

地域在住高齢者における歩行時の身体動揺に 関連する要因について

竹内亮¹⁾・植木章三¹⁾・上出直人²⁾・高戸仁郎³⁾・金子勝司¹⁾・陳洋明¹⁾
曾根裕二¹⁾・安田友紀⁴⁾・萩野浩明⁵⁾・小川晃子⁶⁾・芳賀博⁷⁾

2017年11月30日受付 2018年2月15日受理

Variables affecting body sway during gait among community-dwelling elderly people

Ryo Takeuchi Shouzoh Ueki Naoto Kamide Jinro Takato
Shoji Kaneko Youmei Chin Yuji Sone Yuki Yasuda
Hiroaki Hagino Akiko Ogawa Hiroshi Haga

Abstract

The purpose of this study was to investigate body sway during gait with a focus on the relationship between body sway and physical function, as well as instrumental activities of daily living and fall self-efficacy among community dwelling elderly people. Ninety-five community-dwelling elderly people participated in this study. Several scales were measured: toe-grip strength, standing on one leg with eyes open, the Timed Up and Go (TUG) test, the Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence (TMIG), and the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). Body sway and velocity during an 11-m straight gait test were calculated using a tri-axial acceleration sensor. Variables affecting body sway were assessed by partial correlation coefficient analyses. Vertical sway was significantly correlated with all variables. Anteroposterior sway was significantly correlated with TUG score, normal and max walking time. Mediolateral sway was significantly correlated with normal walking time. In addition, elderly persons requiring care showed significantly less body sway than independent elderly persons. It might be difficult for frail elderly persons to move their center of gravity to enhance gait velocity.

キーワード：身体動揺 歩行 高齢者 IADL 転倒自己効力感

Keywords: body sway gait elderly persons IADL fall self-efficacy

1. 緒言

日本における超高齢社会の影響により、介護を必要とする者の数が増加の一途を辿っていることは周知のとおりである。このような実情の変化に応じて、介護保険制度が改正を繰り返し、2015年からは介護予防・日常生活支援総合事業（以下、総合事業）が施行された。これまで、介護予防サービスは予防給付として、国によって基準や単価が全国一律で設定されていた。しかし、総合事業では各市町村が主体となり、地域の実情に応じたサービスを提供する方式となった。この方式のスタートに至った経緯は、2014年に策定された地域包括ケアシステム（厚生労働省、2014）に明記されている「地域の実情に応じて、高齢者が、可能な限り、住み慣れた地域でその有する能力に応じ自立した日常生活を営むことができるよう、医療、介護、介護予防、住まいおよび自立した日常生活の支援が包括的に確保される体制」の促進によるものとされる。各市町村が総合事業を円滑に進めていくには、地域包括ケアシステムの構築は不可欠であるが、そのためには住民を主体とする自主的な活動を支援することや、住民一人ひとりの自立度ないし身体機能の低下を防いでいくことが、重要な要素のひとつといえる。

ところで、高齢者の身体活動量および身体機能の低下は、将来の要介護状態のリスクを高めることは多くの報告によって知られてい

る。特に、歩行能力においては歩行速度が遅くなるほど将来の要介護状態へのリスクが高くなる（Shinkai et al, 2000）。歩行は、外出を伴う移動手段という意味だけでなく、森林散策、登山、ウォーキングといった気晴らしやスポーツ活動、対人的交流等、身体、心理および社会的に好影響を与える可能性があることから、重要な要素といえる。

高齢者の歩行能力に関する先行研究には、身体活動量を指標とした報告や（飯田、2011）、歩行時の身体動揺を取り上げた報告（幸田、2016）などがある。しかし、これらのほとんどは、高齢者、比較的自立度の高い者を対象としており、日常生活活動（以下、ADL）において要支援・要介護状態にある自立度の低い者は対象に含まれておらず、また手段的ADL能力や転倒自己効力感といった、身体機能面以外の指標を含めた検討はなされていない。高齢者が転倒に至るまでには、単に心身機能・構造の変化だけでなく、環境因子や個人因子とも相互に関わっていると考えられることから、とりわけ手段的ADL能力や転倒自己効力感などは、歩行能力と強く関連していると予測される。高齢者における転倒予防については介護予防の観点から考えれば、歩行時の身体動揺を含めた指標を用いて、高齢者における歩行能力の特徴を把握し、それが手段的ADL能力や転倒自己効力感といった要素と、どの程度密接であるのかを含めて確認することは意義があると思われる。

そこで、本研究では虚弱高齢者を含めた地域在住高齢者における歩行時の身体動揺に関連する諸要因を、身体機能、手段的ADL能力および転倒自己効力感を用いて検討することを目的とする。

2. 方法

2-1 対象者

2015年12月と2016年2月に、岩手県滝沢市にて実施の体力測定会に両方参加し、研究への協力に同意した地域在住高齢者95名を本研究の対象者とした。さらに、欠損データのあった18名を除く77名を分析の対象者とした(平均年齢 74.7 ± 8.5 歳)。なお、本研究は岩手県立大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施された(承認番号:159)。

2-2 歩行時における身体動揺の測定

歩行時における身体動揺の揺度合い(以下、身体動揺性)を測定するため、Micro Stone社製8チャンネル無線モーションレコーダー(MVP-RF8-GC)を用いた。レコーダーの装着部位は、腰部(第4腰椎付近)とした。歩行路は、スタート地点の前およびゴール地点の後に3mの予備路を設け、合計11mの直線を設定し、対象者に歩行をさせた。歩行の指示は、「普段歩いているペースと同じ程度」に統一し、測定は2回とした。1回目は、指示したペースを本人に確認させるための試行を目

的とし、2回目の歩行時において身体動揺性を明らかにするために加速度を計測した。なお、歩行中は左右動揺性(x軸)、上下動揺性(y軸)および前後動揺性(z軸)の3軸方向から加速度を記録し、サンプリング周波数は、5 msec(1秒間あたり200コマの情報を記録)とした。さらに、歩行開始および制動に起因する身体動揺性の影響をできるだけ取り除く目的で、全コマ数を3分割し、中央の1,000コマ(5秒間分)の記録のみを分析の対象とし、その前後の記録を除外して1,000コマの加速度に対する平均値を算出した。機器の特性上、身体が右方向、下方向および後方向に動揺する場合、加速度の数値がマイナスで表示される。今回は、加速度の大きさを平均値化させるため、1,000コマの二乗平均平方根(RMS値)を用いた数値を採用した。

2-3 身体動揺性以外の身体機能測定

測定項目は、足把持力、開眼片足立ち、5m歩行(通常・最大)およびTimed Up and Goとした。足把持力は、測定姿勢を端座位、膝関節90度屈曲の状態で行った。測定に際して、母指と第5指の末節骨、第2指から第5指の中節骨が足指把持バーにかかるように、足部調節ダイヤルで調節および確認をした。測定は、利き足を2回測定した。開眼片足立ちは、両手を体側に置き、左右各1回測定し、時間の長かった側の測定値を採用した。測定時間は、開始から挙上している方の下肢が床

に着地するまでとした。但し、立ち足がずれた場合、腰部から手を離した場合、挙げている下肢と立ち足が接触した場合は計時終了とした。

5m歩行について、直線の設定は2-2と同様とした。通常歩行では「普段歩いているペースと同じ程度」、一方最大歩行では「できるだけ速く歩いてください」と教示をし、それぞれ歩行開始後3m地点から8m地点までの通過に要した時間を計測した。

Timed Up and Goは、椅子からの立ち上がり動作を開始した直後から3m先の目印を折り返し、再び椅子に座るまでの時間を計測した。なお、対象者には「できるだけ速く回ってください」と教示をした。測定は2回とし、よい方の記録を採用した。

開眼片足立ちは、両手を体側におろし、開始から挙上している方の下肢が床に着地するまでの片足立ち時間を計測した。但し、立ち足がずれた場合、挙げている下肢と立ち足が接触した場合、60秒に達した場合は計時終了とした。測定は2回とし、よい方の記録を採用するが、1回目で60秒に達した場合は、2回目の測定は行わないこととした。

2-4 手段的ADL能力および転倒自己効力感の評価

手段的ADL能力の評価について、老研式活動能力指標(古谷野, 1993)(以下、TMIG)を用いて行った。TMIGは、13項目からなる

手段的ADL・知的能動性・社会的役割に関する活動について、それぞれ実施できるか否かを「はい」または「いいえ」で回答する評価指標である。各質問に対する回答が「はい」の場合を1点、「いいえ」の場合を0点とし、全項目の点数を合計し(0~13点)、点数が高いほど高次の生活機能が高いことを意味する。なお、老研式活動能力指標の質問文は、表1に示している。

転倒自己効力感について、Yardleyら(2005)によって開発され、上出ら(2010)によって日本語訳された国際版転倒自己効力感尺度の短縮版(以下、FES-I)を用いた。FES-Iは、7つの活動に対して転ばずに活動する自信がどの程度あるかを1~4点で自己評価し、その点数の合計点で転倒せずに活動する自信の程度を評価するものである。表2に示す質問①~⑦の回答番号を、それぞれ点数として合計し(4~28点)、点数が高いほど転倒に対する自己効力感が低い。つまり、転ばずに活動する自信が低いことを意味する。

2-5 統計処理

対象者の特徴を把握するために、自立高齢者(自立群)と介護保険サービスを利用している虚弱の状態にある者(非自立群)に対象者を分類し、両群間における各項目の差を独立サンプルによるMann-Whitney's U検定で有意差を検討した。次に、身体動揺性(3軸による加速度)と他の身体機能、TMIGおよ

表1. 老研式活動能力指標 (TMIG)

1.バスや電車を使って1人で外出できますか	はい	いいえ
2.日用品の買い物ができますか	はい	いいえ
3.自分で食事の用意ができますか	はい	いいえ
4.請求書の支払いができますか	はい	いいえ
5.銀行預金・郵便貯金の出し入れが自分でできますか	はい	いいえ
6.年金などの書類が書けますか	はい	いいえ
7.新聞を読んでいますか	はい	いいえ
8.本や雑誌を読んでいますか	はい	いいえ
9.健康についての記事や番組に関心がありますか	はい	いいえ
10.友だちの家を訪ねることがありますか	はい	いいえ
11.家族や友だちの相談にのることがありますか	はい	いいえ
12.病人を見舞うことができますか	はい	いいえ
13.若い人に自分から話し掛けることがありますか	はい	いいえ

表2. 国際版転倒自己効力感尺度短縮版 (FES-I)

あなたが、普段どのくらい転ばないように気を遣って行動しているのかをお聞きます。以下の質問にある行動に対して、あなたがどのくらい“転ぶかもしれない”と気を遣いながら行っているのか、最も当てはまると思われるもの一つに○をしてください。				
	まったく 気を遣わない	どちらかという と気を遣う	かなり気を遣う	とても気を遣う
①着替えをする(普段の衣服の着脱)	1	2	3	4
②自宅の浴槽への出入りをする	1	2	3	4
③椅子から立つ、または椅子に座る	1	2	3	4
④階段の昇り降り	1	2	3	4
⑤床の上の物、または頭上の物を取る	1	2	3	4
⑥坂道を登る、または下りる	1	2	3	4
⑦家族以外との活動や会合に参加する	1	2	3	4

びFES-Iとの関係を明らかにするために、年齢および体格の影響を調整した偏相関分析を行った。統計処理は、統計ソフトIBM SPSS 日本語版 Ver.25 を使用し、有意水準は危険率5%未満とした。

3. 結果

3-1 自立群および非自立群における各項目の群間比較

自立群および非自立群における各項目について、Mann-Whitney's U検定で群間比較を行った結果を、表3に示している。自立群の結果のうち、非自立群より有意に高値であった

表3. 異なる群における各項目の差異

	自立群(n=51)	非自立群(n=26)	有意確率	
年齢(歳)	71.94±5.42	80.54±9.88	P<0.01	
BMI	23.96±2.86	25.40±3.69	ns	
身体動揺性 (加速度) (m/sec ²)	左右動揺性	1.66±0.48	1.66±0.64	ns
	上下動揺性	3.05±0.76	2.15±0.91	P<0.01
	前後動揺性	2.28±0.54	2.07±1.46	P<0.01
足把持力(kg)	11.53±4.20	6.56±4.63	P<0.01	
開眼片足立ち(sec)	51.75±16.27	18.00±23.05	P<0.01	
TimedUpandGo(sec)	5.44±1.25	12.28±7.16	P<0.01	
5m通常歩行時間(sec)	3.49±0.56	6.15±2.89	P<0.01	
5m最大歩行時間(sec)	2.67±0.51	5.05±2.60	P<0.01	
TMIG(0-13)	12.31±1.14	7.42±4.31	P<0.01	
FES-I(4-28)	11.46±4.13	15.95±4.43	P<0.01	

身体動揺性(加速度):5m通常歩行時における計測値

TMIG:老研式活動能力指標(点数が高いほど良好)

FES-I:国際版転倒自己効力感尺度短縮版(点数が低いほど良好)

Mann-Whitney's U検定

項目は、足把持力 (P<0.01)、開眼片足立ち (P<0.01)、上下動揺性 (P<0.01)、前後動揺性 (P<0.01) およびTMIG (P<0.01) だった。一方、自立群の方が非自立群より有意に低値であった項目は、年齢 (P<0.01)、Timed Up and Go (P<0.01)、5m通常歩行時間 (P<0.01)、5m最大歩行時間 (P<0.01) およびFES-I (P<0.01) だった。

3-2 3軸による加速度と他の身体機能、TMIGおよびFES-Iとの関係

年齢およびBMIを調整変数とした偏相関分析の結果について、表4に示している。分析の結果、3軸による加速度のうち左右動揺性と強く関連する要因はなかった。上下動揺性

は、足把持力 (r=0.36, P<0.01)、開眼片足立ち時間 (r=0.32, P<0.05)、Timed Up and Go (r=-0.47, P<0.01)、5m通常歩行速度 (r=-0.55, P<0.01)、5m最大歩行時間 (r=-0.44, P<0.01)、TMIG (r=0.31, P<0.05)、FES-I (r=-0.31, P<0.05) との間で有意な偏相関関係がみられた。次に、前後動揺性は、Timed Up and Go (r=-0.25, P<0.05)、5m通常歩行時間 (r=-0.41, P<0.01)、5m最大歩行時間 (r=-0.22, P<0.05) との間で有意な偏相関関係があった。

4. 考察

本研究の目的は、虚弱高齢者を含めた地域在住高齢者における歩行時の身体動揺に関連

表4. 偏相関分析による歩行時の身体動揺性に関連する要因

		身体動揺性(加速度)		
		左右動揺性	上下動揺性	前後動揺性
足把持力	相関係数	0.03	0.36	0.13
	有意確率	0.80	0.00	0.32
開眼片足立ち時間	相関係数	-0.11	0.32	-0.03
	有意確率	0.39	0.01	0.82
Timed Up and Go	相関係数	-0.01	-0.47	-0.25
	有意確率	0.95	0.00	0.05
5m通常歩行時間	相関係数	-0.32	-0.55	-0.41
	有意確率	0.01	0.00	0.00
5m最大歩行時間	相関係数	-0.13	-0.44	-0.22
	有意確率	0.32	0.00	0.09
TMIG	相関係数	0.19	0.31	0.19
	有意確率	0.14	0.01	0.13
FES-I	相関係数	-0.06	-0.30	-0.11
	有意確率	0.64	0.02	0.37

制御変数: 年齢、BMI

n=64

身体動揺性(加速度): 5m通常歩行時における計測値

TMIG: 老研式活動能力指標(点数が高いほど良好)

FES-I: 国際版転倒自己効力感尺度短縮版(点数が低いほど良好)

する諸要因を、身体機能、手段的ADL能力および転倒自己効力感を用いて検討することであった。

自立群と非自立群における各項目の差異について、BMIと加速度の左右動揺性以外のすべての項目で有意差が認められた。幸田ら(2016)は、高齢者において動揺性の少ない歩行の獲得は、歩行能力の維持や転倒リスクを低下させる一要因となると述べており、これを受けて自立群の加速度は非自立群に比して低値であることを予測していた。しかしながら、加速度の上下および前後動揺性は、非自立群の方が低値であった。この結果に関し

ては、後の偏相関分析の結果とともに考察する。

歩行やバランス能力の低下を伴う運動器不安定症の判定をする上で、TUGが11秒以上(坂田ら, 2007)または開眼片足立ちが15秒未満(久保ら, 2011)を、運動機能面の基準値とすることの臨床的意義を示しており、日本整形外科学会(2016)においても、これらの基準値が運用されている。本研究の結果をこの基準値にあてはめると、非自立群のTUGのみ基準値を上回っており、運動器不安定症の正確なスクリーニングが必要な者が多くを占めていることが窺えた。

足把持力は、安定した立位での活動を行うためには、足の把持機能が重要になること、また加齢とともに足把持力が低下するという特徴がある(村田ら, 2007)。本研究の自立群と非自立群は、歩行やバランス能力、TMIGといった安定した立位の活動が要求される項目の他に、年齢にも有意差が認められている。両群における足把持力の差は、身体機能面だけでなく加齢による影響も関与していると考えられた。

歩行速度について、屋外歩行を自立して行うためには、毎分60m(毎秒1m)が必要な速度の基準とされており(大森ら, 2005)、これは横断歩道を無理なく渡りきるために必要な歩行速度に相当する。非自立群では、この基準に基づくと5m歩行の通常で1.15秒、最大にあたっては0.05秒とわずかであるが不足していた。このことから、非自立群は最大歩行相当のペースで何とか自立歩行が行えている状態である可能性が示された。

3軸による加速度と他の身体機能、TMIGおよびFES-Iとの関係について、年齢およびBMIを調整変数とした偏相関分析を行った。その結果、加速度の上下動揺性ではすべての項目と、前後動揺性ではTimed Up and Go、5m通常歩行時間、5m最大歩行時間との間で有意な偏相関関係がみられた。上下動揺性について、歩行動作における上下方向への重心点は、立脚中期に最高点となり踵接地期に最低点となる(中村ら, 2000)。さらに、頭部

の上下方向動きは歩行速度に依存し、普通歩行より速歩の方が高値となる(中村ら, 2000)。この考え方に従うと、本研究における上下動揺性については、中村らの著述と同様の結果であったといえる。また、手段的ADLにおける買い物や他者との交流等の活動は、歩行による外出を多く伴う。今回は、対象者の行動範囲や他者との交流といった活動について詳細に調査をしていないが、このような活動が活発な者ほど加速度を含めた歩行能力が良好となり、それに併せて他の項目についても相乗的に好影響を与える可能性が示された。

足把持力および開眼片足立ちについて、村田ら(2008)は高齢者の開眼片足立ちと足把持力との間に強い関連性があることを報告しており、バランス能力を向上させるための一要素として足把持力を高めることを述べている。しかしながら、表には示していないが、今回足把持力と開眼片足立ちの間には、有意な偏相関関係は認められなかった。一方、Timed Up and Go (-0.403, $P < 0.01$)、5m通常歩行時間 (-0.294, $P < 0.05$) および5m最大歩行時間 (-0.334, $P < 0.01$) は、足把持力と有意な偏相関関係が認められた。今回測定した足把持力は、静的バランス能力よりも、歩行さらには最大努力を伴う動作ほど関連性が強く、それを受けて上下動揺性との間にも有意な関連性が示されたと考えられる。上下動揺性と開眼片足立ちとの関連性について、開眼片足立ちと歩行能力は強く関連しているこ

とは既に報告されており（種田，1996）、今回の結果は少なからず先行研究を支持するものであったと思われる。

TMIGおよびFES-Iについて、上下動揺性の振幅が大きいほど両者の点数が良好であった。表に示していないが、TMIGは5m通常歩行（ -0.303 , $P<0.05$ ）および5m最大歩行（ -0.256 , $P<0.01$ ）と強く関連していたが、FES-Iは歩行能力とは有意な関連がなく、開眼片足立ち（ -0.421 , $P<0.01$ ）と有意に関連していた。TMIGおよびFES-Iは、上下動揺性と関連がある点で共通している一方、前者は歩行能力、後者は静的バランス能力と関連しているという点で異なっていた。TMIGは、手段的ADL能力の指標であり、歩行能力が要求される項目が多いことから、今回の結果はTMIGの特徴がよく反映されていると考えられた。したがって、高齢者の手段的ADL能力が低下した場合、その原因をスクリーニングすることや歩行能力改善のための方法を考える上で、加速度は歩行動作を質的ないし量的に評価できる点で有用な指標と考えられた。

一方、FES-Iについて、本多ら（2016）は、転倒セルフ・エフィカシーが高い者ほど開眼片足立ちの成績が良好であったと述べており、本研究の結果はこの先行研究を支持するものであった。FES-Iの質問文のほとんどは、動的バランスが要求される内容であるが、たとえば歩行動作の遊脚期など身体活動には片足で支持をする局面、つまり開眼片足立ちにお

いて必要な要素が多く存在すると思われる。開眼片足立ちは、静的バランス能力としての意味合いが強いが、転倒自己効力感の高い身体活動を構成する上で必要な要素と考えられた。しかし今回、FES-Iは歩行能力、Timed Up and Goとの関連性がなく、その要因については確認することができなかった。

加速度の前後動揺性について、Timed Up and Go、5m通常歩行時間および5m最大歩行時間との間で有意な偏相関関係があった。高齢者における歩行の特徴として、体幹の前屈が先行することで重心が前方へ推進され、骨盤がそれに追従するパターンであるとし、若年者はその逆のパターンで先行して骨盤が前傾する（McGibbon et al, 2001）。一方、異常歩行のひとつにも体幹前屈があるが、その原因として足関節底屈（拘縮と痙縮）、大腿四頭筋および股関節伸筋の弱化、股関節屈筋の拘縮などが挙げられる（Perry et al, 2010）。これらの原因は、障がいの有無にかかわらず加齢とともに徐々に起こり得る現象であると思われる。まとめると、高齢者における歩行時の体幹前屈は、前方への推進力を確保するための一手段である一方、異常歩行の現象としての意味合いもあることが確認された。本研究では、前後動揺性とTimed Up and Goおよび5m通常・最大時間について、すべて負の偏相関関係であったことから、前後動揺性は筋力低下や拘縮等の程度より、歩行速度（前方への推進力）に依存し、前後動揺性の振幅が少

ないと速度も小さくなる傾向があることが推察された。

加速度の左右動揺性について、5m通常歩行時間と有意な負の偏相関係があった。歩行時の左右方向の振幅は、普通歩行より速歩の方が小さくなる（中村ら、2000）。しかしながら、今回は中村らの言及と相反する結果となった。

高齢者における歩行時の身体動揺は、若年者のそれに比べて大きくなることは既に述べたが、本研究では高齢者の中でも非自立の高齢者が含まれていることや身体・心理的要因が低値になるほど、歩行時の身体動揺が小さいことが確認された。これは、歩行速度を増加させるために必要な前方へ推進力、つまり重心移動の強弱を制御する能力が低下している可能性がある。

本研究は、いくつかの課題が残されている。対象者の居住地は、冬季は寒冷で積雪を伴うことから豪雪地域であるといえる。したがって、豪雪地域以外の地域において本研究の結果を一般的見解として当てはめることには限界がある。また、対象者の中には杖やカートなどの歩行補助具を使用して歩行を行う者が含まれていた。歩行補助具の使用は、体幹前屈を促進させる一要因になっており（Perry et al, 2010）、これにより加速度の前後動揺性の振幅が変動する可能性がある。次に、足把持力以外の筋力や関節可動域、特に異常歩行に関連する膝および股関節伸展筋群、足関節

可動域等を測定項目に含まれていないことや、加速度と同期させた映像による動作解析を行っていないこと等で、厳密さの面で不十分である点は否めない。

本研究の対象者は、先にも述べたとおり豪雪地域に在住している。飯田（2011）は、豪雪地域在住高齢者の特徴として、除雪作業が身体活動量確保に役立っている一方、速歩を行う時間が不十分であると指摘している。このことから、豪雪地域に在住の高齢者は、速歩の時間確保に加え、積雪等で路面状態が良好でない場所を歩いて移動する能力が維持されるべきである。本研究における歩行時の身体動揺の測定は、比較的歩行能力を質的かつ視覚的な評価がしやすい点で、今後は映像分析と並行することで、特に転倒リスクのある不整地の多い地域に在住する者に対して有用な情報が提供できる可能性が示された。

本研究は、(株)NTTドコモの受託研究費にて実施した。ただし、研究データの解析に関しては、研究者が独立して実施した。

引用文献

- 本多裕一、政時大吉、谷口彰仁、山田将弘（2016）：転倒セルフ・エフィカシーと身体機能の関係—虚弱高齢者に対する調査—。ヘルスプロモーション理学療法研究, 6 (4) : 201-205.
- 飯田知恵（2011）：豪雪地域における高齢者の身体活動量の季節変動。The Kitakanto medical

- journal, 61 : 395-403.
- 上出直人, 柴喜崇, 高橋香代子, 稲葉康子, 芳賀博 (2010) : 日本の地域在住高齢女性における国際版転倒関連自己効力感尺度の信頼性と妥当性 : the Falls Efficacy Scale-International. 総合リハビリテーション, 38 (11) : 1063-1069.
- 厚生労働省 (2014) : 地域における医療及び介護の総合的な確保の促進に関する法律.
<http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12401000-Hokenkyoku-Soumuka/0000052238.pdf>
(平成27年12月29日閲覧)
- 厚生労働省 (2015) : 介護予防・日常生活支援総合事業ガイドライン (概要)
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000088276.pdf>
(2017年12月29日閲覧)
- 幸田仁志, 甲斐義浩, 大杉紘徳, 福本貴彦, 村田伸 (2016) : 高齢者における最速歩行時の身体動揺性と筋力の関係. ヘルスプロモーション理学療法研究, 5(4) : 161-165.
- 古谷野亘 (1993) : 地域老人の生活機能—老研式活動能力指標による測定値の分布. 日本公衛誌, 40 : 468-474.
- 久保温子, 村田伸, 大田尾浩, 堀江淳, 村田潤, 宮崎純弥, 山崎先也, 溝田勝彦, 浅見豊子 (2011) : 運動器不安定症の運動機能評価法に関する検討—開眼片脚起立時間ならびにTUG設定時間と歩行能力に着目して—. 理学療法科学, 26(5), 619-623.
- McGibbon CA, Krebs DE (2001): Age-related changes in lower trunk coordination and energy transfer during gait. J Neurophysiol, 85(5): 1923-1931.
- 村田伸, 大山美智江, 大田尾浩, 村田潤, 豊田謙二, 藤野英巳, 弓岡光徳, 武田功 (2007) : 地域在住高齢者の足把持力に関する研究—性差および年代別の比較—. 理学療法科学, 22(4) : 499-503.
- 村田伸, 大山美智江, 大田尾浩, 村田潤, 豊田謙二, 藤野英巳, 弓岡光徳, 武田功 (2008) : 地域在住女性高齢者の開眼片足立ち保持時間と身体機能との関連. 理学療法科学, 23(1) : 79-83.
- 中村隆一, 齋藤宏 (2001) : 基礎運動学. 医歯薬出版, 東京, 337-342.
- 日本整形外科学会 (2016) : 整形外科シリーズ23 運動器不安定症. (http://www.joa.or.jp/public/publication/pdf/joa_023.pdf 2017年12月28日閲覧)
- 種田行男 (1996) : 姿勢調節の加齢変化. PTジャーナル, 30(5) : 307-310.
- 大森圭貢, 横山仁志, 寺尾詩子, 平木幸治, 近藤美千代, 笠原西介, 山崎裕司, 笹益雄 (2005) : 道路横断に必要な等尺性膝伸展筋力の目標値—高齢男性患者における検討. 総合リハビリテーション, 33 : 1141-1144.
- Perry J, Burnfield JM, Cabico LM (2010): Gait analysis Normal and pathological function 2nd ed. Slack: 180-181.
- 坂田稔教, 土居通哉, 細川武, 小牧宏一, 岡本順子, 五味敏昭 (2007) : 運動器不安定症と地域在住高齢者の体力. 埼玉圏央リハビリテーション研究会雑誌, 7(1) : 15-19.
- Shinkai S, Watanabe S, Kumagai S, Fujiwara Y, Amano H, Yoshida H, Ishizaki T, Yukawa H, Suzuki T, Shibata H (2000): Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. Age Ageing, 29(5): 441-446.
- Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C (2005): Development and

initial validation of the Falls Efficacy Scale-
International (FES-I). *Age and Ageing*, 34(6):
614-619.