軽症から中等症の間質性肺炎患者における 30秒椅子立ち上がり検査の有用性に関する検討

*The Usefulness of the 30-second Chair Stand Test in Evaluating the Exercise Capacity
of Patients with Mild to Moderate Interstitial Pneumonia*

石原 敦司¹⁾ 多賀 収²⁾

ATSUSHI ISHIHARA, RPT¹⁾, SHU TAGA, MD, PhD²⁾

¹⁾ Respiratory Rehabilitation Center, Specified Medical Corporation Jisenkai Aizawa Hospital: 2-5-1 Honjo, Matsumoto-shi, Nagano 390-8510, Japan TEL +81 263-33-8600 E-mail: umin-aishihara@umin.org

²⁾ Department of Respiratory Medicine, Specified Medical Corporation Jisenkai Aizawa Hospital

Rigakuryoho Kagaku 31(3): 473-477, 2016. Submitted Jan. 7, 2016. Accepted Feb. 19, 2016.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to elucidate the usefulness of the 30-second chair stand test (CS-30) for evaluating the exercise capacity of patients with mild to moderate interstitial pneumonia (IP). [Subjects and Method] Nineteen consecutive patients who performed the 6-minute walk test (6MWT) and the CS-30 as evaluations in clinical practice were enrolled. The results of the 6MWT and CS-30 were compared. [Results] The number of chair stands significantly correlated with the 6-minute walk distance. It also showed significant correlations with the maximum heart rate, maximum respiratory rate, and maximum modified Borg dyspnea score, and these items' values were significantly lower in the CS-30. A significant correlation with minimum SpO₂ was also found, and the decrease in SpO₂ was significantly smaller in the CS-30. [Conclusion] The results suggest that CS-30 correlates well with 6MWT and can be performed with lower risk of desaturation in patients with mild to moderate IP.

Key words: interstitial pneumonia (IP), 6-minute walk test (6MWT), 30-second chair stand test (CS-30)

要旨:〔目的〕軽症から中等症の間質性肺炎（IP）患者に対する30秒椅子立ち上がり検査（CS-30）の有用性を検討した。〔対象〕6分間歩行検査（6MWT）とCS-30の両評価が可能であった19例のIP患者とした。〔方法〕両評価結果の間の相関関係と比較を検討した。〔結果〕CS-30回数は6分間歩行距離と有意な相関を認めた。最大心拍数、最大呼吸数と最大修正ボルグスコアにも有意な相関を認め、そしてCS-30におけるこれらの項目は有意に低値であった。最低SpO₂もまた有意な相関を認めた。SpO₂の低下量は、CS-30で有意に少なかった。〔結語〕軽症から中等症のIP患者においてCS-30は6MWTを反映し、かつ運動時低酸素血症などのリスクを軽減しうる評価法である可能性が示唆される。

キーワード: 間質性肺炎, 6分間歩行検査, 30秒椅子立ち上がり検査

¹⁾ 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 呼吸器リハセンター：長野県松本市本庄2丁目5番1号（〒390-8510）TEL 0263-33-8600

²⁾ 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 呼吸器内科

受付日 2016年1月7日 受理日 2016年2月19日

I. はじめに

運動耐容能の評価は、患者の運動耐容能のみならず、運動時低酸素血症を評価する目的で実施される。間質性肺炎（IP）患者の診療において、運動時低酸素血症の評価は重症度の決定や予後予測などに重要である一方で、他の呼吸器疾患と比較し強い低酸素血症を伴いやすい点で患者をリスクに曝しうる。実際、6分間歩行検査（6-minute walk test：6MWT）は、従来の運動耐容能評価法の中でも強い低酸素血症を伴いやすいとされている¹⁾。そのため、6MWTを始めとした従来の運動耐容能評価法との相関関係が強く、かつ評価中の低酸素血症などのリスクを軽減しうる代替評価法を模索する試みは重要である。

近年、従来より下肢筋力の簡便な評価法とされてきた30秒椅子立ち上がり検査（30-second chair stand test：CS-30）²⁾が、慢性呼吸器疾患患者において6MWTと強い相関を認める評価法である³⁾という点で注目されている。今回われわれは、IP患者における6MWTとCS-30の評価結果を比較することで、CS-30がIP患者においても6MWTと強い相関を認め、かつ評価中の運動時低酸素血症や呼吸困難感、および呼吸循環動態のリスクを軽減しうる評価法であるかどうか検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

2010年10月から2012年9月までの2年間に、われわれの施設において臨床的に診断され、かつ呼吸理学療法を実施したIP入院患者のうち、室内気下において6MWTとCS-30の双方を評価しえた軽症から中等症の患者19例を対象とした。

2. 方法

対象患者の年齢、性別、喫煙状況、Body Mass Index（BMI）、血清アルブミン（Alb）、血清LDH、30分安静室内気下の動脈血酸素分圧（ PaO_2 ）および動脈血酸素飽和度（ SpO_2 ）、修正 Medical Research Council（MMRC）dyspnea grade、努力性肺活量（FVC）、全肺気量（TLC）、肺拡散能（ DLco ）、St. George's Respiratory Questionnaire（SGRQ）を患者特性とした。

患者特性の評価に並行して6MWTとCS-30の練習を行い、その1週間前後の別日（順序は任意）に6MWTおよびCS-30を評価した。6MWTはAmerican Thoracic Societyのステートメント⁴⁾に、CS-30は中谷らの方法⁵⁾に準じて、理学療法士1名（著者）が評価した。6分間歩行距離（6-minute walk distance：6MWD）やCS-30回数（30-second chair stand times：CS-30T）の評価に加え、評価前の安静座位時、評価開始時、評価中

（6MWTでは1分ごと、CS-30では10秒ごと）、評価終了時、そしてその後心拍数（HR）と SpO_2 の値が評価前の安静座位時の値に回復するまで1分ごとに、HR、呼吸数（RR）、 SpO_2 、修正 Borg dyspnea score（MBS）をそれぞれ評価した。なお、両評価における6MWD、CS-30Tとそれぞれの評価中のHR、RR、MBSの最大値（Maximum：Max）、 SpO_2 の最小値（Minimum：Min）を6MWT結果、CS-30結果とした。HR、RR、 SpO_2 の測定においてはベッドサイドモニタ（BSM-2401 ライフスコープI、日本光電社製）を装着した。MMRC dyspnea gradeはATS/ERS 2004⁶⁾に従い、これに1を加算し1～5で評価した。MBSは0～10の比例的分類尺度で呼吸困難感の程度を定量的に評価する修正 Borg スケール⁷⁾を用いて評価した。

統計解析は6MWT結果とCS-30結果との関係についてSpearmanの順位相関検定を用いて解析し、両評価結果の比較にはWilcoxon符号付順位検定を用いて解析した。いずれも危険率5%未満（ $p<0.05$ ）を有意とした。

本研究は後ろ向きに、すでに評価された患者特性、および6MWT結果とCS-30結果を診療記録から収集し解析したものである。なお、個人情報の保護および研究結果の公表に当たってはヘルシンキ宣言に基づき、個人が特定できないよう倫理的に配慮した。この論文に関連し、開示すべきCOI関係にある企業などは存在しない。

III. 結果

IP患者19例（男性：15例、女性：4例）の患者特性を表1に示す。対象者19例中14例に喫煙歴があるものの、全例禁煙していた（表1）。

表2に6MWT結果とCS-30結果との関係を示す。6MWDとCS-30Tの間に有意な相関（ $\rho=0.795$ ）が認められ、両評価結果のHRmax、RRmax、 SpO_2min 、MBSmaxの間にもそれぞれ有意な相関（ $\rho=0.571$ 、 $\rho=0.672$ 、 $\rho=0.619$ 、 $\rho=0.497$ ）が認められた（表2）。また、6MWTにおける SpO_2min とCS-30における SpO_2min との間に有意な相関（ $\rho=0.619$ ）が認められ、 SpO_2min が90%以下となっている患者は19例中6MWTで14例（74%）、CS-30で5例（26%）であった。

6MWT結果とCS-30結果との比較を表3に示す。6MWDは 449.7 ± 101.1 mで、CS-30Tは 16.4 ± 4.2 回であった。6MWT結果とCS-30結果の比較では、HRmax、RRmax、 SpO_2min 、MBSmaxの間に有意差（それぞれ $p<0.01$ ）が認められた。さらに、評価前の安静座位時の SpO_2 と SpO_2min との差（ ΔSpO_2 ）にも有意差（ $p<0.01$ ）が認められた（表3）。

IV. 考 察

6MWT は、慢性呼吸器疾患患者において運動耐容能のみならず運動時低酸素血症を評価する目的で実施される有用な評価法である⁸⁾。IP 患者において6MWD は有意な予後予測因子である^{9,10)}とされているが、その一方で IP 患者は慢性呼吸器疾患の中でも特に強い運動時低酸素血症に曝されやすいため、6MWT の際に低酸素血症について評価することはリスク評価の観点からも重要である。また、特発性肺線維症 (IPF) 患者において

6MWT における呼吸困難感¹¹⁾とともに有意な予後予測因子である¹¹⁾とされているため、呼吸困難感はもちろん、呼吸循環動態についても評価すべきであろう。

一方、従来下肢筋力の簡便な評価法とされてきた CS-30 は、慢性呼吸器疾患患者において 6MWT と強い相関関係を認める評価法であると報告されている³⁾。6MWT において強い低酸素血症に曝されうる IP 患者において、6MWT と比べてより簡便かつ安全に施行でき、かつ 6MWT と相関関係が強い代替評価法を模索することは有意義であると思われる。

われわれは本研究において、IP 患者における 6MWT と CS-30 の評価結果を検討することで、CS-30 が IP 患者においても 6MWT とよく関連し、なおかつ評価中の低酸素血症や呼吸困難感、呼吸循環障害を軽減しうる評価法であるかどうかを検討した。その結果、安静時の呼吸困難感や肺機能、生活の質 (Quality of life : QOL) が比較的保たれた軽症から中等症の IP 患者において、6MWD と CS-30T と間に有意な相関関係が認められ、6MWT と CS-30 における HRmax, RRmax, SpO₂min, MBSmax のそれぞれの間にも有意な相関関係が認められた。また、CS-30 での HRmax, RRmax, SpO₂min, MBSmax が 6MWT に比べて有意に軽減していた。

まず、6MWT 結果と CS-30 結果との相関関係について考察する。運動耐容能は、エネルギー産生や酸素輸送などに強く影響されるため、骨格筋や呼吸器系、心血管系などの各機能が円滑に絡みあって維持される¹⁰⁾。また、慢性呼吸器疾患患者では呼吸器系の機能低下のみならず、骨格筋や心血管系の機能低下が運動耐容能の低下に影響を及ぼす¹²⁾とされている。IP 患者の場合、運動時の換気障害や換気血流不均等分布、拡散障害などにより、運動耐容能の評価の際に上述した各機能がうまく絡み合わなくなり、低酸素血症や換気亢進が生じ、そして呼吸困難感へとつながる。軽症から中等症の IP 患者を対象とした本研究では、CS-30 においても、6MWT と

表 1 患者特性

年齢 (歳)	72.6 ± 8.9
性別 (人)	
男性	15
女性	4
喫煙状況 (人)	
喫煙	0
禁煙	14
非喫煙	5
BMI (kg/m ²)	23.5 ± 4
Alb (g/dl)	4.1 ± 0.4
LDH (IU/L)	219.5 ± 51.5
PaO ₂ (Torr)	87.1 ± 13.4
SpO ₂ (%)	96.6 ± 1.6
MMRC dyspnea grade	2.3 ± 0.7
% FVC (%)	79.5 ± 15.9
% TLC (%)	77.8 ± 13.7
% DLco (%)	69.9 ± 21.6
SGRQ total score	39.1 ± 17.2

BMI : Body Mass Index, Alb : 血清アルブミン, LDH : 血清 LDH, PaO₂ : 動脈血酸素分圧, SpO₂ : 動脈血酸素飽和度, MMRC : 修正 Medical Research Council, FVC : 努力性肺活量, TLC : 全肺気量, DLco : 肺拡散能, SGRQ : St. George's Respiratory Questionnaire.

表 2 6MWT 結果と CS-30 結果との相関関係

	ρ
6MWD and CS-30T	0.795**
6MWT HRmax and CS-30 HRmax	0.571*
6MWT RRmax and CS-30 RRmax	0.672**
6MWT SpO ₂ min and CS-30 SpO ₂ min	0.619**
6MWT MBSmax and CS-30 MBSmax	0.497*

Spearman の順位相関検定, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$. 6MWT : 6 分間歩行検査, CS-30 : 30 秒椅子立ち上がり検査, 6MWD : 6 分間歩行距離, CS-30T : CS-30 回数, max : 最大, min : 最低, HR : 心拍数, RR : 呼吸数, SpO₂ : 動脈血酸素飽和度, MBS : 修正 Borg dyspnea score.

表 3 6MWT 結果と CS-30 結果との比較

	6MWT	CS-30
6MWD (m), CS-30T (回)	449.7 (101.1)	16.4 (4.2)
HRmax (bpm)	118.2 (16.9)	102.5 (4.5) **
RRmax (bpm)	42.2 (7.5)	31.1 (4.9) **
SpO ₂ min (%)	86.7 (5.7)	91.6 (3.9) **
MBSmax	6.4 (1.6)	4.7 (1.2) **
Δ SpO ₂ (%)	9.9 (4.5)	5.1 (2.5) **

Wilcoxon 符号付順位検定 (6MWT と比較), * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$ (6MWT と比較). 6MWT : 6 分間歩行検査, CS-30 : 30 秒椅子立ち上がり検査, 6MWD : 6 分間歩行距離, CS-30T : CS-30 回数, max : 最大, min : 最低, HR : 心拍数, RR : 呼吸数, SpO₂ : 動脈血酸素飽和度, MBS : 修正 Borg dyspnea score, Δ SpO₂ : 評価前の安静座位時の SpO₂ と最低 SpO₂ との差.

同様に、低酸素血症や換気亢進から呼吸困難感が生じ、その結果 SpO₂ や MBS で両評価結果の間に相関関係が示され、さらに肺血流量が増加し心ポンプ機能に負荷がかかり、その結果 HR や RR で両評価結果の間に相関関係が示されたのではないかと考えられる。CS-30 を運動耐容能の評価法として適切であるのか課題となるが、6MWT 結果と CS-30 結果との間に示されたこれらの有意な相関は、CS-30 が運動耐容能評価法の 1 つとして今後利用できる可能性を示唆するものと考えられる。なお、6MWT に対しては心肺運動負荷試験（最大酸素摂取量）との比較検討が行われてきているが、その代替評価法として CS-30 を実施する際には、この心肺運動負荷試験との比較検討が未だ行われていない点に留意すべきである。しかしながら、IPF に関する国際的なガイドライン¹³⁾でも IPF における重要な評価項目として 6MWD、運動時低酸素血症、および呼吸困難感が挙げられており、本研究においてこれらの間に相関関係を認めたことは、非常に意義深い結果であると思われる。

次に、6MWT 結果と CS-30 結果の比較について考察する。運動時には血液全体の 70% が貯留する静脈系から心臓や肺へと血液が供給され、前負荷が高まると心臓内に血液が充満し、心臓の容積が増大する。心臓の容積が増大することにより心拍出量は増加し、運動時の交感神経の興奮により HR が増加して、心拍出量はさらに増加する。どのくらい酸素を取り込めるかは肺の機能で決まるが、摂取した酸素をいかに末梢の臓器、組織に届けるかという能力は心拍出量と動静脈酸素較差で決まる。大きな筋群を動かすほど酸素需要は高まり、心拍数は増大するが、小さい筋群の運動では心拍出量や HR の増加は少ない¹⁴⁾。6MWT は CS-30 よりも全身性の運動で多くの筋群が導入されるのではないかと考えられるが、この仮定に基づけば、本研究において 6MWT と比較し導入される筋群の少ない CS-30 では低酸素血症や HR、RR の増加の程度が 6MWT に比べて軽減したことは説明可能である。また、運動時低酸素血症に伴う呼吸困難感も同様に換気量の増大によって説明されていることが多い¹⁵⁾点も併せて考慮すれば、多くの筋群が導入される 6MWT においては換気量の増大に伴う呼吸困難感が増大し、導入される筋群の少ない CS-30 においては呼吸困難感が軽減したと考えられる。

本研究における Limitation として以下の 3 点が挙げられよう。第 1 に本研究は後ろ向きの検討であり、IP 患者の中でも比較的軽症から中等症の 19 例の患者のみにて検討を行った。全身状態が極めて不良である重症 IP 患者に対して、全く意義やリスクの大きさに対する評価が確立していない CS-30 を実施することが躊躇されたため、そもそも CS-30 を実施できていなかったのがその主な理由である。今後は症例数を増やし、かつ重症患者も含んだ検討が必要である。第 2 に 6MWT およ

び CS-30 における HR、RR、SpO₂、MBS の測定間隔を両評価法の運動持続時間を考慮し設定したが、しかし、その測定間隔は両評価間で全く異なっており、これによる max、min 値を解析したことが妥当であったのかについて疑問が残る。さらに、CS-30 において 30 秒という短い評価時間において 10 秒ごとにデータを採取したが、そのことで評価結果に何らかの影響を与えた可能性を否定できない。第 3 に IPF 患者において下肢筋力と運動耐容能に関する関係が報告されている¹⁶⁾が、本研究では下肢筋力の定量的な評価結果を加えた解析を行えなかった。今後下肢筋力を含む検討を行うことで、6MWT と CS-30 の関係性がより明確になる可能性がある。

結論として、安静時の呼吸困難感や肺機能、QOL が比較的保たれた軽症から中等症の IP 患者 19 例を対象とした検討において、運動時低酸素血症や呼吸困難感、および呼吸循環動態を含む 6MWT 結果と CS-30 結果との間に有意な相関関係が認められたこと、そして CS-30 では 6MWT に比べて運動時低酸素血症や呼吸困難感、および呼吸循環動態のリスクを有意に軽減していたことから、6MWT の施行がリスクとなりうる IP 患者において、CS-30 は運動耐容能評価法の代替評価法として有用である可能性が示されたと考えられる。

謝辞 本研究にご指導、ご協力、および貴重なご助言をいただきました、社会医療法人大雄会総合大雄会病院放射線科の伊藤伸一先生、リハビリテーション科の宮原利博先生、中武仁士先生、社会医療法人財団慈泉会相澤病院呼吸器内科の中村さつき先生、近畿大学医学部呼吸器・アレルギー内科の西山理先生に深謝いたします。

引用文献

- 1) 有蘭信一、谷口博之、近藤康博・他：COPD 患者における 4 種の運動負荷試験の特徴。日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌、2012、22(1): 94-98.
- 2) 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.
- 3) 岩井宏治、林 秀樹、小熊哲也・他：慢性呼吸器疾患患者に対する運動耐容能検査としての 30 秒椅子立ち上がりテストの有用性。日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌、2012、22(1): 105-109.
- 4) ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 166(1): 111-117.
- 5) 中谷敏昭、灘本雅一、三村寛一・他：日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性。体育学研究、2002、47(5): 451-461.
- 6) Celli BR, MacNee W: Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: A summary of the ATS/ERS position paper. Eur Respir J, 2004, 23(6): 932-946.
- 7) Borg GA: Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc, 1982, 14(5): 377-381.

-
- 8) 久保恵嗣, 藤田次郎: 間質性肺炎診療マニュアル. 南江堂, 東京, 2010, pp174-180.
 - 9) 西村浩一: 間質性肺炎の多面的評価—運動能力, 健康関連QOL および呼吸困難について—. 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌, 2010, 20(1): 3-10.
 - 10) King TE Jr, Albera C, Bradford WZ, et al.: Effect of interferon gamma-1b on survival in patients with idiopathic pulmonary fibrosis (INSPIRE): A multicenter, randomized, placebo-controlled trial. *Lancet*, 2009, 374(9685): 222-228.
 - 11) Nishiyama O, Taniguchi H, Kondoh Y, et al.: A simple assessment of dyspnoea as a prognostic indicator in idiopathic pulmonary fibrosis. *Eur Respir J*, 2010, 36(5): 1067-1072.
 - 12) 有蘭信一, 谷口博之: 慢性呼吸器疾患の運動負荷試験—理論的根拠と問題点—. *The lung perspectives*, 2013, 21(2): 133-137.
 - 13) An Official ATS/ERS/JRS/ALAT Statement: Idiopathic pulmonary fibrosis: Evidence-based guidelines for diagnosis and management. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, 183(6): 788-824.
 - 14) 本間生夫, 小野伸一郎: 運動能力と運動耐容能. *The lung perspectives*, 2013, 21(2): 143-146.
 - 15) 本間生夫: 呼吸運動療法の理論と技術. 田中一正・他(編), メジカルビュー社, 東京, 2003, pp50-55.
 - 16) Nishiyama O, Taniguchi H, Kondoh Y, et al.: Quadriceps weakness is related to exercise capacity in idiopathic pulmonary fibrosis. *Chest*, 2005, 127(6): 2028-2033.