

# 高齢者における二重課題条件下の歩行能力には 注意機能が関与している

—地域在住高齢者における検討—

*Attention Function is Involved in Walking Ability Under the Dual-Task Condition  
among the Elderly People Living in the Community*

山田 実<sup>1,2)</sup> 村田 伸<sup>3)</sup> 太田尾 浩<sup>4)</sup> 村田 潤<sup>5)</sup>

MINORU YAMADA<sup>1,2)</sup>, SHIN MURATA<sup>3)</sup>, HIROSHI OTAO<sup>4)</sup>, JUN MURATA<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Sakata Orthopedic and Rehabilitation Clinic: 481-1 Nakano, Hiraoka-cho, Kakogawa City, Hyogo 675-0113, Japan.  
TEL +81 79-430-2780 FAX +81 79-430-2781

<sup>2)</sup> Graduate School of Medicine, Kobe University

<sup>3)</sup> Department of Rehabilitation Science, Nishikyushu University

<sup>4)</sup> Himeji Dokkyo University

<sup>5)</sup> Department of Health Sciences, Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University

*Rigakuryoho Kagaku 23(3): 435-439, 2008. Submitted Dec. 10, 2007. Accepted Feb. 12, 2008.*

**ABSTRACT:** [Purpose] Falls among elderly people are a serious problem. A recent study suggested that walking under a dual-task condition caused falls in frail elderly people. In this study, we investigated the factor which depressed walking ability under a dual-task condition. [Subject] The subjects were 161 elderly people living locally. [Methods] Evaluation criteria were 5 m walking time (ST walking time), 5 m walking time while performing calculation (DT walking time), attention function (trail making test part A; TMT-A), and cognitive function (mini-mental state examination: MMSE). Moreover, the difference between ST walking time and DT walking time was calculated (delta walking time). [Results] Multiple linear regression analysis showed that delta walking time was significantly correlated with TMT-A, MMSE ( $p<0.05$ ), but ST walking was not ( $p>0.05$ ). [Conclusion] These results suggest that improvement in attention function or cognitive function could prevent falls among frail elderly people.

**Key words:** elderly people, dual-task, attention

**要旨:**〔目的〕本研究の目的は、高齢者における二重課題条件下での歩行機能に、注意機能が関与しているのかを検討することである。〔対象〕対象は要支援、要介護状態にない地域在住高齢者161名である。〔方法〕5 m 歩行時間 (ST 歩行)、計算 (serial-1) を行いながらの5 m 歩行時間 (DT歩行)、ST歩行からDT歩行への変化量 ( $\Delta$ 歩行時間)、注意機能 (trail making test part A : TMT-A)、それに認知機能 (mini mental state examination : MMSE) を測定し、DT歩行はどのような因子の影響を受けているのかを検討した。〔結果〕重回帰分析の結果、 $\Delta$ 歩行時間はTMT-A、MMSEと有意な相関関係を示したのに対し、ST歩行時間とは有意な相関関係にはなかった。〔結語〕DT条件下での歩行能力の低下には、一般的な歩行能力ではなく注意機能や認知機能が関与していたことが示唆された。

**キーワード:** 高齢者、二重課題、注意機能

<sup>1)</sup> 坂田整形外科リハビリテーション：兵庫県加古川市平岡町中野484-1 (〒675-0113) TEL 079-430-2780 FAX 079-430-2781

<sup>2)</sup> 神戸大学大学院 医学系研究科 <sup>3)</sup> 西九州大学 リハビリテーション学部

<sup>4)</sup> 姫路獨協大学 医療保健学部 <sup>5)</sup> 長崎大学大学院 医歯薬学研究科

受付日 2007年12月10日 受理日 2008年2月12日

## I. はじめに

高齢者にとっての転倒は、認知症とともに高齢社会の抱える重大な問題である。高齢者が要支援、要介護状態に至る要因として“転倒・骨折”が上位を占めており、この要因によって年間約32万人の高齢者が要介護状態に至っていると推定されている。そのため、積極的に転倒に関する調査、研究、それに転倒予防教室などが各地で行われている。また、世界各国でも転倒予防に向け、精力的な調査が行われており、これまでに多くの転倒要因が明らかとなった。中でもLundin-Olssonは、歩行中に話しかけられて立ち止まってしまう対象者では、転倒リスクが高くなることを報告し<sup>1)</sup>、それ以後、二重課題(dual-task; DT)と転倒との関連に関する調査が注目されるようになってきた。高齢者で計算や語想起などの課題を伴いながらの歩行では、歩行速度が遅延することや歩行時の動揺が大きくなること、不安定になることが報告された<sup>2-5)</sup>。その要因としては、前頭連合野の注意資源における注意分散機能の影響が挙げられる<sup>6-7)</sup>。歩行能力が低下している高齢者では、自身の歩行に向けられる注意量は多くなり、注意資源の中でも自身の歩行への注意量が大きな割合を占めることになる。このような状態で、他の事象(計算課題や後想起など)への注意を強制されれば、歩行への注意量が減少し、結果的に歩行速度の低下や、姿勢動揺の増大として現れる。

我々は、要支援から要介護2までの虚弱高齢者において、DT条件下での歩行時間が通常歩行時間よりも38.8%延長するような高齢者であれば、6ヶ月以内に転倒する可能性が高まることを報告した<sup>8)</sup>。さらに我々は、同じく要支援から要介護状態にある虚弱高齢者を対象に、DT条件下でのバランストレーニングを実施することで、DT条件下のパフォーマンスを向上させ、転倒発生を抑制することに成功した<sup>9)</sup>。このような一連の研究により、要支援、要介護状態にある虚弱高齢者の転倒発生には、DT条件下のパフォーマンス能力の低下が深く関わっているものと考えられた。しかしながら、二重課題条件下での歩行能力が低下する要因は未だ不透明なままであり、どのような因子によって影響を受けているのかは不明である。Trail making test (TMT) は注意機能を判断するための確立された指標であり<sup>10)</sup>、TMT 遂行中には前頭連合野<sup>11-13)</sup>、つまりDT遂行に必要とされる領域と同じ部位が活動することが明らかとなっている<sup>6)</sup>。このことから、注意機能がDT条件下での動作能力に影響している可能性は高いと考えられた。

そこで、本研究の目的は、DT条件下での歩行時間に

注意機能が関与しているのかを検討することとした。

## II. 対象と方法

### 1. 対象

対象は、要支援、要介護状態にない地域在住の高齢者161名(年齢; 73.3±5.7歳)である。認知機能の指標であるmini mental state examination (MMSE)<sup>14)</sup>は27.7±2.7(20-30)点であった。なお、全例とも独歩または杖歩行が可能であり、歩行器やシルバーカーを使用している者は除外した。また、後述する課題(serial-1s; 100から順次1を引く暗算)が坐位でも実施困難であった者は除外した。対象者には十分なインフォームドコンセントを行い署名にて同意を得た。

### 2. 方法

歩行測定は幅4mの廊下で行った。開始地点から10m先の終了地点までの自由歩行を指示し、その中央5mの時間をデジタルストップウォッチにより測定した。これを、課題を与えない自由歩行(single-task歩行; ST歩行)、および歩行(主課題)を行いながらもう一つの課題(第2課題)を遂行するという二重課題条件下歩行(dual-task歩行; DT歩行)の2条件で行った。ST歩行とDT歩行の順序は、サイコロによってランダムに決定し、奇数の場合にはST歩行を最初に、偶数の場合にはDT歩行を最初に測定した。なお、ST歩行は2回、DT歩行は1回の測定を行い、ST歩行は平均値を採用した。DT歩行は課題に対する学習効果が認められる可能性が考えられたことから、1回のみの測定とした。

また、ST歩行からDT歩行における変化量を以下の式により算出した。

$$D歩行時間 = DT歩行時間 - ST歩行時間$$

歩行を行いながら与えた課題は、100から1を順次引く暗算である(serial-1s)。この課題は難易度が比較的 low、認知機能が低下している高齢者であっても解答可能と考えられた。全例とも、DT歩行の測定前に練習として坐位で30から開始するserial-1sを行った<sup>15)</sup>。なお、DT歩行の際には、開始地点から終了地点まで快適速度での自由歩行を行いながら立ち止まることなくserial-1sを続けることを指示し、誤解答が3回以上あった場合や立ち止まってしまった場合には10分以上の間隔を空けて再測定した。なお、serial-1sは注意を歩行以外の対象へ向けさせるための課題であるため、課題の正確性はそれほど重要ではない。しかしながら、3回以上の誤回答がある場合には、注意をserial-1sに向けられているのかを判

断することが困難となるため、再度測定を行うこととした。

注意機能測定には trail making test part A (TMT-A) を用いた。注意機能測定としての TMT-A は、信頼性、妥当性ともに報告されている<sup>10,16)</sup>。1 から 25 までの数字が A4 用紙上にランダムに配置されており、数字の小さい方から順に線で結んでいき、結び終えるまでに要した時間をデジタルストップウォッチにて計測した。なお、60 歳から 85 歳までの健常な日本人高齢者における TMT-A の平均値は  $52.6 \pm 17.4$  (25–110) 秒であることが報告されている<sup>17)</sup>。また、認知機能検査である MMSE は 30 点満点で構成されており、カットオフポイント 23/24 点によって認知症をスクリーニングすることが可能である<sup>14)</sup>。

単変量解析として、DT 歩行時間、 $\Delta$  歩行時間と年齢、ST 歩行時間、MMSE、TMT-A との関係を Spearman の相関係数により検討した。次に多変量解析として、DT 歩行時間、 $\Delta$  歩行時間を従属変数に、年齢、ST 歩行時間、MMSE、TMT-A を独立変数に投入した重回帰分析（強制投入法）を行った。いずれの検定も有意水準は 5 % 以下とした。検定には統計解析ソフト (SPSS 11.0J, SPSS Japan) を用いた。

### III. 結 果

ST 歩行時間は  $3.2 \pm 0.9$  秒、DT 歩行時間は  $4.2 \pm 1.1$  秒、そして  $\Delta$  歩行時間は  $1.0 \pm 0.7$  秒であった。なお、TMT-A は  $69.3 \pm 40.3$  秒であった (表 1)。

DT 歩行時間は、年齢、ST 歩行時間、MMSE、TMT-A と有意な相関関係にあり ( $p < 0.05$ )、 $\Delta$  歩行時間では、MMSE、TMT-A と有意な相関関係にあった ( $p < 0.05$ ) (図 1, 表 2)。

DT 歩行時間を従属変数に投入した重回帰分析で、有意な関連要因として抽出された因子は、ST 歩行時間、TMT-A、MMSE であった ( $p < 0.05$ )。同様に  $\Delta$  歩行時間を従属変数に投入した重回帰分析では、TMT-A、MMSE が

有意な関連要因として抽出された ( $p < 0.05$ ) (表 3)。

### IV. 考 察

要支援、要介護状態にない高齢者を対象とした本研究では、DT 歩行に注意機能、認知機能が関与していることが示唆された。DT 歩行時間には、ST 歩行時間、TMT-A、MMSE が関与していたが、 $\Delta$  歩行時間には ST 歩行時間は関与しておらず、TMT-A、MMSE の関与が認められた。 $\Delta$  歩行時間は、DT 歩行時間から ST 歩行時間の影響を取り除いたものであり、先行研究にて、転倒との関係が認められている<sup>8)</sup>。本研究結果では、注意機能および認知機能が低いほど、 $\Delta$  歩行時間は大きくなることが示唆された。

TMT-A 施行中の脳機能イメージング研究では、Weber らは functional near-infrared spectroscopy; (fNIRS) を用いて、両側の前頭連合野の活動が得られたことを報告した<sup>13)</sup>。また trail making test part B の結果ではあるが、Moll らが機能的磁器共鳴装置 (functional magnetic resonance imaging; fMRI) を用いて、前頭連合野背外側部の活動が得られたことを報告した<sup>11)</sup>。さらに、“Wisconsin Card Sorting” や “No-NoGo task” 施行中の脳活動と非常に類似した部位の活動が得られたことから、TMT にはこれらと同様に前頭連合野機能が求められることが明らかとなっている<sup>11)</sup>。

表 1 対象者の全データ

	平均値	標準偏差	最小値 – 最大値
年齢 (歳)	73.3	5.7	65–93
ST 歩行時間 (秒)	3.2	0.9	1.9–7.4
DT 歩行時間 (秒)	4.2	1.1	2.4–8.2
$\Delta$ 歩行時間 (秒)	1.0	0.7	0–3.2
MMSE (点)	27.7	2.7	20–30
TMT-A (秒)	69.3	40.3	22–300

表 2 DT 歩行時間と  $\Delta$  歩行時間における他の因子との相関係数

	年齢	ST 歩行時間	DT 歩行時間	$\Delta$ 歩行時間	MMSE	TMT-A
年齢	r 値	0.402 **	0.360 **	0.091	–0.194 *	0.391 **
ST 歩行時間	r 値	0.402 **	0.729 **	0.017	–0.175 *	0.423 **
DT 歩行時間	r 値	0.360 **	0.729 **	0.651 **	–0.288 **	0.466 **
$\Delta$ 歩行時間	r 値	0.091	0.017	0.651 **	–0.263 **	0.246 **
MMSE	r 値	–0.194 *	–0.175 *	–0.288 **	–0.263 **	–0.396 **
TMT-A	r 値	0.391 **	0.423 **	0.466 **	0.246 **	–0.396 **

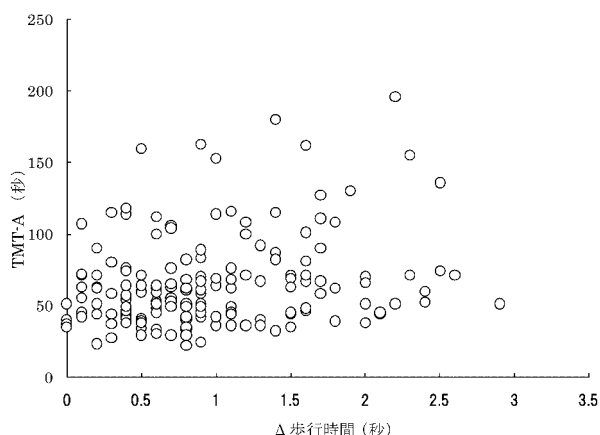


図1 Δ 歩行時間とTMT-Aの散布図

このようにTMTには、前頭葉を中心とした注意機能が動員されることが明らかとなっている。DT条件下での課題遂行中にも前頭葉の背外側部が賦活することが知られており、同部位には注意資源があることが明らかとなっている<sup>6)</sup>。日常生活では多くの対象物があり、その時々において必要な対象に必要なだけの注意を向ける必要がある。前頭連合野は、限りある注意資源の中で各対象への注意量をコントロールしている<sup>6)</sup>。DT歩行では、日常生活における注意量のコントロールを実験的に操作しており、限られた注意資源の中で歩行に向けた注意量と計算課題に向けた注意量を調整する必要がある。仮に、歩行能力が低下している場合や歩行に不安を抱えている場合には、歩行に対する注意量は増大することが想定される。このような状態で、計算課題への注意を強

制させると、歩行への注意量が減少するため、歩行速度の低下として現れることになる。また先行研究によると、DT歩行では歩行速度が低下するだけでなく、安定性の低下や不規則なリズムとなることが報告されている<sup>3)</sup>。つまり、快適歩行の継続に必要な注意量に満たなければ、歩行速度の低下だけでなく、姿勢制御機能も低下することとなり、このことが転倒のリスクファクターになると考えられる。

過去に行われた転倒関連の研究結果を踏まえると、高齢者における転倒の要因は様々で、特に高齢者の運動機能、認知機能、注意機能などの程度によって、その要因は異なるものと考えられる。高齢者のレベル別にみた転倒リスク評価を実施することは非常に重要であり、高齢者の機能分類を行い、それに応じたリスクファクターの同定を行うことは我々に与えられた重要な検討課題の一つである。本研究結果より、要支援や要介護状態に至らない高齢者では、注意機能や認知機能を向上させることでDT条件下での歩行能力を向上できる可能性が示唆された。認知機能向上トレーニングとしては、Kawashimaらが提唱している学習療法が有名であり、簡単な読み書き計算を行うことで前頭連合野の賦活が得られ、脳の可塑的变化を促すことで認知機能向上の効果があると報告している<sup>18)</sup>。なお、注意機能に関しても、認知機能と同様に前頭連合野の機能であり、注意が求められる課題を継続して行うことで、その機能改善に至る可能性は高い。

我々は以前、要介護、要支援状態にある高齢者を対象に、姿勢制御訓練を行いながら文章の音読や簡単な計算課題に答えるといったDT条件下でのバランストレーニングを実施し、このことで転倒予防効果が得られること

表3 重回帰分析の結果

従属変数	独立変数	$\beta$ 標準化回帰係数	p 値	偏相関係数	数許容度
DT 歩行時間	年齢	0.025	>0.05	0.040	0.758
	ST 歩行時間	0.722	<0.01	0.756	0.777
	MMSE	-0.104	<0.05	-0.160	0.741
	TMT-A	0.150	<0.01	0.221	0.692
	R <sup>2</sup>	0.696		<0.01	
Δ 歩行時間	年齢 0.043	>0.05	0.040	0.758	
	ST 歩行時間	-0.090	>0.05	-0.084	0.776
	MMSE	-0.175	<0.05	-0.150	0.741
	TMT-A	0.254	<0.01	0.211	0.691
	R <sup>2</sup>	0.135	<0.01		

を報告した<sup>9)</sup>。この中でバランストレーニングのみ実施した群では運動機能向上の効果は認められるものの、実際に転倒を予防することは出来なかったという結果を考慮すれば、運動機能以外の何かが転倒に関与している可能性は高い。また、要介護、要支援状態にある高齢者では、著しい運動機能低下が認められるが、今回の対象のように要支援にも至らない高齢者では、運動機能は比較的維持されているため、それら以外の注意や認知機能を高める方が、より合理的な転倒予防を実施できると思われる。認知機能訓練や注意機能訓練を実施し、それらの機能を高めることでDT条件下での歩行能力を向上させ、最終的に転倒予防につなげていくことが今後の課題である。また、特定高齢者やその他の要支援にも至らないような高齢者の転倒を予防することは、介護予防の観点からも重要であり、今後はこれらのレベルの高齢者を対象とした転倒予防に尽力を注いでいく必要があると考えている。

#### 引用文献

- 1) Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y: "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet*, 1997, **349**: 617.
- 2) Beauchet O, Dubost V, Gonthier R, et al.: Dual-task-related gait changes in transitionally frail older adults: the type of the walking-associated cognitive task matters. *Gerontology*, 2005; **51**: 48-52.
- 3) Hollman JH, Kovash FM, Kubik JJ, et al.: Age-related difference in stride-to-stride variability during dual task walking: a pilot study. *J Geriatric Physical Therapy*, 2004, **27**: 83-87.
- 4) Schrodt LA, Mercer VS, Giuliani CA, et al.: Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task condition. *Gait Posture*, 2004, **19**: 279-287.
- 5) Woolacott M, Shumway-Cook A: Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, 2002; **16**: 1-14.
- 6) Baddeley AD: Working memory. *Science*, 1992, **255**: 556-559.
- 7) Koechlin E, Basso G, Pietrini P, et al.: The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*, 1999, **399**: 148-151.
- 8) 山田 実, 上原稔章: 二重課題条件下での歩行時間は転倒の予測因子となりうる一地域在住高齢者を対象とした前向き研究. *理学療法科学*, 2007, **22**: 505-509.
- 9) 山田 実, 上原稔章, 浅井 剛・他: Dual-task balance trainingには転倒予防効果があるのか?—地域在住高齢者における検討—. *理学療法ジャーナル* (印刷中)
- 10) Tombaugh TN: Trail making test A and B: normative data stratified by age and education. *Arch Clin Neuropsychol*, 2004, **19**: 203-214.
- 11) Moll J, de Oliver-Souza R, Moll FT, et al.: The cerebral correlates of set-shifting: an fMRI study of the trail making test. *Arq Neuropsiquiatr*, 2002, **60**: 900-905.
- 12) Stuss DT, Bisschop SM, Alexander MP, et al.: The trail making test: a study in focal lesion patients. *Psychol Assess*, 2001, **13**: 230-239.
- 13) Weber P, Lutschg J, Fahnstich H: Attention-induced frontal brain activation measured by near-infrared spectroscopy. *Pediatr Neurol*, 2004, **31**: 96-100.
- 14) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR: "Mini-Mental State": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 1975, **12**: 189-198.
- 15) Voelcker-Rehage C, Albers JL: Effect of motor practice on dual-task performance in older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 2007, **62**: 141-148.
- 16) Heilbronner RL, Henry GK, Buck P, et al.: Lateralized brain damage and performance on trail making A and B, Digit Span Forward and Backward, and TPT Memory and Location. *Arch Clin Neuropsychol*, 1991, **6**: 251-258.
- 17) 原田浩美, 能登谷晶子, 中西雅夫・他: 健康高齢者における神経心理学検査の測定値—年齢・教育年数の影響—. *高次脳機能研究*, 2006, **26**: 16-24.
- 18) Kawashima R, Okita K, Yamazaki R, et al.: Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, **60A**: 380-384.