 37.4

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

350m : 6MWD が350m以上群, 349 ~ 250m : 6MWD が349mから250m群, 249m : 6MWD が249m以下群, FVC : Forced Vital Capacity, %FVC : FVC%predicted, FEV_{1.0} : Forced Expiratory Volume in one second, %FEV_{1.0} : FEV_{1.0}%predicted, FEV_{1.0}% : FEV_{1.0}/FVC ratio%, MEP : Maximal Expiratory Pressure, MIP : Maximal Inspiratory Pressure

表4 6MWDの違いにおけるADL能力, QOL能力の比較

	350m n = 42 Mean ± SD	349 ~ 250m n = 18 Mean ± SD	249m n = 16 Mean ± SD
NRADL	83.3 ± 16.4	72.1 ± 11.7	34.6 ± 15.7
SGRQ	36.5 ± 16.4	38.3 ± 12.4	61.6 ± 11.8

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

350m : 6MWD が350m以上群, 349 ~ 250m : 6MWD が349mから250m群, 249m : 6MWD が249m以下群, NRADL : Nagasaki University Respiratory ADL Questionnaire, SGRQ : St.George's Respiratory Questionnaire

行群, 中距離歩行群 VS 低距離歩行群; p < 0.01, p = 0.01) に有意差が認められた (表3)。

ADL能力・QOL能力では, NRADL (長距離歩行群 VS 中距離歩行群, 長距離歩行群 VS 低距離歩行群, 中距離歩行群 VS 低距離歩行群; p = 0.03, p < 0.001, p < 0.001), SGRQ (長距離歩行群 VS 低距離歩行群, 中距離歩行群 VS 低距離歩行群; p < 0.001, p < 0.001) に有意差が認められた (表4)。

Ⅳ. 考 察

本研究は, Cote CG らが報告した生存率に影響を及

ばす6MWDの違いによってCOPD患者の身体特性にどのような影響を及ぼすか検討した。その結果、年齢、呼吸困難感、呼吸機能、筋力、バランス能力、歩行能力、ADL能力、QOL能力に有意差が認められ、6MWDの効率的な改善を考慮した理学療法によるアプローチすべき身体特性が明らかとなった。

運動耐容能の低下に加齢変化が伴うということは周知の通りである⁶⁾。今回の結果からは、6MWDが長距離歩行群では中距離歩行群よりも有意に年齢が低値を示し、長距離歩行群と低距離歩行群での比較でも、有意差はみられなかったものの、長距離歩行群で年齢が低値を示し、COPD患者においても、加齢による運動耐容能低下の影響が示唆された。よって、COPD患者は、若年齢の方が運動耐容能低下も少なく、アプローチが行いやすいことが考えられ、病期の早期の段階でのアプローチが必要だと考える。

呼吸困難感の評価であるmMRCに関しては、6MWDが長距離歩行群と低距離歩行群、中距離歩行群と低距離歩行群に有意差が認められた。Spruit MAらはCOPD患者の6MWD歩行距離の低下に関連する要因を検討しており、6MWDが350m未満のCOPD患者はmMRCが2以上であったと報告している⁷⁾。今回の結果からも同様の結果が得られ、mMRCは運動耐容能を簡便に評価する指標として有効であることが示唆された。

呼吸機能に関しては、FEV_{1.0}%以外の全ての項目に有意差がみられた。COPDの病期分類は、%FEV_{1.0}にて分類されるが⁸⁾、今回の結果から、運動耐容能が低下するにつれて、FVC、%FVCも低下する傾向にあり、呼吸機能の評価する上では、気流制限のみならず、肺活量の評価も重要であることが示唆された。

筋力評価においては、握力は6MWDが長距離歩行群と中距離歩行群、長距離歩行群と低距離歩行群の2群間に有意差がみられたが、膝伸展筋力に関しては、分散分析では有意差がみられたが、その後の多重比較検定においては有意差がみられなかった。Colucci Mらは、異なる負荷での上肢筋運動は、動的肺過膨張に直接影響すると報告している⁹⁾。以上のことを考えると、上肢筋の運動は動的肺過膨張をより敏感に反映させるため、動的肺過膨張を生じる者は下肢よりも上肢筋力の低下を招きやすく、下肢筋力よりも上肢筋力の方が運動耐容能の低下をより敏感に反映する可能性が考えられる。よって動的肺過膨張が生じている者には上肢筋力の低下を念頭に置いた評価、アプローチが必

要だと考えられる。

CS 30に関しては、6MWDでの分類3群間全てにおいて有意差がみられた。CS 30は本来、高齢者の下肢筋力を簡便に評価する方法として利用されているもののだが¹⁰⁾、直塚らは、COPD患者のpeak $\dot{V}O_2$ とCS 30の関係を検討し、有意な相関を示したと報告している¹¹⁾。今回の結果からも、CS 30は6MWDに敏感に反映し、COPD患者の運動耐容能を簡便に評価する方法として有効であることが示唆され、CS 30を向上させるようなアプローチも運動耐容能の向上を図るためには必要だと考える。

また、呼吸筋力に関しては、MIP、MEPの両方に有意差がみられた。COPD患者の骨格筋の筋力は、気流制限が強いものほど低下するとされており¹²⁾、今回の呼吸筋力に関しても、運動耐容能が低下しているものは気流制限も強いいため、呼吸筋力も低値を示したと考えられる。また、一般的に、呼吸筋トレーニングは、吸気筋トレーニングを行うことが主流ではあるが¹³⁻¹⁶⁾、今回の結果ではMEPにも有意差がみられたため、吸気筋トレーニングのみではなく、呼気筋力を強化するようなトレーニング方法も運動耐容能向上のためには必要であるのではないかと考える。

バランス能力、歩行能力に関して、TUGでは3群間全てにおいて有意差が認められた。TUGはバランス能力を評価する方法¹⁷⁾であり、今回の結果から、運動耐容能が低値群ほどTUGは高値を示し、バランス能力が低下する傾向にあることがわかった。COPD患者のバランス能力の低下は先行研究によって以前から指摘されており¹⁸⁾、今回の結果からも運動耐容能が低下している者ほどバランス能力の低下がみられることがわかったため、そのような患者には転倒に対するアプローチも考慮する必要性があると考えられる。また、TUGは最速時間を評価するため、俊敏な能力が必要であり、有意差が認められた最速歩行時間の評価においても俊敏な動作が必要となる。COPD患者は収縮速度が遅いtype I線維だけでなく、収縮速度が速いtype II線維の萎縮も著名となることがされており¹⁹⁾、運動耐容能が低下している者は、type II線維の萎縮も考えられ、俊敏な動作が困難になっていることが考えられる。そのため、俊敏な動作能力を向上させるアプローチも必要であると考えられる。

最後に、ADL能力とQOLに関してであるが、NRADLでは3群間全てに有意差が認められた。このことから、NRADLはADL能力のみならず、運動耐

容能をも敏感に反映する優れた評価であることが示唆された。また、SGRQでは、6MWDが長距離歩行群と中距離歩行群以外に有意差が認められたことから、6MWDが249m以下になるような運動耐容能が著名に低下した場合にのみ健康関連QOLが低下することが示唆された。

これらの知見から、生存率に影響を及ぼす6MWDの分類は、年齢、呼吸困難感、呼吸機能、筋力、バランス能力、歩行能力、ADL能力、QOLに影響を及ぼすものであり、非常に多くの身体機能の要素を反映する優れた評価法であることがわかった。また、6MWDは呼吸リハにより改善が可能であり、6MWDを向上させる治療としては、ただ単に全身持久力トレーニングを行うのではなく、今回の生存率に影響を及ぼす6MWDでの分類にも着目し、それらの距離別に応じて、機能低下が生じている身体機能、身体能力を向上させるために必要なアプローチを実施することも重要である。そうすることが6MWDのより効率的な向上を促し、QOLの向上や、若いては生存率の向上にもつながっていくと考える。ただし、今回の研究では生存率での分類に応じて解析をしたものの、対象がその生存率に匹敵するかどうかは不明である。また、実際に6MWDの分類に応じたアプローチの効果を検証したわけではないので、今後追跡して調査し、明らかにしていくことが今後の課題である。

文献

- 1) ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166 (1): 111-117.
- 2) Cote CG, Pinto-Plata V, Kasprzyk K, et al.: The 6-Min Walk Distance, Peak Oxygen Uptake, and Mortality in COPD. *Chest*, 2007, 132 (6): 1778-1785.
- 3) Enfield K, Gammon S, Floyd J, et al.: Six-minute walk distance in patients with severe end-stage COPD: association with survival after inpatient pulmonary rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2010, 30 (3): 195-202.
- 4) Murray CJ, Lopez AD: Evidence-based health policy-lessons from the Global Burden of Disease Study. *Science*, 1996, 274: 740-743.
- 5) 日本呼吸管理学会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会編: 日本呼吸管理学会/日本呼吸器学会 呼吸リハビリテーションに関するステートメント. *日呼会誌*, 2002, 40: 536-544.
- 6) 鈴木政登, 石山育朗, 塩田正俊・他: 健康人の性・年齢別最大酸素摂取量 (VO_{2max}) 基準域および VO_{2max} 判定指標反復切断法による VO_{2max} 基準域の設定. *体力科学*, 2003, 52(5): 585-598.
- 7) Spruit MA, Watkins ML, Edwards LD, et al.: Determinants of poor 6-min walking distance in patients with COPD: the ECLIPSE cohort. *Respir Med*, 2010, 104 (6): 849-857.
- 8) 永井厚志・他: COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン第3版, 2009: 33.
- 9) Colucci M, Cortopassi F, Porto E, et al.: Upper limb exercises using varied workloads and their association with dynamic hyperinflation in patients with COPD. *Chest*, 2010, 138 (1): 39-46.
- 10) Jones CJ, Rikli RE, Beam WC: A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*, 1999, 70 (2): 113-119.
- 11) 直塚博行, 白仁田秀一, 堀江淳: COPD患者に対する全身持久力予測手段としての30秒椅子立ち上がりテスト (CS30) の有用性についての検討. *理学療法学*, 2012, 39(2): 306.
- 12) Kim HC, Mofarrah M, Hussain SN: Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2008, 3 (4): 637-658.
- 13) Crowe J, Reid WD, Geddes EL, et al.: Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic literature review and meta-analysis. *COPD*, 2005, 2 (3): 319-29.
- 14) Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, et al.: High-intensity inspiratory muscle training in COPD. *Eur Respir J*, 2006, 27 (6): 1119-1128.
- 15) Weiner P, Magadle R, Beckerman M, et al.: Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in COPD. *Chest*, 2003, 124 (4): 1357-1364.
- 16) Budweiser S, Moertl M, Jorres RA, et al.: Respiratory muscle training in restrictive thoracic disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87 (12): 1559-1565.
- 17) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 1991, 39 (2): 142-148.
- 18) Ozalevli S, Ilgin D, Narin S, et al.: Association between disease-related factors and balance and falls among the elderly with COPD: a cross-sectional study. *Aging Clin Exp Res*, 2011, 23 (5-6): 372-377.
- 19) Gosker HR, Engelen MP, van Mameren H, et al.: Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76 (1): 113-119.