

## 単位時間歩数を導入した6分間歩行試験の検討

- <sup>1)</sup> 鳥取大学医学部保健学科 病態検査学講座 (主任 鯛岡直人教授)  
<sup>2)</sup> 鳥取大学医学部保健学科 生体制御学講座  
<sup>3)</sup> 鳥取大学医学部分子制御内科学

渡部加奈子<sup>1)</sup>, 今田明梨<sup>1)</sup>, 清廣晃子<sup>1)</sup>, 杉谷文香<sup>1)</sup>, 藤井健徳<sup>1)</sup>, 保坂あかり<sup>1)</sup>,  
堀江拓耶<sup>1)</sup>, 中本幸子<sup>1)</sup>, 網崎孝志<sup>2)</sup>, 清水英治<sup>3)</sup>, 鯛岡直人<sup>1,3)</sup>

## New method of six-minute walk test using number of steps per second

Kanako WATANABE<sup>1)</sup>, Akari IMADA<sup>1)</sup>, Akiko KIYOHRO<sup>1)</sup>, Fumika SUGITANI<sup>1)</sup>,  
Takenori FUJII<sup>1)</sup>, Akari HOSAKA<sup>1)</sup>, Takuya HORIE<sup>1)</sup>, Sachiko NAKAMOTO<sup>1)</sup>,  
Takashi AMISAKI<sup>2)</sup>, Eiji SHIMIZU<sup>3)</sup>, Naoto BURIOKA<sup>1,3)</sup>

<sup>1)</sup> *Department of Pathobiological Science and Technology, School of Health Science,  
Faculty of Medicine, Tottori University, Yonago 683-8503, Japan.*

<sup>2)</sup> *Department of Biological Regulation, School of Health Science, Faculty of Medicine,  
Tottori University, Yonago 683-8503, Japan.*

<sup>3)</sup> *Division of Medical Oncology and Molecular Respiriology, Faculty of Medicine,  
Tottori University, Yonago 683-8504, Japan.*

### ABSTRACT

The six-minute walk test (6MWT) is a simple test to examine the functional status and subjective dyspnea of patients with chronic pulmonary or heart disease. Although 6MWT is useful to access the general responses of daily physical activities, it is difficult to evaluate time response such as the instantaneous walking speed. To improve 6MWT, we introduced a new index of "number of steps per second (NSPS)" that is the average number of walking steps per second. We performed 6MWT with NSPS in 2 healthy subjects and 2 patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). We found that NSPS was useful to evaluate the walking pattern and speed. This modified 6MWT would be able to use to assess the efficacy of drugs for COPD.

(Accepted on September 13, 2012)

**Key words :** chronic obstructive pulmonary disease, number of steps per second, six-minute walk test

## はじめに

6分間歩行試験は、患者が6分間に歩くことができる最大距離を測定する簡便な臨床検査で、その距離により運動能力および運動耐用能を評価できる<sup>1)</sup>。しかし、本検査は対象間のばらつきが大きく単独では意味をなさないことが多いため、臨床的には対象患者に対して薬物療法、リハビリテーション、酸素吸入などの介入前後で測定して歩行距離の変化をみなければならぬ。本検査の対象患者は慢性呼吸器疾患患者が多く、慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease: COPD) 患者は気管支拡張薬の  $\beta_2$ -刺激薬吸入後、ダイナミックエアトラッピングが改善することで6分間歩行距離が増加することが報告されている<sup>2,3)</sup>。

従来、6分間の歩行距離のみを考えていたが、実際は患者の疾患重症度によっては途中で歩行速度が変化したり、立ち止まってしまったりすることが多かった。これらを実験するためには平均あるいは瞬時歩行速度を測定したら良いが測定が煩雑であった。この問題点を解決するため歩数を単位時間ごとに測定し、“単位時間歩数 (歩/秒) (number of steps per second: NSPS)” の概念を新規導入した。NSPSを用いると歩行のパターンや停止した時間などを明らかにして、従来なかった評価が可能になるのではないかと考え検討した。

## 対象と方法

### 1. 対象者

対象者は本研究に文書で同意を得た高齢健常者2名 (男性77歳、女性65歳) と COPD患者2名 (男性73歳と80歳) である。本研究は鳥取大学医学部倫理委員会の審査を受け、研究の許可を得ている (承認番号1845)。

### 2. 方法

6分間歩行試験は、患者が6分間にできるだけ早く歩くことができる最大距離を測定する簡便な臨床検査で、その距離により運動能力および運動耐用能を評価する。一般的に、平均・歩行速度 (m/秒) = 平均・一歩の距離 (m/歩) × 平均・単位時間歩数 (歩/秒) の関係が成り立つ。従って、歩数を単位時間ごとに測定し単位時間歩数を計算

すると歩行のパターンや停止した時間などが明らかにになり、従来なかった評価が可能になると考えられる。すなわち、直接、歩行速度を測定するためには経過時刻と移動距離が必要であるが、今回考案した単位時間歩数は単位時間の歩数のみ測定すれば計算できる。本研究では単位時間歩数を速度に関連した指標として代用した。

測定場所は鳥取大学医学部内の廊下を使用した。廊下は直線距離で健常者は74m、患者は54mの長さを使用した。方法を標準化するため、米国胸部疾患学会の標準プロトコールを使用した<sup>1)</sup>。今回、健常者は予行練習として6分間歩行試験を2回行い、3回目を測定した。COPD患者は予行練習で息切れ、疲労を認めたため、別個の日に歩行の予行練習を行った。

測定方法は、①6分間、病棟の廊下を自ら可能な早さで直線歩行させる。廊下の端まで着くと折り返し歩行してもらう。これを6分間繰り返す。経過時間は1分ごとに声をかけて周知する<sup>1)</sup>。疲れたり、酸素飽和度が低下したり、呼吸困難を認めたら準備した椅子に座って休憩をしてもらう。検査中は安全のため自動記録機能のあるパルスオキシメータ (Pulsox-300i, コニカミノルタ, 東京) で酸素飽和度と脈拍を監視・記録する。②歩数を時刻ごとに記録するため、デジタルビデオで対象者の歩行を記録する。③6分間経過後、歩行距離をレーザー距離測定装置を用いて測定する (ニコンレーザー-350G, Nikon, 東京)。④歩行前後で修正ボルグスケール<sup>14)</sup> で息切れの程度を評価する。⑤後ほど記録されたビデオ映像を直接みて5秒ごとの歩数を数えて単位時間歩数を計算する。すなわち、5秒ごと72区間に区切り歩数を数え上げる。5秒間の歩数 ÷ 5秒 = 単位時間歩数 (歩/秒) とした。⑥縦軸に単位時間歩数、横軸に時間のグラフを作成する。速度が低下すれば単位時間歩数頻度も低下する。歩行停止したら単位時間歩数は0になる。また、ビデオ記録された映像から患者の歩行停止時間も正確に計測できる。

## 結 果

単位時間歩数は5秒間ごとの歩数を数えて1秒あたりの歩数にしたものである。6分間 (360秒) の5秒毎、計72区間の単位時間歩数を各々、縦軸にとり、横軸を時間にした図により歩行パターンが視覚的にわかる。図1は健常者2名の単位時間歩数

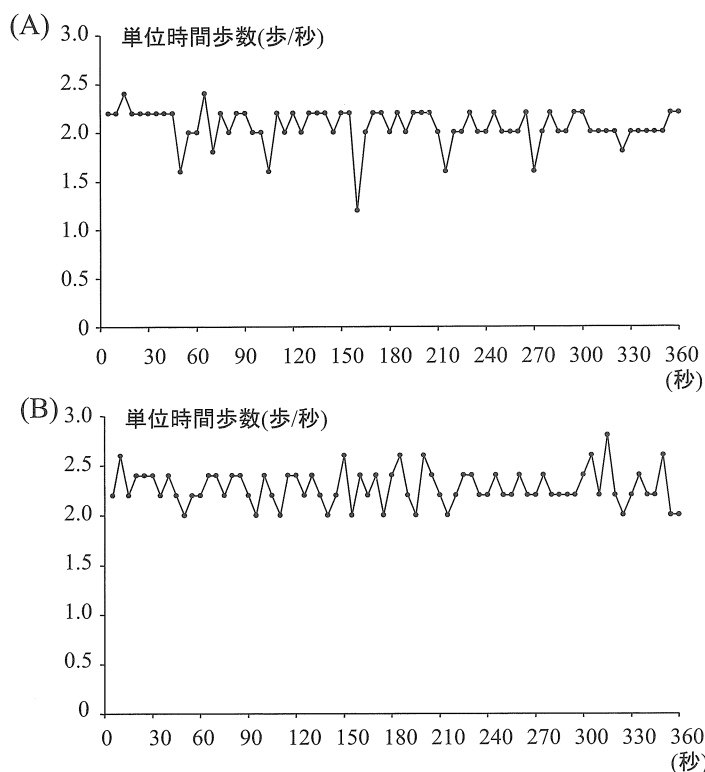


図1. 単位時間歩数を導入した健常者の6分間歩行試験.

6分間(360秒)の経時5秒毎の72区間における単位時間歩数を縦軸にとり、横軸を時間にした図である。単位時間歩数は各5秒間の毎秒あたり平均歩数として計算した。停止時間はなく、平均単位時間歩数は2歩/秒より大きかった。

の経過図で、図2はCOPD患者の単位時間歩数の経過図である。単位時間歩数は歩行速度に由来するので停止すると値は0になる。また、歩く速度が遅くなると値は小さくなる。息切れなどで歩行が乱れるとばらつきが大きくなる特徴をもつことが明らかとなり、健常者との違いは図から視覚的に明確であった(図1、図2)。

健常高齢者およびCOPD患者の歩行距離、単位時間歩数の平均、標準偏差、変動係数、ボルグスケールの変化量、停止時間、平均酸素飽和度の結果を表1に示す。単位時間歩数の平均値、標準偏差、変動係数(標準偏差÷平均×100%)は5秒毎の値の平均値、標準偏差、変動係数とした。COPD患者は6分間の歩行距離が短く、停止時間も認めた。COPD患者の単位時間歩数は小さく、歩行速度が遅いことを示唆し、標準偏差、変動係数が大きいと歩行パターンが均一でないことを意味する。特

に歩行停止があると標準偏差、変動係数は大きくなった。

## 考 察

途中で休みを挟まなければ6分間を続けて歩くことができない重症COPD患者において、歩行速度に関連した単位時間歩数という新規指標を導入して歩行パターンや停止時間を把握する有効な方法が確保できたと思われる。特に、歩行パターンが視覚的に明らかであった。

重症COPD患者では単位時間歩数変動する。歩数のばらつきが認められるのは重症COPD患者のみだと考えていたが、結果として健常高齢者でもある程度の歩数のばらつきが確認された。1分間ごとに歩行距離を測定し歩行速度を計算した報告もあるが、1分間ごとに移動距離を測定するのは煩雑であると推測される<sup>9)</sup>。また、一般的に6分

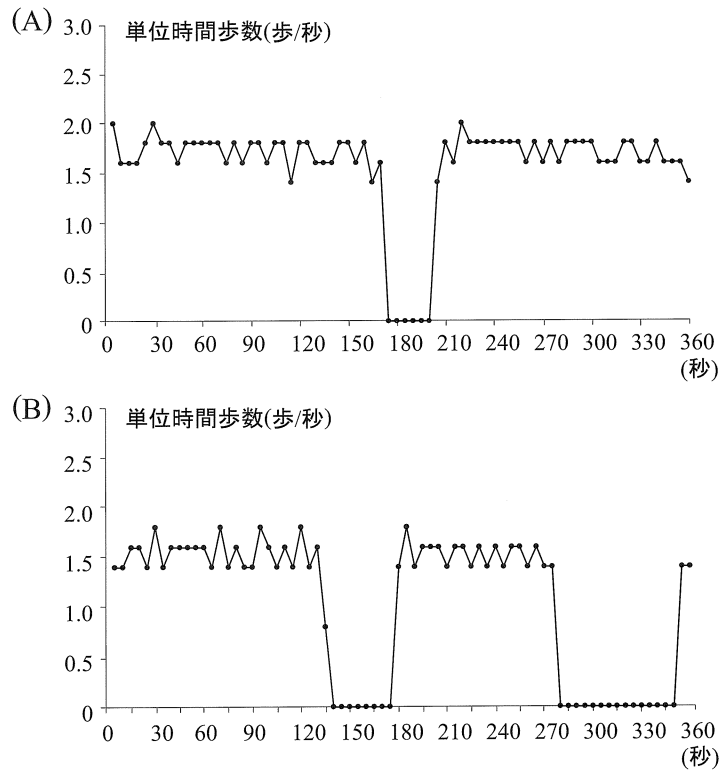


図2. 単位時間歩数を導入したCOPD患者の6分間歩行試験.

6分間(360秒)の経時5秒毎の72区間における単位時間歩数を縦軸にとり、横軸を時間にした図である。単位時間歩数は各5秒間の毎秒あたり平均歩数として計算した。歩行停止によって単位時間歩数の値が0になっている部分を認めた。

表1. 高齢健常者および慢性閉塞性肺疾患患者の6分間歩行試験の結果

	年齢	性別	距離(m)	単位時間歩数			停止時間(秒)	$\Delta$ Borg scale	平均酸素飽和度(%)
				平均(歩/秒)	標準偏差	変動係数(%)			
健常者	65	女	563	2.28	0.18	7.9	0	0.5	97
健常者	77	男	490.5	2.06	0.19	9.4	0	0	96
COPD患者	73	男	302	1.57	0.49	31.5	32	2.5	93
COPD患者	80	男	177	1.03	0.72	70.3	114	1	93

$\Delta$ Borg scaleは歩行後と歩行前のBorg scaleの差

COPD：慢性閉塞性肺疾患

間歩行試験は個人内でのばらつきが大きいため、対象患者個人に対して介入前後で用いるのが適していると思われる。介入には薬物療法、酸素吸入などがあり、前後で測定して歩行距離の変化をみる。プラセボ効果による違いも重要であるため、薬物投与前後などの同一患者では日時を代えて2回以上測定するのが、有用であると考えられる。

呼吸器疾患患者の運動耐用能の測定結果は、患者の治療効果の評価や経過観察に用いられる。この結果の解釈には、臨床的に意味のある変動幅を意識しなければならないが、本当の意味での基準値は存在していないのが現状である<sup>6)</sup>。

佐藤らは慢性閉塞性肺疾患の日常生活動作の息切れに気管支拡張薬のプロカテロールが効果的で

あると報告している<sup>7)</sup>。今後、プロカテロール吸入前後での単位時間歩数を用いた6分間歩行試験を行えば、有用性がより明確になると思われる。また、6分間歩行試験は、呼吸器や心臓の疾患に対する治療への反応や手術前、術前評価などにも広く応用が効く。そのため呼吸器疾患だけでなく循環器疾患でも利用可能な本試験に対する単位時間歩数の基準値を定めることも重要である。今後のさらなる検討が必要であると考えられた。

### 結 語

歩行速度に関連した単位時間歩数を導入した6分間歩行試験を歩行状態のビデオ撮影することで簡便に測定する方法を確立した。従来の標準的6分間歩行試験を改良した本方法は、患者の日常生活における機能障害の重症度を視覚的に評価することに適していると思われた。応用として、3軸加速度計を内蔵した精密歩数計をパルスオキシメータに組み込み、経過時刻、歩数、酸素飽和度を同時測定する装置の開発もできる。今後の臨床応用に向けて、症例数を増やしてさらなる検討を行う予定である。

### 文 献

- 1) 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.
- 2) 中村洋之, 奥條朝子, 田中三奇, 細谷啓子, 安藤千恵子, 岸本伸人, 山地康文, 河内康正, 亀井雅, 多田慎也, 上田暢男. 慢性閉塞性肺疾患患者における6分間歩行に対する塩酸プロカテロールの効果. *呼吸* 2011; **30** (5): 485-488.
- 3) 藤本圭作, 牛木淳人, 小松佳道, 吾妻俊彦, 吉川純子, 久保恵嗣. 長時間作用型気管支拡張薬にて加療中のCOPDに対する短時間作用型 $\beta_2$ -刺激薬のadd-on効果. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌* 2009; **19** (1): 64-70.
- 4) Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health* 1990; **16** Suppl 1: 55-58.
- 5) 佐竹将宏, 塩谷隆信, 高橋仁美, 菅原慶勇, 笠井千景, 清川憲孝, 渡邊暢, 藤井清佳. COPD患者の6分間歩行試験における歩行速度の検討. *東北理学療法学* 2005; (17): 1-4.
- 6) 安藤守秀. 呼吸機能検査の基準値とその使い方, 今後の課題 (6) 運動耐容能. *呼吸* 2011; **30** (12): 1060-1066.
- 7) 佐藤英夫, 岩島明, 遠藤禎郎, 中山秀章, 長谷川隆志, 鈴木栄一. 慢性閉塞性肺疾患の日常生活動作の息切れとQOLに対するプロカテロールの効果. *日呼吸会誌* 2009; **47** (9): 772-780.