

表2 ベースライン時の対象者の属性

	全例 (n = 175)	男性 (n = 62)	女性 (n = 113)
年齢 [歳]	81.4 ± 6.4	80.1 ± 6.5	82.1 ± 6.2
要介護度 [人 (%)]			
要介護1	90 (51.4)	31 (50.0)	59 (52.2)
要介護2	48 (27.4)	13 (21.0)	35 (31.0)
要介護3	30 (17.1)	14 (22.6)	16 (14.2)
要介護4	7 (4.0)	4 (6.5)	3 (2.7)
握力 [kg]	16.9 ± 7.3	21.8 ± 7.5	14.2 ± 5.7
CST-5 [秒]	13.6 ± 5.8	13.4 ± 4.2	13.7 ± 6.5
片足立ち [秒]	7.5 ± 10.8	6.3 ± 9.9	8.2 ± 11.3
歩行速度 [m/秒]	0.7 ± 0.3	0.8 ± 0.3	0.7 ± 0.2
TUG [秒]	15.5 ± 5.7	15.2 ± 5.3	15.7 ± 5.9
MSQ [点]	4 (0.8), 3.7 ± 2.6	3 (0.8), 3.2 ± 2.8	4 (0.8), 3.9 ± 2.5

年齢・運動機能検査値は、平均値±標準偏差を表示

要介護度は、人数 (%) を表示

MSQ は、中央値 (最小-最大)、平均値±標準偏差を表示

乗、トイレ移乗、浴槽移乗、移動、階段) のカテゴリが含まれ、動作の自立度と介助量から1~7点で評価する。本研究においては、6ヵ月後に各カテゴリ内の1指標でもベースライン時と比較し得点低下を認めた対象者を、各カテゴリにおける低下群とし、それ以外の対象者は維持向上群とした。

運動機能検査は、握力、5回椅子立ち座り (chair stand test-5 times: CST-5)¹⁴⁾、開眼片足立ち、歩行速度、timed "up & go" test (TUG)¹⁵⁾ をベースライン時に測定した。握力測定はスメドレー式握力計を用いて、利き手もしくは非麻痺側の最大握力を立位にて1回計測した。ただし立位が不安定な者に対しては、座位にて行った。CST-5は下肢筋力を反映する指標として用いられ¹⁴⁾、できるだけ速く5回の立ち座りに要する時間を2回計測し、速い値を代表値とした。開眼片足立ちは、50 cm 先に固視点を設け、立ちやすい方の足でできるだけ長く立っている時間を2回計測し、高い値を代表値とした。歩行速度は、6 m 間の歩行路を楽な速さで歩いたときの時間を計測した。歩行路の両端には3 m の予備路を設けて計測を実施し、歩行速度を算出した。TUGは椅子座位から3 m 前方のボールを回って着座するまでの時間をストップウォッチにて計測した。歩く速さは原法と同じ楽な速さとした¹⁵⁾。なお、計測は1回とし、日常生活において歩行補助具を使用している者にはその使用を許可した。

なおこれらの評価は、各通所施設に従事するケアスタッフが、理学療法士による研修を受け、トレーニングを積んだ上で行った。FIMに関しては、担当者が明確に得点化できなかった場合には、他のケアスタッフと協議の上得点を決定した。本研究における研究内容はヘル

シンキ宣言を順守して企画され、倫理的配慮は東京都健康長寿医療センター倫理審査委員会の承認を受け (承認番号17, 2009年6月9日修正承認)、対象者に同意を得た後に実施した。

3. 統計処理方法

各ADLカテゴリにおける低下群と維持向上群間のベースライン時の各変数の比較をするために、Mann-WhitneyのU検定 (ADL13項目、MSQ)、対応のないt検定 (年齢、握力、CST-5、片足立ち、歩行速度、TUG)、 χ^2 乗検定 (性、要介護度 (重度: 要介護3~5/軽度: 要支援1~要介護2)) を用いた。さらに運動機能検査値がADL低下に対する独立した危険因子であるかを明らかとするために、各ADLカテゴリにおいて6ヵ月後のADL変化の有無を従属変数としたロジスティック回帰分析を実施した。独立変数には運動機能検査値とともに、年齢、性別、要介護度 (重度: 要介護3~5/軽度: 要支援1~要介護2)、認知機能 (MSQの誤答数3つ以上 (中等度以上の認知機能障害¹⁶⁾) / 3つ未満の誤答) のうち、ベースライン時に2群間で有意差のみられた項目を補正因子として投入し、ADL低下に対するオッズ比を求めた。統計解析はPASW Statistics 18を用いて行い、危険率は5%未満とした。

結 果

ベースラインから6ヵ月後の各ADLカテゴリにおける低下群の割合は、セルフケア42.9%、排泄コントロール13.1%、移乗移動32.0%であった。ADL13項目別にみると、セルフケアの食事では3.4%、整容28.6%、清拭14.9%、更衣上12.0%、更衣下12.6%、トイレ動作

で8.6%の対象者が6ヵ月の間にADLが低下した。排泄コントロールでは、排尿が12.0%、排便において8.0%の対象者が低下し、移乗移動では、移乗12.6%、トイレ移乗9.7%、浴槽移乗11.4%、移動では23.4%、階段は20.0%の対象者において低下が認められた。

各カテゴリーにおける低下群と維持向上群間のベースライン時のADL13項目を比較したところ、セルフケアにおいて清拭、更衣上、更衣下、トイレ動作に有意差が認められた。清拭は低下群中央値5(最小値2-最大値7)点(以下、中央値、最小値、最大値省略)、平均値5.3(標準偏差1.3)点(以下、平均値、標準偏差省略)、維持向上群7(1-7)点、6.4 ± 1.3点(p < 0.05)、更衣上は低下群6(2-7)点、5.9 ± 1.3点、維持向上群7(1-7)点、6.4 ± 1.1点(p < 0.05)、更衣下は低下群6(1-7)点、5.8 ± 1.4点、維持向上群7(1-7)点、6.4 ± 1.3点(p < 0.05)、トイレ動作は低下群7(1-7)点、6.2 ± 1.3点、維持向上群7(1-7)点、6.6 ± 1.2点(p < 0.05)であり、それぞれADL低下群で有意な低下が認められた。排泄コントロール、移乗移動においては有意差が認められなかった(表3)。

6ヵ月後のADL低下群と維持向上群間におけるベースライン時の基本属性、運動機能検査値、MSQの比較では、セルフケアにおいては片足立ち、TUG、MSQにおいて有意差が認められた。片足立ちは低下群5.2 ± 7.2秒、維持向上群9.2 ± 12.7秒(p < 0.05)、TUGは低下群16.5 ± 5.6秒、維持向上群14.8 ± 5.6秒(p < 0.05)、

MSQは低下群5(0-8)点、4.2 ± 2.6点、維持向上群3(0-8)点、3.3 ± 2.6点(p < 0.05)であり、ADL低下群に有意な低下が認められた。排泄コントロールにおいては要介護度、MSQに有意差が認められた。要介護度の軽度は低下群9.4%、維持向上群90.6%、重度は低下群27.0%、維持向上群73.0%(p < 0.05)で要介護度の重度の方が低下群の割合が高かった。MSQでは低下群4(0-8)点、4.1 ± 2.5点、維持向上群4(0-8)点、3.6 ± 2.6点(p < 0.05)で、ADL低下群に有意な低下が認められた。移乗移動においては、片足立ちとTUGにおいて有意差が認められた。片足立ちは低下群5.1 ± 7.6秒、維持向上群8.7 ± 11.9秒(p < 0.05)、TUGは低下群17.5 ± 6.8秒、維持向上群14.6 ± 4.8秒(p < 0.01)であり、ADL低下群に有意な低下が認められた(表4)。

多重ロジスティック回帰分析においては、セルフケアは独立変数に認知機能と各運動機能検査値を、排泄コントロールには要介護度、認知機能、運動検査値を、移乗移動には運動機能検査値を投入し関連を確認したところ、移乗移動の低下とTUGが有意な関連を認め、オッズ比は1.11(95%信頼区間:1.02-1.20, p < 0.05)であった(表5)。

考 察

ADLはひとりの人間が独立して生活するために行う基本的な、しかも各人ともに毎日繰り返される一連の身体動作群をいい¹⁷⁾、複数の運動機能が統合されて発揮

表3 ベースライン時ADLにおける6ヵ月後ADL低下群・維持向上群の比較

	全例 (n = 175)	低下群 (n = 75)	維持向上群 (n = 100)
セルフケア [点]			
食事	7(1-7), 6.7 ± 0.9	7(1-7), 6.6 ± 1.0	7(1-7), 6.8 ± 0.9
整容	7(1-7), 6.4 ± 1.2	7(3-7), 6.4 ± 1.0	7(1-7), 6.4 ± 1.3
清拭	7(1-7), 5.9 ± 1.4	5(2-7), 5.3 ± 1.3	7(1-7), 6.4 ± 1.3*
更衣上	7(1-7), 6.2 ± 1.3	6(2-7), 5.9 ± 1.3	7(1-7), 6.4 ± 1.1*
更衣下	7(1-7), 6.4 ± 1.4	6(1-7), 5.8 ± 1.4	7(1-7), 6.4 ± 1.3*
トイレ動作	7(1-7), 6.4 ± 1.3	7(1-7), 6.2 ± 1.3	7(1-7), 6.6 ± 1.2*
排泄コントロール [点]	(n = 175)	(n = 23)	(n = 152)
排尿	7(1-7), 6.4 ± 1.4	7(2-7), 6.0 ± 1.7	7(1-7), 6.4 ± 1.4
排便	7(1-7), 6.6 ± 0.9	7(4-7), 6.4 ± 1.1	7(1-7), 6.6 ± 0.9
移乗移動 [点]	(n = 175)	(n = 56)	(n = 119)
移乗	7(3-7), 6.3 ± 0.9	7(3-7), 6.3 ± 1.0	7(3-7), 6.4 ± 0.9
トイレ移乗	7(3-7), 6.5 ± 0.7	7(4-7), 6.4 ± 0.8	7(3-7), 6.5 ± 0.7
浴槽移乗	6(1-7), 6.0 ± 1.0	6(4-7), 6.0 ± 0.8	6(1-7), 6.1 ± 1.1
移動	7(2-7), 6.3 ± 1.1	7(3-7), 6.1 ± 1.1	7(2-7), 6.3 ± 1.0
階段	6(1-7), 5.7 ± 1.6	7(1-7), 5.6 ± 1.5	7(1-7), 5.8 ± 1.8

* : p < 0.05
中央値(最小値-最大値)、平均値 ± 標準偏差を表示

表4 ベースライン時における6ヵ月後ADL低下群・維持向上群の比較

	セルフケア		排泄コントロール		移乗移動	
	低下群 (n = 75)	維持向上群 (n = 100)	低下群 (n = 23)	維持向上群 (n = 152)	低下群 (n = 56)	維持向上群 (n = 119)
年齢 [歳]	81.7 ± 6.6	81.2 ± 6.3	81.4 ± 6.5	81.4 ± 6.4	81.5 ± 6.2	81.4 ± 6.5
性 [人 (%)] 男性	30 (48.4)	32 (51.6)	10 (16.1)	52 (83.9)	21 (33.9)	41 (66.1)
女性	45 (39.8)	68 (60.2)	13 (11.5)	100 (88.5)	35 (31.0)	78 (69.0)
要介護度 軽度	54 (39.1)	84 (60.9)	13 (9.4)	125 (90.6)*	41 (29.7)	97 (70.3)
[人 (%)] 重度	21 (56.8)	16 (43.2)	10 (27.0)	27 (73.0)	15 (40.5)	22 (59.5)
握力 [kg]	16.3 ± 7.7	17.3 ± 7.1	16.3 ± 7.3	17.0 ± 7.4	16.1 ± 7.4	17.3 ± 7.3
CST-5 [秒]	14.1 ± 6.4	13.1 ± 5.2	14.4 ± 4.2	13.4 ± 6.0	13.7 ± 4.6	13.5 ± 6.3
片足立ち [秒]	5.2 ± 7.2	9.2 ± 12.7*	4.5 ± 4.8	8.0 ± 11.4	5.1 ± 7.6	8.7 ± 11.9*
歩行速度 [m/秒]	0.7 ± 0.2	0.8 ± 0.3	0.7 ± 0.2	0.8 ± 0.3	0.7 ± 0.3	0.8 ± 0.2
TUG [秒]	16.5 ± 5.6	14.8 ± 5.6*	17.2 ± 5.4	15.3 ± 5.7	17.5 ± 6.8	14.6 ± 4.8**
MSQ [点]	5(0-8), 4.2 ± 2.6	3(0-8), 3.3 ± 2.6*	4(0-8), 4.1 ± 2.5	4(0-8), 3.6 ± 2.6*	5(0-8), 4.0 ± 2.7	3(0-8), 3.5 ± 2.6

*: p < 0.05 ** : p < 0.01

年齢・運動機能検査値は、平均値 ± 標準偏差を表示

性・要介護度は、人数 (%) を表示

MSQ は、中央値 (最小-最大)、平均値 ± 標準偏差を表示

表5 要因相互の影響を考慮した場合のADL変化と各要因の関係

	セルフケア		排泄コントロール		移乗移動	
	オッズ比	95%信頼区間	オッズ比	95%信頼区間	オッズ比	95%信頼区間
握力 [kg]	0.99	0.95-1.04	1.00	0.93-1.07	0.99	0.94-1.04
CST-5 [秒]	1.01	0.95-1.07	1.02	0.94-1.10	0.97	0.91-1.03
片足立ち [秒]	0.96	0.93-1.00	0.97	0.91-1.04	0.97	0.93-1.01
歩行速度 [m/秒]	1.02	0.21-4.99	0.30	0.02-3.82	1.54	0.28-8.56
TUG [秒]	1.03	0.96-1.11	0.99	0.89-1.09	1.11*	1.02-1.20

*: p < 0.05

された帰結として各動作が成り立っているといえる。そのため、ADL低下を防ぐための効果的かつ効率的な理学療法の計画を立案するためには、各種ADL低下と密接に関連する運動機能を明らかにすることが重要である。

本研究の対象である要介護高齢者は、わずか6ヵ月間でセルフケアが42.9%、排泄コントロールが13.1%、移乗移動では32.0%の者がFIMの値において低下を認め、特にセルフケアにおける低下者の割合が高かった。これはセルフケアが6つの項目を含み、さらにセルフケアに含まれる整容の評価は「口腔ケア、整髪、洗顔、手洗い、ひげ剃りまたは化粧」といった5つの項目を含むため、項目数が多いことにより低下する確率が高まるといった検査内容の特徴が結果に影響を及ぼしたものと考えられた。実際、整容の低下群の割合は28.6%であり、ADL13項目の中でもっとも高い割合を示した。地域在住の健常高齢者を対象として、3段階の評価指標でADLの縦断調査を行った先行研究では、ADL低下率は1年で2.5%程度であったと報告³⁾されている。評価方法が異なる

とはいえ、健常高齢者より要介護高齢者ではADL低下の発生率が高いことが明らかとなった。

ADL低下群と維持向上群間におけるベースライン時の運動機能を比較した結果、セルフケアと移乗移動において、低下群の片足立ちとTUGが有意に低値を示した。セルフケアにおいて片足立ち、TUGによって測定された移動能力に有意差を認めたのは、下半身の更衣動作やトイレ動作では、動作中の転倒を起こさないために立位でのバランス能力が要求されること、さらにセルフケアを行うには必ず移動が必要となることが反映されていたものと考えられた。これは、移乗移動においても片足立ちとTUGが低値を認めたことから妥当な結果であると考えられた。

運動機能検査値がADL低下に対する独立した危険因子であるかを明らかとするために実施した多重ロジスティック回帰分析では、ベースライン時のADL低下群と維持向上群間で有意差の認められた認知機能をセルフケアと排泄コントロールに、要介護度を排泄コントロールに補正因子として投入し実施した。その結果、移乗移

動の低下とTUGが有意な関連を認めた。TUGは下肢筋力、バランス、歩行能力、日常生活機能との関連が高く、検査の信頼性、妥当性が確認されている¹⁵⁾¹⁸⁾。また、転倒予測の検査としても用いることが可能¹⁹⁾であり、大規模調査による標準値も明らかとされ¹⁸⁾、介護予防事業における介入効果を確認するための検査²⁰⁻²²⁾としても広く用いられている。本研究においても、TUGと移乗移動の低下とが関連し、先行研究を支持する結果となった。一方、歩行速度とADL低下の関係は認められなかった。これは、単に歩くよりも立ち上がりや回転動作を含んだ応用的な課題遂行能力を要求するTUGの方がADLの課題に近く、その自立度と密接に関連したものと考えられた。一方、セルフケアや排泄コントロールでは運動機能検査との有意な関係が認められなかった。これは、今回の研究で調査できなかったADL低下に関与する他の因子の影響が及んでいた可能性がある。たとえばStuckらによるADLの関連因子を検討したレビューによると、うつ、飲酒、認知機能、併存疾病、転倒、運動機能、服薬、栄養、身体活動、主観的健康感、喫煙、社会的活動、視覚がADL障害を起こす要因とされている²³⁾。本研究においては認知機能についてMSQを用い見当識や記憶等の簡便な調査を実施し、ベースライン時のADL低下群と維持向上群間では有意差を認めている。認知機能はADL低下に関する強い因子のひとつであり、認知機能の低下した高齢者のセルフケアや排泄コントロールの低下をスクリーニングするためには、より詳細な認知機能の評価を行う必要があると考えられた。

本研究では疾患情報がなく、その状態を調整していないため、結果に影響している可能性がある。通所介護サービスにおいて、医療機関からの情報が乏しく正確な疾患名を得ることが困難な状況であり、また対象者からの自己報告による疾患名の調査をしたとしても、必ずしも疾患に関する理解や記憶の想起が十分に保たれているとは言い難い状況であったため情報の入手が難しかった。対象者の属性や疾患に基づく分析は重要であるので、今後は疾患名を正確に聴取できる方法を検討していかなければならない。

結 論

要介護高齢者において、TUGは6ヵ月後の移乗移動能力の低下と有意な関係を示した。移乗移動能力低下の予測のためにTUGの評価は有益であると考えられた。TUGを用いて高齢者のADL低下の危険性を早期に把握し、適切な理学療法や介護保険サービスにつなげることが重要であると考えられた。一方、セルフケアと排泄コントロールの低下については運動機能検査値のみでの予測ではなく、他の因子を加えた検討が必

要と考えられた。

文 献

- 1) Guralnik JM, Ferrucci L, *et al.*: Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med.* 1995; 332: 556-561.
- 2) Gill TM, Williams CS, *et al.*: Assessing risk for the onset of functional dependence among older adults: the role of physical performance. *J Am Geriatr Soc.* 1995; 43: 603-609.
- 3) Guralnik JM, Ferrucci L, *et al.*: Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000; 55: M221-M231.
- 4) Furuta T, Nagasaki H, *et al.*: Longitudinal change in the physical performance of older adults in the community. *J Jpn Phys Ther Assoc.* 1999; 1: 1-5.
- 5) Shinkai S, Watanabe S, *et al.*: Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing.* 2000; 29: 441-446.
- 6) Fried LP, Bandeen-Roche K, *et al.*: Preclinical mobility disability predicts incident mobility disability in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000; 55: M43-M52.
- 7) Jongbloed L: Prediction of function after stroke: a critical review. *Stroke.* 1986; 17: 765-776.
- 8) Wade DT, Hewer RL: Functional abilities after stroke: measurement, natural history and prognosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1987; 50: 177-182.
- 9) Buttar A, Blaum C, *et al.*: Clinical characteristics and six-month outcomes of nursing home residents with low activities of daily living dependency. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001; 56: M292-M297.
- 10) 鈴木育子, 柳久子, 他: 在宅要介護高齢者の日常生活動作能力維持に有効な介護サービスとは Functional Independence Measure (FIM) を用いた縦断的調査. *日公衛誌.* 2007; 54: 81-96.
- 11) Shimada H, Uchiyama Y, *et al.*: Specific effects of balance and gait exercises on physical function among the frail elderly. *Clin Rehabil.* 2003; 17: 472-479.
- 12) 葛谷文男, 下方浩史: 老化に関する縦断的研究マニュアル. 診断と治療社, 東京, 1996, p168.
- 13) 千野直一, 里宇明元, 他: 脳卒中患者の機能評価 SIAS と FIM の実際. シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京, 2004, pp52-85.
- 14) Csuka M, McCarty DJ: Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med.* 1985; 78: 77-81.
- 15) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39: 142-148.
- 16) Kahn R, Goldfarb A, *et al.*: Brief objective measures for the determination of mental status in the aged. *Am J Psychiatry.* 1960; 117: 326-328.
- 17) 土屋弘吉, 今田拓, 他: 日常生活活動(動作)一評価と訓練の実際—(第3版). 医歯薬出版, 東京, 2001, p1.
- 18) 島田裕之, 鈴木隆雄, 他: 高齢者を対象とした地域保健活動における Timed Up & Go Test の有用性. *理学療法学.* 2006; 33: 105-111.
- 19) Shimada H, Suzukawa M, *et al.*: Which neuromuscular or cognitive test is the optimal screening tool to predict falls in frail community-dwelling older people? *Gerontology.* 2009; 55: 532-538.
- 20) 郭輝, 牛凱軍, 他: 太極拳およびカンフー体操を取

- り入れた転倒予防トレーニングの体力低下高齢者の体力に及ぼす効果の検証 従来型転倒予防トレーニングとの比較. 体力科学. 2007; 56: 241-256.
- 21) 大淵修一, 小島基永, 他: 地域在住高齢者を対象とした転倒刺激付きトレッドミルトレーニングのバランス機能改善効果 無作為化比較対照試験. 日老医誌. 2004; 41: 321-327.
- 22) 横川吉晴, 甲斐一郎, 他: 農学部後期高齢者における転倒と関連する身体機能の低下を遅延するための介入研究. 日本老年医学会雑誌. 2003; 40: 47-52.
- 23) Stuck AE, Walthert JM, *et al.*: Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. Soc Sci Med. 1999; 48: 445-469.

〈Abstract〉

The Relationship between Physical Performances and ADLs Decline During 6 Months in Frail Elderly People Utilizing Long-term Care Insurance

Megumi SUZUKAWA, RPT, MSc, Takao SUZUKI, MD, PhD
Graduate School of Tokyo Metropolitan University

Megumi SUZUKAWA, RPT, MSc, Kumiko KOBAYASHI
Tsukui Corporation

Megumi SUZUKAWA, RPT, MSc
Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

Hiroyuki SHIMADA, RPT, PhD, Takao SUZUKI, MD, PhD
National Center for Geriatrics and Gerontology

Shuichiro WATANABE, MD, PhD
Graduate School of Gerontology, J. F. Oberlin University

Purpose: The purpose of this study was to examine the relationship between physical performances and activities of daily living (ADL) decline during the 6 months in the elderly people who were certified in Japanese long-term care insurance.

Methods: The participants were 175 (mean age 81.4 ± 6.4 years) elderly people who were utilized day-care services. The measurements of physical performance were the grip strength, chair stand test-5times, one-leg standing with eyes-open, walking speed, and timed "up & go" test. The 13 motor subscales of functional independence measure (FIM) were used to assess ADLs and classified into following three categories; self-care, sphincter control, and transfer/locomotion functions. The participants were divided into two groups; the ADL declining group who are decreased 1 item of each ADL classification at least and the ADL maintaining group who maintains or improves the ADLs during 6 month-period. Multiple logistic regression analyses were used to examine the relation between the declines and the physical performances at baseline.

Results: The multiple logistic regression model revealed that the timed "up & go" test was significantly associated with the decline in the ADL subcategory of transfer/locomotion function (OR; 1.11, 95% CI; 1.02-1.20, $p < 0.05$).

Conclusions: The results suggested that the timed "up & go" test was useful to predict the functional decline of transfer/locomotion in the elderly people. Further research included multidimensional factors is needed to identify the predictor of self-care and sphincter control functions.

地域在住の女性後期高齢者における 血中ビタミンD濃度と転倒発生に関する縦断研究

鈴木隆雄¹⁾ 島田裕之¹⁾ 清水容子²⁾
金 憲経²⁾ 吉田英世²⁾

はじめに

一般に、加齢とともに皮膚でのビタミンD産生能は低下し¹⁾、血中ビタミンD濃度は低下する。われわれの先行研究²⁾でも、65歳以上の地域在宅女性で年齢とともに血清25(OH)D濃度が低下していた。血中ビタミンDの不足は、骨量減少を助長し、骨粗鬆症の進行およびそれに伴う大腿骨頸部骨折の受傷可能性を増大させる重要な原因と考えられる。同時にわれわれの先に行った65歳以上の地域在宅高齢者2,957名の横断研究では、血清25(OH)D濃度が低い群で運動機能、特に筋力、バランス能力、および歩行速度が有意に低く、転倒と有意に関連していたと報告した²⁾。

本研究では、女性の地域在宅高齢者、中でも虚弱あるいは要介護状態に至る割合の高い75歳以上の後期高齢者を対象として、血中ビタミンD濃度として血清25(OH)D濃度を測定し、血清25(OH)D濃度と転倒発生との関連性について縦断的追跡研究を行い、両者の関連性を明らかにすることを目的とした。

1 対象と方法

1) 研究対象者の選定

本研究の対象者は、東京都板橋区に在住する75歳以上の高齢女性である。

初回調査として、2008年10月～11月に実施された健診に対し、合計1,399名が受診した。さらに2009年11月に追跡郵送調査を行い、過去1年間の転倒経験を含む健康状況が把握できた1,393名を本研究の追跡対象とした。健診については高齢者に特有の老年症候群のリスク把握と予防のための健診(「お達者健診」)であり、このようなモデル的検診に関する詳細は他の多くの論文に記載されている³⁾。転倒の把握については、初回調査の健診時の聞き取り、および追跡調査時の郵送調査共に、「ここおよそ1年間に転んだことはありますか(転びそうになった、転びかけた、交通事故などはのぞきます)」という設問に対して「ある」と回答した場合を「転倒あり」とした。

なお本研究は、東京都健康長寿医療センターの倫理委員会の審査を得て実施した。2008年のベースライン健診時に、受診者に健康情報の研究への使用に関して説明し、書面にて同意署名を得た。

Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels and Fall Risk among Japanese Community-Dwelling Elderly Women Aged 75 Years or Older

Takao Suzuki : Research Institute, National Center for Geriatrics and Gerontology, *et al.*

Key words : Serum 25-hydroxyvitamin D, Falls, Elderly women

¹⁾ 国立長寿医療研究センター研究所 ²⁾ 東京都健康長寿医療センター研究所自立促進と介護予防研究チーム

表1 対象者の特性の推移(女性, n = 1285)

項目	2008年健診	2009年追跡調査	p値
年齢(歳) 平均値±標準偏差(範囲)	78.6±2.8(75~90) (n = 1,285)		
年齢階級(歳)			
75~79	809名(63.0%)		
80~84	456名(35.5%)		
85~90	20名(1.6%)		
健康度自己評価(健康である)	1,074名(83.6%) (n = 1,285)	1,005名(78.5%) (n = 1,280)	p = 0.001 ¹⁾
過去1年間の転倒あり	241名(18.8%) (n = 1,285)	312名(24.4%) (n = 1,277)	p < 0.001 ¹⁾
転倒回数			
1回	181名(75.1%)	153名(49.0%)	p < 0.001 ¹⁾
2回以上	60名(24.9%)	146名(46.8%)	
不明	0名(0%)	13名(4.2%)	

データ数(n)は項目により異なる。¹⁾: χ^2 検定

表2 ベースライン健診項目からみた追跡1年間の転倒発生のリスク

ベースライン健診項目	追跡1年間の転倒者数(割合)		オッズ比 ¹⁾	95%信頼区間	p値
年齢	75~79歳(n = 804)	177(22.0%)	1.42	1.09~1.84	0.009
	80歳≤(n = 473)	135(28.5%)			
アルブミン	4.3g/dL ≤ (n = 657)	143(21.8%)	1.32	1.02~1.70	0.037
	4.3g/dL > (n = 614)	168(27.4%)			
握力	19kg ≤ (n = 626)	123(19.6%)	1.60	1.23~2.10	0.001
	19kg > (n = 586)	169(28.8%)			
5m通常歩行時間	3.9秒 > (n = 593)	123(20.7%)	1.37	1.05~1.79	0.019
	3.9秒 ≤ (n = 682)	188(27.6%)			
開眼片足立ち時間	16秒 ≤ (n = 652)	128(19.6%)	1.61	1.24~2.10	<0.001
	16秒 > (n = 621)	182(29.3%)			
健康度自己評価	健康である(n = 1,067)	237(22.2%)	1.91	1.39~2.62	<0.001
	健康でない(n = 210)	75(35.7%)			
過去1年間の転倒経験	なし(n = 1,039)	196(18.9%)	4.11	3.04~5.54	<0.001
	あり(n = 238)	116(48.7%)			

¹⁾: 年齢以外のベースライン健診項目については、Mantel-Haenszel検定により年齢(2層化)調整したオッズ比を算出。

2) 解析対象者の選定

追跡郵送調査で最終的に回答のあった1,285名(回収率92.2%)を、本研究の解析対象者とした。統計解析は、統計解析用ソフトウェアSPSS15.0を用いた。統計学的有意水準は5% ($p = 0.05$)とした。

2 結果

1) 対象者の特性の推移(表1)

対象者の年齢は、75歳以上90歳以下、平均78.6±2.8歳(平均値±標準偏差)であった。ベースライン健診(2008年)と1年後の追跡調査における対象者の特性の推移をみた結果、健康度

表3 25(OH)Dの分布と intact PTH との関係

	年齢階級(歳)		全体 (n = 1,279)	intact PTH (pg/mL) ³⁾ (n = 1,279)
	75~79 (n = 808)	80~90 (n = 471)		
25(OH)D ¹⁾ (ng/mL) 平均値±標準偏差(範囲)	22.3±6.7 (6~81)	21.8±6.8 (6~48)	22.1±6.7 (6~81)	
三分位				
≤19(低値群) ²⁾ : ビタミンD不足(20ng/mL未満)	271名 (33.5%)	179名 (38.0%)	450名 (35.2%)	45.5±0.8
20~24(中間値群)	264名 (32.7%)	140名 (29.7%)	404名 (31.6%)	42.0±0.8
25≤(高値群)	273名 (33.8%)	152名 (32.3%)	425名 (33.2%)	38.3±0.8*

¹⁾: 年齢階級間のt検定にて有意な差なし($p=0.05$)。 ²⁾: 年齢階級間の χ^2 検定にて有意な差なし($p=0.05$)。 ³⁾: 分散分析(年齢調整)後の平均値±標準誤差。*: p for trend < 0.001

自己評価で「健康である」と回答した割合は有意に低下していた。過去1年間の転倒経験は、18.8%から24.4%と有意に増加していた。転倒経験者のうち複数回転倒する割合は、24.9%から46.8%と有意に増加していた。

2) ベースライン健診項目からみた追跡1年間の転倒発生のリスク(表2)

ベースライン健診項目ごとに対象者を2群に分割し、追跡1年間の転倒発生のオッズ比を年齢調整して算出した。アルブミンと運動機能検査項目については、中央値で2群に分割した。追跡1年間の転倒発生リスクは、年齢80歳以上では80歳未満に比較して1.42倍、有意に高かった。アルブミン4.3g/dL未満では4.3g/dL以上に比較して1.32倍、握力19kg未満では19kg以上に比較して1.60倍、5m通常歩行時間3.9秒以上では3.9秒未満に比較して1.37倍、開眼片足立ち時間16秒未満では16秒以上に比較して1.61倍、健康度自己評価で「健康でない」と回答した群は「健康である」群に比較して1.91倍、有意に転倒発生リスクが高かった。ベースラインから過去1年間に転倒経験のある群は、ない群に比較して4.11倍、有意に転倒発生リスクが高かった。

3) 25(OH)Dの分布と intact PTH との関係(表3)

25(OH)Dの平均値は22.1±6.7ng/mLで、二つの年齢階級間で平均値に有意な差を認めなかった。25(OH)Dの分布を三分位に分割すると、19ng/mL以下の低値群は35.2%であり、20ng/mL未満(19ng/mL以下)をビタミンD不足とすると、ビタミンD不足者の割合は35.2%であった。ビタミンD不足の割合は年齢階級別では33.5%と38.0%と高齢層で高かったが、有意な差ではなかった。三分割した各群のintact PTHの平均値(年齢調整)は、25(OH)Dが高くなるほど有意に低くなった(p for trend < 0.001)。

4) 25(OH)D濃度の追跡1年間の転倒発生へのリスク

25(OH)Dの分布で三分位に分割し、高値群(25ng/mL以上)に対する中間値群(20~24ng/mL)、低値群(19ng/mL以下: ビタミンD不足群)の追跡1年間の転倒リスクを、多重ロジスティックモデル(年齢調整)で解析した。転倒を1回以上発生するリスクは、25(OH)Dが低くなるほど有意に高くなり、低値群(ビタミンD不足群)は高値群に対して1.56倍と有意にリスクが高かった。また転倒を2回以上発生するリス

クは、25(OH)Dが低くなるほど有意に高くなっていた。また、追跡1年間の転倒発生に関する関連要因のリスクについては多重ロジスティックモデルを用いた回帰分析を行った。その結果、血中25(OH)D濃度は他の要因を調整してもなお有意で独立した転倒の予防因子であることが明らかにされた。

考 察

わが国では、65歳以上の在宅高齢者の1年間の転倒率は、おおむね15～20%であると言われており⁴⁾、また女性後期高齢者の介護に至った主な原因の中で骨折・転倒によるものが約12%を占めていることから、女性後期高齢者において転倒を予防することは極めて重要である。

最近、高齢者の転倒に関連する要因として血中ビタミンD濃度(25(OH)D)が注目されている。本研究においても、25(OH)Dの分布で三分位に分割し、高値群(25ng/mL以上)に対する中間値群(20～24ng/mL)、低値群(19ng/mL以下：ビタミンD不足群)の追跡1年間の転倒リスクを、多重ロジスティックモデル(年齢調整)で解析したところ、転倒を発生するリスクは、25(OH)Dが低くなるほどオッズ比が有意に高くなり、低値群は高値群に対して有意にリスクが高くなっていた。

高齢者の転倒の血中ビタミンD濃度との横

断的ならびに縦断的研究のいずれもから、血中ビタミンD濃度が転倒の発生に関連していることは確実である。わが国でも最近、活性型ビタミンD₃製剤の投与により転倒に関連する運動能力の維持向上が認められることが(萌芽的研究ではあるが)報告されている⁵⁾。今後さらなる規模の大きな臨床的研究が望まれる。

文 献

- 1) Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007;357:266-81.
- 2) Suzuki T, Kwon J, Kim H, Shimada H, Yoshida Y, Iwasa H, et al. Low serum 25-hydroxyvitamin D levels associated with falls among Japanese community-dwelling elderly. *J Bone Miner Res* 2008;23:1309-17.
- 3) Suzuki T, Iwasa H, Yoshida H, Kim H, Shimmei M, Xiuying H, et al. Comprehensive health examination ("OTASHA-KENSHIN") for the prevention of geriatric syndromes and a bed-ridden state in the community elderly 1: differences in characteristics between participants and non-participants. *Japanese Journal of Public Health* 2003;50:39-48.
- 4) Shibata H (ed). An overall survey on falls and fractures of community elderly. Report on the Studies by National Science Research Grants. No 07307007. 1997. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Tokyo.
- 5) Hagino H, Yamamoto N, Miyakoshi N, Suzuki T, et al. The effect of active vitamin D₃ on fall-related physical function in patients with osteoporosis. *Osteoporosis Jpn* 2010;18:309-13.

装着型歩行アシストロボットによる歩行トレーニング

1) 千葉県立保健医療大学健康科学部リハビリテーション学科理学療法専攻

2) (株)本田技術研究所基礎技術研究センター第2研究室

3) 霞ヶ関南病院リハビリテーション部

4) 国立長寿医療研究センター研究所(医師)

仲 貴子¹⁾ 及川清志²⁾ 平田 崇²⁾ 荒木友希³⁾ 鈴木隆雄⁴⁾

はじめに

先進国中で最も早く高齢化が進むわが国では、少子化の進展とも相俟って高齢化率はさらに伸び続け、2055年には40%に達すると推計される¹⁾。高度医療の進歩と安全な生活環境を背景に実現した超高齢社会は、他方で社会保障費の増大や要介護高齢者の増加、超高齢者の所在不明などの社会問題を派生し、否定的な立場で語られることも少なくない。しかし、わが国の高齢者の生活機能が10年前に比べて格段に向上していることを示す研究²⁾もある。この変化の先にある「高齢者自身が活動的で自立した生活を営み、積極的に社会参加するような活力ある超高齢社会」の実現こそ、わが国の目指すべき道筋なのかもしれない。

Hondaは、この活力ある超高齢社会の実現にロボット技術が寄与することを目指し、1999年から装着型歩行補助装置「リズム歩行アシスト」³⁾(以下、歩行アシスト)の研究を開始した。本稿ではこの歩行アシストについて概説したうえで、地域在住高齢者や回復期脳卒中後患者を対象とした介入研究の成果をレビューし、リハビリテーション領域における装着型歩行補助装置の応用とその課題について述べたい。

歩行アシストの概要

1. 開発目的

モビリティ・カンパニーであるHondaは、より多くの人々に移動する喜びを提供することを目指

■連載予定

1. 脊髄損傷者の歩行補助ロボット WPAL (wearable power-assist locomotor)
2. 装着型歩行アシストロボットによる歩行トレーニング
3. 歩行機能再建のための歩行支援ロボット
4. 上肢機能支援ロボットの開発と展開

し、これまで自動車、2輪車に加え、電動アシスト自転車「ホンダラクーン」⁴⁾、電動カート「モンパル」⁵⁾など、多彩なパーソナル・モビリティを開発、販売してきた。ただ、これらを利用したとしても、「歩くこと」がヒトの日常生活活動を支える基本的移動形態であることに変わりはない。特に高齢者では、歩行能力がいわゆる「体力(基礎的運動能力)」全体を説明するうえで最も強い要因とされ⁶⁾、加齢による歩行能力の低下は単に日常生活の自立度を損なうだけでなく、活動意欲の低下や外出不安から社会活動への参加を阻み、要介護発生の危険因子となることが知られている^{7~10)}。Hondaは装着型歩行補助装置の研究開始当初より、高齢者の生活機能の向上と健康寿命の延伸を目指すうえでの歩行能力の維持、向上の重要性に着目し、加齢に伴い歩行が困難になりつつある地域在住高齢者をその主たる対象者としてきた¹¹⁾。

2. 歩行アシストの概要

歩行アシスト(図1)は、対象者の腰部から大腿部に装着し、股関節の屈曲伸展をアシストするト

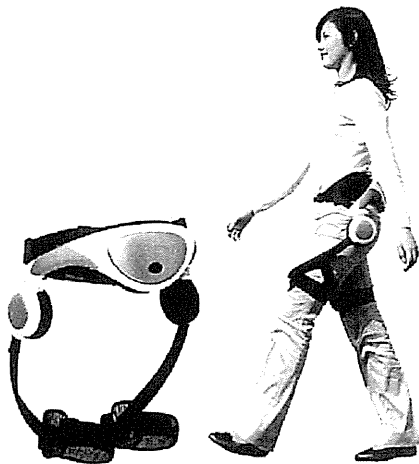


図 1 歩行アシストの概観

ルクを発生し、歩行運動を支援する装着型装置である。2010 年末現在、市場販売計画は未定だが、公表された試作機の諸元を表に示した。

3. 歩行比による制御アルゴリズム

歩行アシストの最大の特徴は、歩行比(歩幅を歩行率で除した値)¹²⁾を目標値とする制御手法である。ヒトの歩行は四肢の周期運動であるが、下肢の周期性は歩幅と歩行率で定まり、その積が歩行速度になる。同じ歩行速度でも、歩幅と歩行率の組み合わせは無限であるにもかかわらず、健常者の自由歩行は歩行比 0.0063 付近に収束する¹³⁾。この歩行比 0.0063 付近ではエネルギー効率は最大となり¹⁴⁾、歩行周期(1 歩行周期時間、立脚期時間、遊脚期時間、両足支持期時間)の変動係数が小さいとされる¹⁵⁾。しかし、高齢者では歩幅は短縮し、歩行率が増大しやすいため歩行比は小さくなる¹⁶⁾。歩行アシストは、この高齢者の歩行パターンに対し歩行比を一定量分増大させる制御手法を採用した。この手法では、股関節アクチュエータ内の関節角度センサが装着者の股関節屈曲伸張運動を経時的に感知し、足尖離地時と踵接時の股関節角度を操作することにより歩幅を制御し、1 歩行周期時間の増減を操作することで歩行率を制御する(図 2)。これをわれわれはリズムアシストアルゴリズムと呼ぶこととした¹⁷⁾。

表 歩行アシストの諸元(2010 年)

項目	内容
サイズ	腰フレーム：M(342 mm), L(372 mm) 大腿フレーム：S(274 mm), M(294 mm), L(314 mm)
重量	2.4 kg
稼働時間	1 時間以上(1 回の充電につき)
バッテリー	電圧：22.2 V(リチウムイオン 2 次電池)
アシストの調整	屈曲・伸張：0.5～標準～1.5 倍アシスト力 屈曲・伸張および左右の独立調整可能

歩行アシストの効果

1. 健常者の歩行パラメータと筋活動への影響

健常若年成人男性(平均年齢 24±2 歳)を対象に、歩行中の歩行アシスト使用による筋活動の違いを FDG-PET により調べた研究¹⁸⁾では、対象者 10 名中 7 名の歩行比が増加し、足関節底屈筋群の活動が増加した(図 3)。健常高齢男性 7 名を対象とした研究¹⁹⁾でも歩行アシストにより歩行比は増加し、大腿二頭筋、半膜様筋の活動低下と中殿筋、小殿筋の活動増加、および前脛骨筋の活動増加の傾向を示した。

これらの研究で、歩行比を増大させるという歩行アシストの中核となる機能が十分に発揮できることを確認したのに加え、健常歩行のように高度にパターン化された周期運動であっても外的刺激を加えれば筋活動を局所的に変化させられることもわかった。これは、高齢者の歩行パターンを自身の歩行速度に応じて適切な歩幅へと誘導してやるのが可能であるということである。加えて、高齢者の下肢筋活動も歩行アシストを使用することにより局所の変化が生じ、特に股関節周囲の 2 関節筋の活動が抑制され、より効率的な筋活動パターンが獲得されたものと考えられた。

一方、足関節底屈筋群の活動は増大せず、股関節周囲筋優位の筋活動パターンは変化しなかった。この理由をわれわれは、歩行アシストのような外的刺激に高齢者が順応するには一定の歩行練習が必要なためと考察した。そこで次に、歩行アシストを用いたウォーキングエクササイズを行うことで下肢の筋活動パターンを若年成人のように変化させられないか、あるいは虚弱高齢者に特

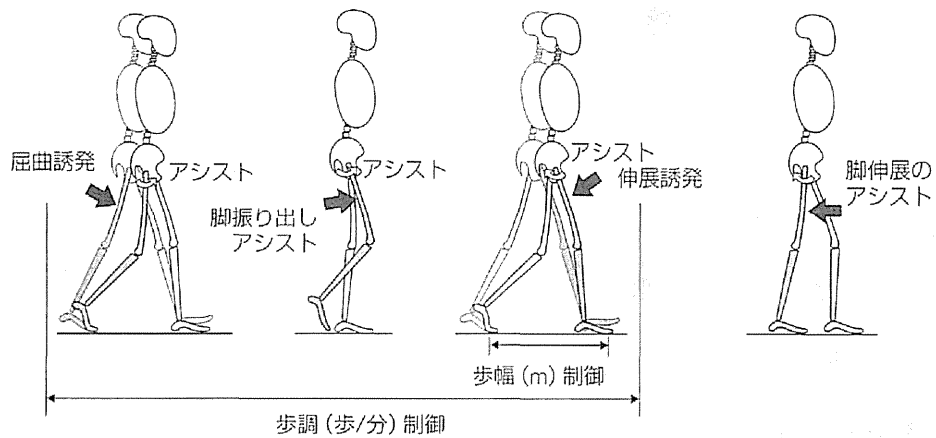


図 2 リズムアシストアルゴリズム

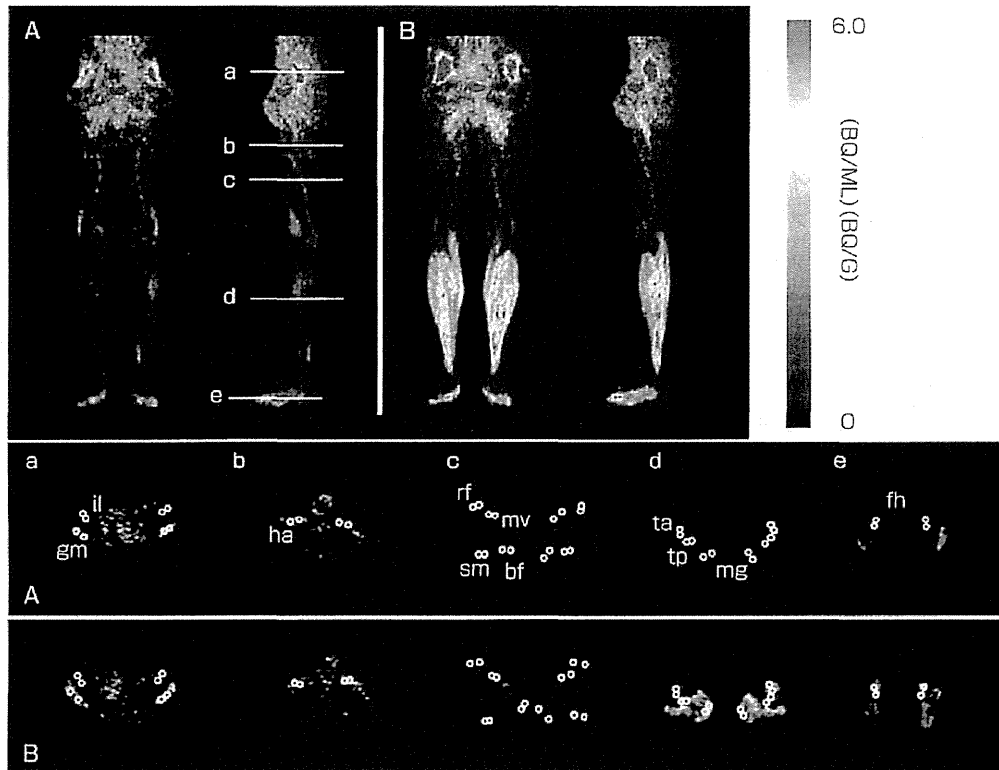


図 3 歩行アシストなし(A)と歩行アシストあり(B)の時の FDG-PET 出力例¹⁹⁾

有の“歩幅が小さく、歩行率が高い歩行パターン”を変化させられないかと考え、歩行アシストを用いた3か月間の介入研究²⁰⁾を行った。

2. 転倒歴を有する地域在住高齢女性へのウォーキングエクササイズ

転倒歴のある高齢女性 15 名を対象に、歩行アシストを用いて週 2 回×30 分程度の屋外ウォー

キングエクササイズを3か月間行い、その前後に FDG-PET による歩行中の下肢筋活動量の評価と歩行機能の評価を行った。すると、介入後には股関節周囲筋群(中殿筋、小殿筋)と大腿直筋の活動量は減少したが、下腿筋群(ヒラメ筋、腓腹筋)の活動は介入後にも増加しなかった。歩行速度は介入後に向上したが(介入前平均 1.19 m/s, 介入後

平均 1.35 m/s), 歩行比は介入前後とも平均 0.004 で変化しなかった。

この研究の第 1 の成果は歩行速度の上昇である。これは通常のウォーキングエクササイズのみを行った先行研究²¹⁾より大きな変化で、歩行アシストを用いることにより効果的に歩行速度を上昇させられることを示している。この研究で得られたもう 1 つの成果は、対象者コンプライアンスがきわめて高かったことである。冬季に屋外で実施した運動介入にもかかわらず離脱者は自己都合による 1 名のみで、全 40 回中 2 回以上欠席した者はなかった。また介入後に行ったアンケート調査では、対象者自身が歩行機能向上の実感を表出したほか、「気持ち軽くなった」、「歩くのが楽しい」などの肯定的意見²²⁾が寄せられた。ウォーキングなどの有酸素系運動は高齢者に好まれるが、歩行アシストによるエクササイズもこの年代の女性に好意的に受けとめられうるということがわかった。

結論として、歩行アシストによるウォーキングエクササイズは、高齢女性の歩行速度を向上させ、歩行中の股関節周囲筋群の活動を減少させた。このことは歩行アシストを使用することが高齢者の歩行機能の向上に役立つことを示唆するものである。加えて、この研究では対照群を設定しておらず、その成果は第 2 種の過誤の影響を受けている可能性もある。歩行アシストが高齢者の歩行機能に対してどの程度の恩恵をもたらすかを定量的に判断するには、より大規模標本による無作為化比較試験が必要になろう。

3. 脳卒中後片麻痺患者への適応

リズムアシストアルゴリズムは、歩幅と歩行率を制御しながら歩行比を増大させ、歩行速度を向上させる効果があることはこれまで述べてきた通りである。これに加えて、Honda の社内実験において健常歩行の左右脚を対称に誘導できることを確認し、この手法を用いて左右両脚の歩幅、歩行率を対称に誘導しながら目標歩行比へ近づけることができれば、脳卒中後患者の歩行リハビリテーションに活用できると考えた。近年、欧米を中心に脳卒中後患者のリハビリテーションの帰結をコ

ミュニティ歩行 (community ambulation ; 地域環境を自信をもって通行できる能力を含む概念²³⁾) の可否により判定する研究が散見される。Schmid ら²⁴⁾は、脳卒中後患者のうち歩行速度が高い者はコミュニティ歩行が可能であり、それらの生活機能や健康関連 QOL が高いことを報告している。歩行アシストによる歩行リハビリテーションが脳卒中後患者の歩行速度を向上させる効果があれば、歩行アシストはコミュニティ歩行の再獲得を促進し、生活機能や健康関連 QOL の向上にも寄与できる可能性があると考えた。

ロボット技術による脳卒中後患者のリハビリテーションについては、トレッドミル上で行う部分免荷歩行トレーニングに関する研究が多く行われている²⁵⁾。しかしこれは、発症後の早い時期から歩行トレーニングが行えることに加え、理学療法士の負担軽減と患者の安全確保に効果があり、床上歩行自立の確率を高める効果が示されているものの、歩行速度やコミュニティ歩行獲得への効果に関しては明らかでない。一方、装着型歩行補助装置による歩行トレーニングは、トレッドミル上に限らず日常生活の場や屋外での使用が可能で、「どこで歩くことを目指すのか」という課題に沿ったトレーニングが可能となることによる効果が期待できる。とは言え、脳卒中後患者に対する装着型歩行補助装置の効果を検証した臨床試験はほとんど行われていない。

われわれは脳卒中後患者 2 例を対象に歩行アシストを用いた歩行トレーニングを行い、歩行機能に及ぼす効果を検証した²⁶⁾。対象者は入院リハビリテーションを施行中の脳卒中片麻痺患者 2 名で、ともに研究開始時には監視下で多点杖使用による屋内歩行が可能であった。介入課題は 1 回 20 分間の歩行トレーニングで、介入期間の前半の 4 週間(基礎水準期)には通常の屋内歩行トレーニングを行い、後半の 4 週間(導入期)は歩行アシストによる屋内歩行トレーニングを行った。

介入期間中は歩行速度、歩行率、重複歩距離、歩幅、立脚時間、遊脚時間を毎週計測し、基礎水準期の歩行速度、歩行率、重複歩距離から各変数

の予後予測式を求め、基礎水準期からの予測値と導入期の実測値とを比較し歩行機能への効果を判定した(予測式の算出法は先行研究^{27,28)}を参照)。加えて、空間的対称性指標と時間的対称性指標を求め、基礎水準期と導入期とを比較した(各対称性指標の算出法は先行研究²⁹⁾を参照)。

症例1では歩行アシスト導入期に予測値を超える歩行速度の向上がみられ、歩行対称性は時間的にも空間的にも改善した(図4)。重複歩距離、歩行率は改善しなかったが、歩行比は0.0054から0.0057と増加した。一方、症例2では歩行アシスト導入期の歩行速度が予測値を下回り、時間的対称性は改善したが、空間的対称性はむしろ増悪した(図5)。重複歩距離は若干低減する効果を見るも、歩行率は変化せず、歩行比は0.0062から0.0057と低下した。

この研究では、歩行速度が向上した症例1と歩行速度が向上しなかった症例2の相反する2つの結果を得た。これに関してわれわれは以下のように考察している。

第1に、本研究の対象者は2名とも基礎水準期の歩行比がほぼ目標歩行比に達しており、脳卒中患者の歩行機能に対する歩行アシストの効果は歩行比制御による歩幅の増大よりも歩行対称性向上による効果が主と考えられる。片麻痺歩行の歩行速度は歩行対称性に相関する³⁰⁾とされ、症例1では歩行対称性の向上が歩行速度への効果を生み、症例2では空間的対称性の低下が歩行速度の効果を打ち消したと考えることができる。

第2に空間的対称性への相反する結果だが、基礎水準期の2名の下肢の振り出しパターンを見ると、症例1は後型から揃型歩行で、症例2は前型歩行のパターンであった。歩行アシストは遊脚期中の股関節屈曲トルクを増幅させることで下肢の振り出しをアシストするが、片麻痺歩行では遊脚時間の長い麻痺側にこの効果が強く発揮される可能性がある。後型歩行の症例1は麻痺側の歩幅

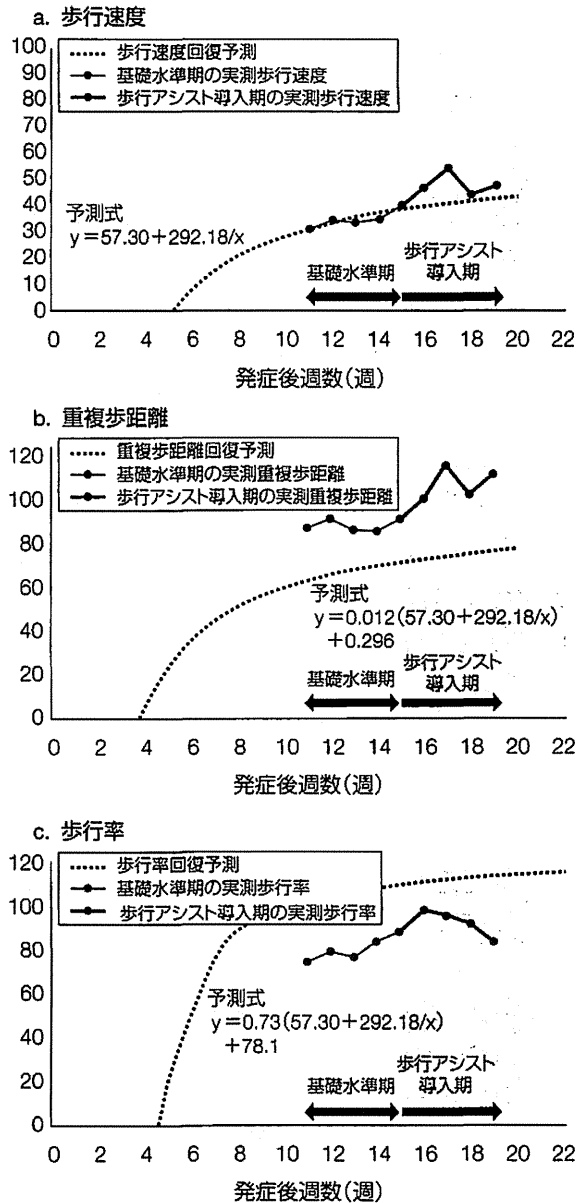


図4 歩行アシスト使用による歩行機能への効果
症例1: 歩行対称性が改善した例

が拡大することで空間的対称性が改善したが、前型歩行の症例2では前に出やすい麻痺側の歩幅がさらに拡大したために空間的対称性を損なう結果となった。

これらを結論とするには症例を増やして検証する必要があるが、ここで強調したいのは、歩行アシストをはじめとする歩行補助装置を患者の治療目的で使用する場合には、各患者の歩行を仔細に

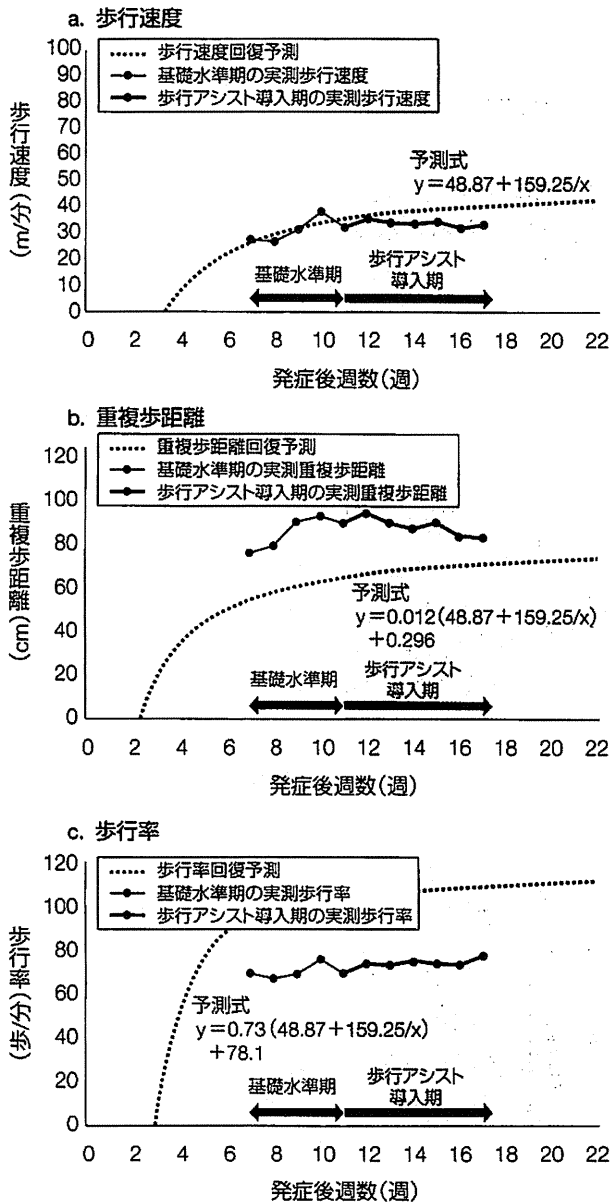


図5 歩行アシスト使用による歩行機能への効果
症例2：歩行対称性が増悪した例

観察、分析し、それに照らして適否を判断する必要があるということである。歩行アシストの場合、非対称性の歩行に対しては左右のアクチュエータの出力をそれぞれ調節することが可能であるが、それを行うにも理学療法士による臨床歩行観察が不可欠である。特に片麻痺患者の場合は、麻痺側下肢の振り出しを強くアシストすると患者自身はその歩行を「楽」と表現することがあるが、それ

により歩行対称性は損なわれ、歩行機能の向上を示さない危険性もある。このように、リハビリテーション領域で歩行補助装置を活用するには、治療効果を客観的に判断する理学療法士の「目利き」が欠かせないのである。

4. 理学療法士、患者による主観的評価

埼玉県川越市のK病院リハビリテーション室を利用する患者22名(男性15名、女性7名、疾患名別内訳：脳梗塞4名、脳出血11名、脊髄損傷2名、その他5名)とその担当理学療法士を対象に、リハビリテーション目的で歩行アシストを使用することに対する主観的評価の調査結果を紹介する(これは、荒木らがりハビリテーション・ケア合同研究大会広島2009で報告した「歩行アシスト装置を使用した歩行訓練の効果について」の内容を一部再掲するものである)。

2008年11月から2009年2月までの3か月間で述べ147件の利用があり、理学療法士が自身の担当する患者に歩行アシストを使用する目的として挙げたのは、「歩行距離の向上」(36件)、「歩幅の調整」(27件)、「つま先の引きずり防止・歩行イメージの向上」(15件)などが多かった。次いで、「麻痺側立脚時間の延長」、「分回し歩行の軽減」、「歩行速度の向上」、「腕振り練習」、「努力性の軽減」、「歩行率向上」、「歩隔調整」、「健側の安定」、「反張膝軽減」、「体幹回旋の減少」、「とりあえず使用」、「杖なし歩行の安定」、「麻痺側遊脚時間短縮」などであった。使用後に期待した効果が得られたかの問いに対し、「期待通りの効果・反応があった」と答えたのは75.5%で、「効果がなかった」、「変化しなかった」としたケースがそれぞれ7件(4.8%)、29件(19.7%)あった。

他方、歩行アシストを使用した患者の主観的評価には性差の影響がみられた。男性患者は概ね肯定的に評価したのに対して、女性患者は外観上の問題(周囲の視線が気になる)や被服への干渉(スカートが履けない)、日常生活への不応(トイレに行けない)といった問題点を挙げる者が多かつ

た。使用後には、「歩行距離が伸びた」、「速く歩いた」などの歩行機能向上の実感のほか、「(理学療法士が)言葉で説明するよりわかりやすい」、「使用後にも効果を感じる」などの肯定的評価が得られた。一方、装着による違和感や重量感などの否定的評価も聞かれ、他に「足は軽く出るが、役に立っているのか分からない」とする者もあった。

患者側の主観的評価を文字通り捉えるならば、装着上の違和感と重量の問題さえ解消されれば、何らかの肯定的な変化(身体的・運動学的な変化に限らない)が期待できると考えられる。

今後の展望と課題

歩行アシストの概要とともに、歩行アシストによる高齢者、障害者の歩行機能への効果を述べてきた。全体を通じて最も強調したいのは、この歩行アシストが装着者の身体運動を単に増幅するのではなく、装着し続けることで装着者の筋活動を変えたり歩行パターンを変えたりすることができ、この効果は装着していない時の歩行にも波及する点である。このことは筆者らが現在知る限りにおいて、他の装着型歩行支援装置とは一線を隔す存在と言える。しかしその一方で、これはあくまでも自力での歩行が可能なヒトの歩行機能を「変化」させる道具であり、身体機能を増幅させたり運動能力を拡大させたりする(できないことができるようになる)道具ではない。

今後、リハビリテーションや福祉の分野での活用を意図した装着型歩行補助装置の選択肢は拡大することが期待できるが、選択肢が増えた時にこそ、それぞれの装置が「何を叶える道具なのか」を把握し、ユーザー(患者)への適応を正しく見極める理学療法士の客観性が求められている。

加えて、リハビリテーション、福祉の分野で歩行補助装置が実用化されるには未だ多くの課題が山積している点にも触れておきたい。

第1の課題は関連法規の整備である。動力装置を使用する際には、現行では道路交通法の適用を受ける。本稿で引用した屋外ウォーキングエクササイズ介入も研究施設の敷地内に限定して行うな

どの配慮を要した。歩行アシストをロボットと称すると公道の通行には警察署の許可を必要とするが、これを例えば医師が動力付股装具で福祉機器であると断言すれば道路交通法には触れない可能性もある。歩行アシストのような歩行補助装置が、わが国の医療制度、福祉制度のなかのどのカテゴリーに属する機器なのかといった位置づけがまだ明確ではない。

第2に、わが国にはロボット技術のような先端分野の技術者とリハビリテーション職種との協働の場が少ない点を挙げたい。リハビリテーション・福祉分野における装着型歩行補助装置の開発はわが国が世界に先駆けて推進してきた技術であるが、その技術を生かすも殺すもわれわれリハビリテーション職種の協働のあり方に関わっている。リハビリテーションの過程では、患者の機能予後を長期的視座に立って見極め、改善が期待できる運動機能を最大限に引き出すことが求められる。それを安易に機械に代行させては、十分なリハビリテーションの効果が見込めないばかりか、対象者の残存機能を損なうことにもなりかねない。ロボット技術と聞くと、あたかも星新一のショートショートか手塚治虫のアニメに描かれるような「万能ロボット」をイメージしたくなるが、この万能性は少なくとも装着型歩行補助装置に求められる軽量化とは相反する方向性であると言わざるを得ない。仮に万能ロボットが出現したとしても、ヒトの側のできること・やるべきことを十分に把握し、機械にやらせるべきこと・やらせるべきではないことを正確に判断できる理学療法士の目利きこそ、対象者への恩恵を最大限に引き出す極意と考える。

加えて、理学療法士の「目利き」を工学系技術者に伝わる言葉で表現することも喫緊の課題であろう。単に耳馴染みのいい平易な用語を用いれば伝わる情報量は漸減する。専門用語を用いて双方向のかつ良好なコミュニケーションがとれるよきパートナーとなりうる専門職者が求められている。

最後に蛇足ではあるが、第3の課題として、わが国においてはヒトへの使用効果を正しく評価す

るための大規模無作為化対照試験を行える臨床研究環境が少ないという、開発者サイドの要望を書き添えて、本稿を締めたい。

文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口(平成18年12月推計), 出生中位・死亡中位仮定による推計結果, 2006
- 2) 鈴木隆雄, 他：日本人高齢者における身体機能の縦断的・横断的变化に関する研究—高齢者は若返っているか?. 厚生指標 53: 1-10, 2006
- 3) 本田技研工業(株)ホームページ：未来に向けた新技術 歩行アシスト
<http://www.honda.co.jp/ASIMO/new-tech/rhythm/index.html>
- 4) 本田技研工業(株)ホームページ：二輪インフォメーション「ホンダラクーン」
<http://www.honda.co.jp/news/1996/2961216.html>
- 5) 本田技研工業(株)ホームページ：Hondaの福祉車両, 「電動カート モンパル」
<http://www.honda.co.jp/welfare/monpal/index.html>
- 6) Nagasaki H, et al: A physical fitness model of older adults. *Aging Clin Exp Res* 7: 392-397, 1995
- 7) 藤田幸司, 他：地域在宅高齢者の外出頻度別にみた身体・心理・社会的特徴. *日公衛誌* 51: 168-180, 2004
- 8) 新開省二, 他：地域高齢者におけるタイプ別閉じこもり発生の予測因子：2年間の追跡研究から. *日公衛誌* 52: 874-885, 2005
- 9) 竹内孝仁：閉じこもり, 閉じこもり症候群, 介護予防研修に関するテキストなど調査研究委員会(編), 厚生労働省老健局計画課(監修): 介護予防研修テキスト, pp128-140, 社会保険研究所, 2001
- 10) 島田裕之, 他：地域在住高齢者の生活空間の拡大に影響を与える要因：構造方程式モデリングによる検討. *理学療法学* 36: 370-376, 2009
- 11) 加藤 久, 他：歩行機能補助装置の研究. 日本機械学会福祉工学シンポジウム CD-ROM 論文集, W-418, 2001
- 12) Nagasaki H, et al: Walking patterns and finger rhythm of older adults. *Percept Mot Skills* 82: 435-447, 1996
- 13) Sekiya N, et al: The invariant relationship between step length and step rate during free walking. *J Hum Mov Stud* 30: 241-257, 1996
- 14) Zarrugh MY, et al: Optimization of energy expenditure during level walking. *Eur J Appl Physiol* 33: 293-306, 1974
- 15) Maruyama H, et al: Temporal variability in the phase durations during treadmill walking. *Hum Move Sci* 11: 335-348, 1992
- 16) Murray MP, et al: Walking patterns in healthy old men. *J Gerontol* 24: 169-178, 1969
- 17) 鈴木隆雄, 他：高齢者に対する歩行アシストロボットの効果検証研究, 東京都老人総合研究所・本田技術研究所共同研究(平成17年度～平成18年度), pp9-15, 2007
- 18) Shimada H, et al: The use of positron emission tomography and [¹⁸F] fluorodeoxyglucose for functional imaging of muscular activity during exercise with a stride assistance system. *IEEE Trans Neuro Rehabil Eng* 15: 442-448, 2007
- 19) Shimada H, et al: Comparison of regional lower limb glucose metabolism in older adults during walking. *Scand J Med Sci Sports* 19: 389-397, 2009
- 20) Shimada H, et al: Effects of a robotic walking exercise on walking performance in community-dwelling elderly adults. *Geriatr Gerontol Int* 9: 372-381, 2009
- 21) Buchner DM, et al: A comparison of the effects of three types of endurance training on balance and other fall risk factors in older adults. *Aging (Milano)* 9: 112-119, 1997
- 22) 及川清志：歩行アシスト, 自動車技術会春季大会「人と共存するクルマとロボット」フォーラム, 2008
- 23) Lord SE, et al: Community ambulation following stroke: how important and obtainable is it, and what measures appear predictive?. *Arch Phys Med Rehabil* 85: 234-239, 2004
- 24) Schmid A, et al: Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke* 38: 2096-2100, 2007
- 25) Mehrholz J et al: Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 4: CD006185, DOI: 10, 1002/14651858, CD006185, 2007
- 26) 仲 貴子, 他：装着型歩行アシストロボットを用いた歩行練習が回復期脳卒中片麻痺患者の歩行機能に及ぼす影響—シングルケース法による検証. 第45回日本理学療法学会大会, 2010
http://www.jstage.jst.go.jp/article/cjpt/2009/0/2009_B2Se2007/_article/-char/ja/
- 27) Nakamura R, et al: Application of computer-assisted gait training(CAGT)program for hemiparetic stroke patients: a preliminary report. *Tohoku J Exp Med* 156: 101-107, 1988
- 28) Nakamura R, et al: Computer-assisted gait training (CAGT)of hemiparetic stroke patients: whose recovery is most predictable?. *Tohoku J Exp Med* 166: 345-353, 1992
- 29) Patterson KK, et al: Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 89: 304-310, 2008
- 30) Brandstater ME, et al: Hemiplegic gait: analysis of temporal variables. *Arch Phys Med Rehabil* 64: 583-587, 1983

(Takako Naka, et al 千葉県立保健医療大学健康学部リハビリテーション学科理学療法専攻: ☎ 260-0801 千葉市中央区仁戸名町 645-1)

研究論文

後期高齢者における新規要介護認定の発生と5 m 歩行時間との関連：39ヵ月間の縦断研究*

牧迫飛雄馬^{1) #} 古名丈人²⁾ 島田裕之¹⁾ 赤沼智美³⁾
吉田裕人⁴⁾ 井平光⁵⁾ 横山香理³⁾ 鈴木隆雄⁶⁾

要旨

【目的】75歳以上の高齢者における新規要介護認定の発生に対する歩行能力の影響を明らかにすることを目的とした。【方法】要介護認定を受けていない75歳以上の地域在住高齢者190名を対象とした。ベースライン調査として5 m 歩行時間（通常速度）を測定し、以降39ヵ月間の要介護認定発生状況との関連を調べた。【結果】39ヵ月間で34名（17.9%）が新規に要介護認定を受けた。5 m 歩行時間を男女別に4分位で遅い群から速い群のⅠ～Ⅳ群に分類し、要介護発生率曲線の差をLog-rank検定にて検討した結果、5 m 歩行時間が速いⅣ群（男性5.2秒以上、女性5.8秒以上）では、それ以上に速い歩行速度を有する群（Ⅰ～Ⅲ群）と比べて有意に高い要介護認定発生率を認めた（ $p < 0.01$ ）。Cox回帰分析の結果、新規要介護の発生と有意な関連を認めた変数は、BMIと5 m 歩行時間（秒）であり、5 m 歩行時間のハザード比は1.65（ $p < 0.01$ ）であった。【考察と結論】地域在住後期高齢者の歩行速度は、将来の要介護認定発生に影響を与える要因のひとつであることが確認された。

キーワード 後期高齢者、介護保険、歩行

緒言

我が国では高齢化の急速な進行に伴い、日常生活に支援や介護を必要とする要支援・要介護者は増加の一途であり、平成20年度末現在の要支援・要介護認定者は約467万人に達している¹⁾。要介護状態に陥ることは、

本人の心身機能や生活の質（quality of life: QOL）を低下させるだけではなく、家族や介護者の身体的・精神的負担を増加させることにもつながるため、要介護状態に陥ることを早期から予防する介護予防の取り組みが推進されている。高齢になればなるほど要介護状態に陥る危険は大きく、特に75歳以上の後期高齢者における要介護の原因は、脳血管疾患のほか、関節疾患や転倒・骨折、高齢による衰弱などの老年症候群が上位を占めており、地域保健活動などで老年症候群を早期に発見し、対処する方策が求められる²⁾。

運動機能の低下は日常生活活動能力（activity of daily living: ADL）の低下との関連が強く³⁻⁵⁾、介護予防を目的とした運動器の機能向上プログラムの提供が全国各地で実施されている⁶⁾。運動機能に関して、地域に在住する高齢者の自立した生活を保持するためには歩行能力が重要な指標とされており、歩行能力低下は生活空間の制限⁷⁻⁹⁾やADLの低下¹⁰⁻¹²⁾、生存予後^{13) 14)}に関与することが報告されている。また、歩行障害の帰結として生じる転倒は、高齢者の大腿骨頸部骨折発症の主たる原因であり、要介護状態に陥る危険因子でもある。高齢者の転倒の予測因子としても、歩行速度は多様な身体機能のなかで、もっとも重要な機能であるとされている¹⁵⁾。

* Relationship between 5-m Walking Time and the Need for Long-term Care Among Community-dwelling Adults Aged Above 75 Years: A 39-month Longitudinal Study

1) 国立長寿医療研究センター 認知症先進医療開発センター 在宅医療・自立支援開発部 自立支援システム開発室
(〒474-8511 愛知県大府市森岡町深香 35)

Hyuma Makizako, PT, PhD, Hiroyuki Shimada, PT, PhD; Section for Health Promotion, Department of Health and Medical Care, Center for Development of Advanced Medicine for Dementia, National Center for Geriatrics and Gerontology

2) 札幌医科大学保健医療学部
Taketo Furuta, PT; School of Health Sciences, Sapporo Medical University

3) 茨城県市役所
Tomomi Akanuma, Ns, Kaori Yokoyama, Ns; Bibai City Office

4) 東京都健康長寿医療センター
Hiroyuki Yoshida, PhD; Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

5) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科
Hiikaru Ihira, PT, MS; Graduate School of Health Science, Sapporo Medical University

6) 国立長寿医療研究センター研究所
Takao Suzuki, MD, PhD; Research Institute, National Center for Geriatrics and Gerontology

E-mail: makizako@ncgg.go.jp
(受付日 2010年8月5日/受理日 2010年11月29日)

これまでの報告により、高齢者の生活機能や生存率に対する歩行能力の影響は示されているものの、我が国の介護保険制度の基盤であり、地域在住高齢者の在宅生活状況を大きく左右する新規要介護認定の発生に歩行能力が及ぼす影響については十分な検討がなされていない。我が国における介護費増大は社会的な問題となっており、介護予防の取り組みにおいては心身機能や生活機能の低下を予防することと同時に介護保険制度での要介護認定発生に陥るリスクを包括的に予防する働きかけが重要となる。

本研究では、自治体が主体となり実施した健診に参加した地域在住の後期高齢者を対象として、将来の新規要介護認定発生に対する歩行速度の影響を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対象

2005年および2006年に北海道美瑛市で実施した運動機能測定を含む健診に参加した要介護認定を受けていない75歳以上の地域在住高齢者のうち、要介護発生の有無について39ヵ月間の追跡が可能であり、本研究の趣旨に同意の得られた190名(男性86名、女性104名、平均年齢80.1歳)を対象とした。なお、同意内容には行政で実施した過去の健診および介護予防事業のデータの活用に関する承諾も含まれ、東京都健康長寿医療センターの倫理委員会からの承認を受けて本研究を実施した(承認日:平成21年2月16日、受付番号:37)。

2. 調査項目および調査期間

健診では、基本情報の聴取のほか、血圧測定、身体計測(身長、体重、body mass index: BMI)、生化学検査(総コレステロール値、LDLコレステロール値、血清アルブミン値)および歩行能力として5m歩行時間(通常速度)の測定を実施した。5m歩行時間は、通常歩いている速度で測定した。歩行路は、5mの測定区間の前後に予備路をそれぞれ3mずつ設けた計11mとし、測定区間5mの歩行時間(秒)をストップウォッチにて計測した。測定回数は1回として、測定値は小数点以下1桁まで(小数点以下2桁を四捨五入)とした。なお、5m歩行時間の測定は、我が国における地域保健事業で広く一般的に活用されている「おたっしや21」健診マニュアル¹⁶⁾に準じて実施し、測定方法に精通した保健師や市職員が測定した。健診は、2005年8月1~4日および2006年6月27~28日の期間に実施され、各対象者が健診に参加した年をベースラインの測定値として、その後の39ヵ月間における要介護認定の新規発生状況を調べた。なお、要介護認定の新規発生状況については、ベースライン調査以降の各対象者における要介護

認定状況を1ヵ月ごとに調査したデータベース(2009年9月30日現在)との照合により調査した。

3. 分析方法

ベースラインにおける各測定値の性差ならびに追跡期間中における要介護の新規認定者と非認定者との差異を対応のないt検定および χ^2 検定にて比較した。また、要介護の新規認定者と非認定者の男女比率を χ^2 検定で比較した。さらに、追跡期間の39ヵ月間の新規要介護認定発生率および要介護発生までの期間の男女比較には χ^2 検定および対応のないt検定を用いた。5m歩行時間について、男女別に4分位を参考に歩行速度の速い群(I群)、やや速い群(II群)、やや遅い群(III群)、遅い群(IV群)に分類して、各測定値の群間比較を一元配置分散分析および多重比較検定(Tukey)を用いて分析した。5m歩行時間により分類した4群における要介護発生率はKaplan-Meier法で算出し、要介護発生率曲線に群間での有意な差があるかを検証するためにLog-rank検定を行った。要介護認定の新規発生までの期間を考慮した上で要介護認定発生に対する各変数の影響を検討するため、Cox比例ハザード回帰分析を実施した。Cox比例ハザード回帰分析では、独立変数として5m歩行時間のほか、年齢、BMIに加えて、高血圧(収縮期血圧 ≥ 140 mmHgまたは拡張期血圧 ≥ 90 mmHg)¹⁷⁾の有無、LDLコレステロール値、血清アルブミン値を用いて、変数増加法(尤度比)による分析を行い、新規要介護発生と有意な関連を認めた項目についてはハザード比を算出した。統計処理にはSPSS17.0を用い、危険率5%未満を有意とした。なお、5m歩行時間により分類した4群における要介護発生率曲線の群間差を検証したLog-rank検定においては、検定の多重性を考慮してShafferの方法を用いてp値を補正した上で有意性を判定した。Shafferの方法は、多群間の比較(今回は全6通り)で得られたp値を段階的に補正する手法であり、各検定で得られた最小p値の有意水準を0.0083($p = 0.05/6$)、2番目から4番目までのp値を0.0167($p = 0.05/3$)、5番目のp値を0.0250($p = 0.05/2$)、6番目のp値を0.0500($p = 0.05/1$)と設定した¹⁸⁾。

結 果

全対象者190名の追跡期間の39ヵ月間(3年3ヵ月間)における要介護認定の発生を調べると34名(17.9%)が新規に要介護認定を発生した。ベースラインにおける各測定値の結果を表1に示した。年齢については、男女で差異を認めなかったものの、追跡期間中に新規に要介護認定を受けた者は非認定者に比べて有意に年齢が高かった($p < 0.01$)。一方、要介護新規認定者と非認定者で男女比に有意な差異は認められなかった。また、

表1 各変数の性差および要介護新規認定者と非認定者の比較

	全例 (n = 190)	男性 (n = 86)	女性 (n = 104)	要介護非認定者 (n = 156)	要介護新規認定者 (n = 34)
年齢 (歳) ^{a)}	80.1 ± 4.2	80.0 ± 4.4	80.1 ± 4.0	79.5 ± 3.9	82.5 ± 4.4**
性別 (男性/女性) ^{b)}	86 / 104	—	—	74 / 82	12 / 22
Body Mass Index (kg / m ²) ^{a)}	23.7 ± 3.2	23.2 ± 3.0	24.2 ± 3.3*	23.9 ± 3.2	22.9 ± 3.1
収縮期血圧 (mmHg) ^{a)}	142.6 ± 16.7	142.6 ± 15.3	142.6 ± 17.8	141.7 ± 15.8	146.5 ± 19.8
拡張期血圧 (mmHg) ^{a)}	79.4 ± 10.6	79.1 ± 9.8	79.6 ± 11.3	79.3 ± 10.8	79.9 ± 9.9
高血圧 ^{c)} の割合 (%) ^{b)}	57.4	59.3	55.8	55.8	64.7
総コレステロール ^{d)} (mg / dl) ^{a)}	193.1 ± 29.0	182.9 ± 26.8	201.6 ± 28.0**	193.2 ± 28.5	192.7 ± 31.4
LDLコレステロール ^{d)} (mg / dl) ^{a)}	85.0 ± 14.6	82.5 ± 11.2	87.0 ± 16.7*	85.0 ± 15.2	85.0 ± 11.7
血清アルブミン ^{d)} (g / dl) ^{a)}	4.2 ± 0.3	4.1 ± 0.2	4.2 ± 0.2	4.2 ± 0.3	4.1 ± 0.2
5 m 歩行時間 (秒) ^{a)}	4.8 ± 1.2	4.5 ± 1.0	5.1 ± 1.2**	4.6 ± 1.1	5.7 ± 1.3**
追跡期間中の要介護発生率 (%) ^{b)}	17.9	14.0	21.2	—	—
要介護発生までの期間 ^{e)} (月) ^{a)}	—	24.3 ± 11.3	21.1 ± 8.9	—	22.2 ± 9.8

数値は平均値 ± 標準偏差を表示

* p < 0.05; ** p < 0.01

a) 対応のない t 検定 b) χ^2 検定 c) 収縮期血圧 ≥ 140 mmHg または拡張期血圧 ≥ 90 mmHg

d) 1名の欠損あり (女性かつ要介護非認定者) e) 要介護認定者 (男性 12名, 女性 22名) のみの結果を記載

表2 5 m 歩行時間による群分けと各変数の比較

	5 m 歩行時間 ^注				分散分析	
	I 群 (n = 48)	II 群 (n = 48)	III 群 (n = 45)	IV 群 (n = 49)	F 値	多重比較 (Tukey)
年齢 (歳)	78.2 ± 3.4	79.5 ± 3.4	80.2 ± 4.1	82.2 ± 4.7	8.40**	IV 群 > I 群 **, II 群 **
性別 (男性/女性)	21 / 27	23 / 25	20 / 25	22 / 27	—	—
Body Mass Index (kg / m ²)	22.9 ± 3.3	24.2 ± 3.5	24.1 ± 3.0	23.6 ± 3.0	1.66	—
高血圧の割合 (%)	56.3	54.2	53.3	65.3	—	—
LDLコレステロール (mg / dl)	86.8 ± 16.8	84.4 ± 15.1	81.6 ± 7.6	86.9 ± 16.5	1.37	—
血清アルブミン (g / dl)	4.2 ± 0.3	4.2 ± 0.3	4.2 ± 0.2	4.1 ± 0.2	1.98	—

数値は平均値 ± 標準偏差を表示

** p < 0.01

注) I 群: 男性 37 秒以下, 女性 42 秒以下

II 群: 男性 38 ~ 42 秒, 女性 43 ~ 48 秒

III 群: 男性 43 ~ 51 秒, 女性 49 ~ 57 秒

IV 群: 男性 52 秒以上, 女性 58 秒以上

ベースラインでの 5 m 歩行時間については, 男性の歩行時間が女性よりも有意に速い値であり (p < 0.01), 新規要介護認定の発生者は非認定者に比べて有意に遅かった (p < 0.01)。追跡期間中の要介護認定の発生率には有意な性差を認めず (男性 14.0%, 女性 21.1%, p = 0.20), 要介護認定までの期間は男性が 24.3 ± 11.3 ヶ月, 女性が 21.1 ± 8.9 ヶ月であり, 男女での有意な差異は認められなかった。血圧ならびに生化学検査値については, 新規要介護認定の発生者と非認定者で有意差を認めず, 男女比較において総コレステロール値 (p < 0.05) および LDL コレステロール値 (p < 0.01) が女性で有意に高値を示した。

本研究の対象者における 5 m 歩行時間を男女別に 4

分位を参考として速い群から順に I 群 48 名 (男性 37 秒以下, 女性 42 秒以下), II 群 48 名 (男性 38 ~ 42 秒, 女性 43 ~ 48 秒), III 群 45 名 (男性 43 ~ 51 秒, 女性 49 ~ 57 秒), IV 群 49 名 (男性 52 秒以上, 女性 58 秒以上) の 4 群に分類して各変数を比較すると, IV 群の年齢が I 群および II 群に比べて有意に高かった (p < 0.01) (表 2)。また, それぞれの群における追跡期間の 39 ヶ月間での要介護認定発生率は, I 群 6.3% (3 名), II 群 12.5% (6 名), III 群 8.9% (4 名), IV 群 42.9% (21 名) であった。それぞれの群による要介護発生率曲線の差を Log-rank 検定にて検討した結果, 5 m 歩行時間が遅い IV 群では, その他の 3 群と比べて有意に高い要介護認定発生率を認めた (p < 0.001) (図 1)。変数増加法 (尤度