



成人・高齢者保健

老年症候群

定義・語義

高齢者に多く見られる虚弱、転倒、尿失禁、認知機能低下、うつ、低栄養、摂食・嚥下障害、口腔機能低下、睡眠障害、脚のトラブルなど、明確な病気と分類するにはなじまない症状・徴候を総称して「老年症候群」とよぶ。50以上の症状・徴候が老年症候群と考えられている。

老年症候群の特徴は、①必ず老化が背景要因として存在し、明確な疾患として扱われないこと、②有症率は高いものの致命的な症状ではないこと、③初期は日常生活障害が顕在化しないことである。

歴史・背景

老年症候群の概念が出てきた背景は、寿命の延長に伴う高齢者患者の急増と強く関連している。「老年症候群(geriatric syndrome)」は1957年にダフィシー(Dufficy, R. G.)が初めて使用した用語である¹⁾。

以来、老年医学・医療の領域で、「移動困難」(ギルとホイートリー[Gill, G. V. & Wheatley, K. E.]; 1982年)、「発作」

(リップシツ[Lipsitz, L. A.]; 1983年)無痛性狭心症(ゴードン[Gordon, M.]; 1986年);うつ(ケネディ[Kennedy, G. L.]; 1995年)のように、高齢者に特有の症候が報告された。2000年以降はより広い概念としてとらえられるようになり、関連論文や解説が多く報告された。

わが国では1982年、老年科診療指針の中での「老年者における特異な病態」が最初の記述である。その後、1992年に出版された「新老年学」の「老年症候群」章で、健忘症候群、尿路障害、視聴覚障害、低栄養、骨折、転倒、寝たきり、褥瘡が取り上げられた²⁾。その後、2002年には専門医の教科書の中にその正式な名称が掲載された³⁾。

解説

鳥羽らは、老年症候群の症状を出現頻度の特徴から3つに分類している。①主に急性疾患に付随する症候で、若い人と同じくらいの頻度でおきるが、対処方法に若い人とは違う工夫が必要な症候群(めまい、息切れ、頭痛、転倒など)、②おもに慢性疾患に付随する症候で、前期高齢者から徐々に増加する症候群(認知

障害、視力低下、言語障害、関節変形・痛など)、③後期高齢者に急増する徴候で、日常生活活動度の低下と密接な関連を持ち、介護が重要な一連の徴候群(ADL低下、骨粗鬆症、嚥下困難、尿失禁、せん妄、うつなど)である⁴⁾。

老年症候群は、心身の機能低下と深く関連する症状であり、要介護状態につながると考えられるため、介護予防の観点からも着目されている。上述の分類では、とくに③が要介護状態に直結するものとして注意が必要とされている⁵⁾。また有する症状の数が多いほど、ADLの低下につながりやすいという報告もある³⁾。

老年症候群は、「高年齢のせい」とされやすい性質を持つことから、高齢者が積極的な対応をしないことが多い。また、老年症候群は、1つの症候が別の老年症候群の症候を惹起させる危険性も指摘されている⁵⁾ため、早期発見を行い、早めの対応を行うことが必要である。

このための評価として、医療の場では高齢者総合的機能評価(CGA: Comprehensive Geriatric Assessment)が開発され、活用されている。地域では2001年度から東京都老人総合研究所が実施した「おたっしや健診」が最初の取り組みである。現在、地域支援事業の介護予防事業の中で実施されている二次予防事業の対

象者把握事業は、老年症候群とうたってはいるが、運動機能、栄養、口腔機能、閉じこもり、認知機能、うつに着目したものであり、老年症候群を有する対象の早期発見につながると考えられる。しかし、この事業は高齢者の質問紙への回答割合が必ずしも高くはないことが課題とされており、一次予防事業や、その他の地域活動の中で、高齢者自身や高齢者の周囲にいる人が老年症候群に対する認識を高めるはたらきかけが求められる。

老年症候群が発見された後は、それぞれの症状に応じて対応することになるが、症状の中には背後に疾病が隠れている場合や、薬物による副作用が症状の原因である場合がある。高齢者は個人差が大きく、症状も非定型であることから、その診断や治療、保健指導には注意が必要である。

文献

- 1) Dufficy, R. G.: Management of the geriatric syndrome with nutritional-hormonal supplements. *Journal of American geriatrics society* 5 (11): 936-939, 1957.
- 2) 折茂肇ほか編: 新老年学, 第1版. 東京大学出版会, 1992.
- 3) 日本老年医学会編: 老年医学テキスト, 改訂版. メジカルビュー社, 2002.
- 4) 鳥羽研二ほか編: 老年症候群の診かた. メジカルビュー社, 2005.
- 5) 佐竹昭介・鳥羽研二: 老年症候群. レジデント 5(5): 6-13, 2012.



成人・高齢者保健

ロコモティブシンドローム

定義・語義

ロコモティブシンドローム (locomotive syndrome) とは¹⁾、運動器の機能が衰えて歩行に支障をきたし、介護が必要になる状態のこと、またはそうなる危険性が高い状態のことをさす。日本語にすると「運動器症候群」と訳される。ここでいう運動器とは、身体活動にかかわる諸組織・器官の機能的連合として、「骨」「軟骨」「筋肉」「関節」「神経」「靭帯」「腱」などの組織を含む。

歴史・背景

ロコモティブシンドローム (以下、ロコモ) が出てきた背景は、要支援・要介護となる原因のトップ3は、脳血管疾患、認知症、虚弱であるが、4番目の関節疾患、5番目の転倒・骨折を合わせると脳血管疾患を上まわることと強く関連している。なお、locomotiveには「運動の」「移動力のある」という訳以外に、力強く能動的に走る機関車のように、人間の身体もすべての組織が連動して力動的・積極的に生きていこうという意味が込められている。

2007年、日本整形外科学会理事長(当時)の中村耕三は、高齢者が複数の運動疾患をかかえることにより、緊急搬送の増加、要介護状態の発生を引きおこしている現状と、こわれたところを修復する従来の整形外科的な対処法の限界を訴えた。こうして、同学会は新しい概念・用語としてロコモを提唱した。2008年5月に日本ロコモティブシンドローム研究会が旗揚げした。

2009年4月には、日本整形外科学会がロコチェック5項目として、①片脚立ちで靴下がはけない、②家のなかでつまずいたり滑ったりする、③階段を上るのに手すりが必要である、④横断歩道を青信号で渡りきれない、⑤15分くらい続けて歩けないを示した。同学会は、2009年10月にはチェック項目に2項目①2kg程度の買い物をして持ち帰るのが困難である、②家のやや重い仕事(掃除機の使用、布団の上げ下ろしなど)が困難であることを追加し、1つでも当てはまるものがあればロコモの心配があるとした²⁾。

2013年5月、同学会はロコチェックに加え、より20~70代の広い年齢層において各世代ごとにロコモの危険度を判定

する評価法として「ロコモ度テスト」を策定した。このテストは、①下肢筋力判定方法：立ち上がりテスト、②歩幅判定方法：2ステップテスト、③身体状態・生活状況判定方法：ロコモ25の3つのテストからなる。この3つのテスト結果がいずれか1つでも自分の年代相応の数値結果に足りない場合は、「現時点また将来ロコモになる可能性がある」と判断する。

解説

ロコモがおこる機序は複雑でさまざまな要因があるが、大きくは「筋力、バランス、関節可動域などの身体機能の低下」、「変形性膝関節症、腰部脊柱管狭窄症、骨粗鬆症などの疾病」の2つに分けられる。2つの要因は、加齢の影響を受けておこることに違いはない。

しかし、自分の努力などである程度もとに戻せるかどうかという点でみると、「筋力、バランス能力、関節可動域」は、加齢に伴う骨格筋量の減少や筋力の低下(サルコペニア)、運動不足がおもな原因である。日ごろの適切なトレーニングや運動によって、ある程度の回復が見込める。ロコモの発症がはじまる40代の場合、足腰の衰えを感じても、自分の移動能力の低下が将来要介護になる危険性の高い状態を引きおこすという危機意識を持ちにくい。運動不足や身体の不使用は移動機能の低下を加速させるので、ロコ

モの可能性がある場合は、早期予防のために日本整形外科学会が提案しているロコモレ³⁾の「その1：開眼片脚立ち、その2：スクワット、その3：その他のロコモレ(ストレッチ、関節の曲げ伸ばし、ラジオ体操、ウォーキング、各種スポーツなど)」のように手軽で安全な方法での運動の実践が推奨される。

一方、「骨や関節に関する疾病」は、ある程度進行してしまうと、自力での回復が困難となるため、早めに気づくことが大切である。

とくに骨粗鬆症に伴う骨折のうち、大腿骨頸部骨折はその約半数が介助生活を余儀なくされ、また1年以内の死亡率も10~20%と高く、その予防はとても重要である。

公衆衛生分野では保健事業や介護予防事業等でロコモの予防のためのプログラムを実施したり、住民の活動支援によってロコモに移行しないような対策が望まれる。

文献

- 1) Nakamura, K.: A "super-aged" society and the "locomotive syndrome". *Journal of Orthopaedic Science* 13 (1) : 1-2, 2008.
- 2) 石橋英明：運動機能低下に気付くためのチェック法「ロコチェック」. *Modern Physician* 30 (4) : 473-477, 2010.
- 3) 日本整形外科学会：ロコモティブシンドローム(ロコモ)、ロコモパンフレット2010年度版。日本整形外科学会、2010.

サルコペニアに対する運動・栄養による介入効果

Effects of exercise and nutrition supplementation for the prevention of sarcopenia



金 憲 経

Hunkyung Kim

東京都健康長寿医療センター研究所

◎骨格筋量の減少に伴う筋力の衰え、あるいは歩行機能の低下をさすサルコペニアを効率よく予防するためには、多様な危険因子のなかから可変的要因を見出し、その改善に焦点を当てた包括的支援が有効である。可変的要因として注目されているのは、骨格筋の不使用と栄養不良の改善である。運動・栄養による介入効果を検証するために、地域在住サルコペニア高齢者をRCTにより運動、栄養、運動+栄養、教育の4群に分け、運動群には週2回、1回当たり60分間の筋力強化と歩行機能の改善を目的とした包括的運動を、栄養群にはロイシン高配合の必須アミノ酸3gを1日2回補充する介入を3カ月間実施した。その結果、骨格筋量と通常歩行速度は、運動、栄養、運動+栄養の3群で、下肢筋力は運動+栄養群のみで有意な向上が観察された。この結果は、サルコペニア予防には運動にロイシン高配合の必須アミノ酸を補充する複合介入がより効果的であることを強く示唆する。



Key word : サルコペニア, RCT, 包括的運動, 必須アミノ酸補充

骨格筋量の減少に影響する要因は、加齢、慢性疾患、内分泌環境の変化、骨格筋の不使用、栄養不良などさまざまであるが、そのメカニズムの完全解明までには至っていない。骨格筋量の減少に伴う筋力あるいは身体機能の低下を予防するためには、さまざまな要因のなかから可変因子を見出し、その改善に焦点を当てた包括的な支援が有効である。可変因子として注目されているのは、“からだの不使用”と“栄養不良”である。

からだの不使用を解消する手法としては運動が勧められ、たとえ高齢者でも、progressive resistance strength trainingを行うと筋肉量や筋力の増大効果は期待できると多くの研究で指摘している^{1,2)}。一方、高齢者の筋量上昇に栄養補充が有効であるとの研究も多く報告されている³⁾。なかでも、必須アミノ酸補充による筋蛋白質の合成促進効果が検証され、サルコペニア予防のための栄養補充としての有効性に関心が高まっている⁴⁾。



サルコペニアに対する運動介入の効果と問題点

高齢者の筋量上昇や筋力向上には、レジスタンス運動が有効であると多くの研究で指摘している。先行研究49編の介入研究をmeta-analysisしたPetersonによると、介入後にlean body mass (LBM)は平均で1.1 kg(95%CI=0.9-1.2 kg, $p < 0.001$)増大効果を認め、レジスタンス運動の有効性を検証している¹⁾。一方、レジスタンス運動が筋力向上に及ぼす影響は部位によって異なり、leg press(32介入研究)で31.63 kg(95%CI=27.59-35.67 kg, $p < 0.001$)、chest press(36介入研究)で9.83 kg(95%CI=8.42-11.24 kg, $p < 0.001$)、knee extension(28介入研究)で12.08 kg(95%CI=10.44-13.72 kg, $p < 0.001$)といずれの部位においても有意な向上効果を認めた⁵⁾。このように、レジスタンス運動指導によって筋肉量のみならず筋力増大効果は十分得られると期待される。しかし、ここで注意すべき点は先行研究で採用している運動の量である。上昇効果を検証している先行

研究はいずれも higher intensity training, higher-volume intervention である。つまり強い運動を多く指導すればするほど介入効果は上昇するとの結果で、低強度負荷のレジスタンス運動によっては筋量の上昇、筋力の向上効果は検出し難いとの結論である。このようなトレーニング論理は、健康高齢者を対象とした場合には問題が生じない。しかし、骨格筋量の減少に伴う筋力の衰えあるいは歩行機能の低下といった状態のサルコペニア高齢者に高強度、多量の運動を指導し、筋肉量や筋力の上昇のみを追求した場合、“adverse effect”（「サイドメモ」参照）問題についての議論が必要である。一方、サルコペニア改善のためには、moderate intensity のレジスタンス運動でも十分効果が期待できると提案され⁶⁾、サルコペニア高齢者に対する中低強度負荷のレジスタンス運動効果について、今後一層の研究が必要である。

● サルコペニアに対する栄養補充の効果と問題点

筋蛋白質は筋肉のおもな構成成分で、合成と分解のバランスによって筋肉量は一定に保たれる。

サイドメモ

運動の逆効果

高齢者人口が急速に増加する社会構造のなかで、健康寿命の延伸、障害期間の短縮を実現するためには適度な運動は不可欠である。運動不足による筋肉量の減少は、筋力や骨密度の低下を招き、転倒・骨折の危険度の上昇、場合によっては寝たきりに至る。適度な運動は筋力の強化のみならず骨の新陳代謝を活発にし、骨を強化する。筋力と骨が強化されれば、ちょっとしたことでの転倒を予防し、骨折の危険性を減らすことができる。しかし、筋肉量が減少し、かつ筋力や骨密度が低下している弱高齢者の“運動のしすぎ”“過度な運動負荷”は、疲労骨折、または腰痛、膝痛の悪化、関節の痛みを誘発し、移動制約、活動量の減少、体力低下、動悸などの悪い連鎖を招きかねない。運動はいろいろな意味で大切であるが、不適切な運動をしてしまうと思わぬ事故やケガを引き起こし、かえって障害期間の延伸という結果になるため、虚弱高齢者の運動指導にはとくに注意を要する。

高齢になるとさまざまな要因の影響を受け、筋蛋白質の分解量が合成を上まわるか、分解機能の促進、合成機能の低下によって骨格筋量は徐々に減少していく。しかし、筋蛋白質の合成を促進するか、分解を抑制することができれば、骨格筋量の減少を抑える有効な対策といえる。高齢者でも必須アミノ酸の摂取は筋蛋白質の合成を促進する効果があり、必須アミノ酸のなかでもロイシン高含量の必須アミノ酸の摂取がより効果的であることが多くの研究で指摘されている⁴⁾。

アミノ酸補充が筋肉量や筋力に及ぼす影響については数多くの研究が報告されている。なかでもポイントになりそうなくつかの研究を紹介する。まず、ロイシンが35.88%含まれている必須アミノ酸11gを16週間補充し、LBMや筋力、歩行機能の変化を調べた研究によると⁷⁾、LBMは12週で1.14±0.36kgの有意な増大を、下肢筋力は16週で22.2±6.1%増加、通常歩行速度の有意な改善を示した。一方、Dillonらは、ロイシン18.6%、リジン15.5%配合している必須アミノ酸7.5gを1日2回補充する試験を3カ月間実施した。その結果、アミノ酸補充によってLBMは有意に増加(事前:43.5±2.8kg、事後:45.2±3.0kg)したが、筋力の変化はみられなかったと強調している⁸⁾。これらの先行研究を総合すると、必須アミノ酸補充による筋肉量の上昇効果を認める研究は多数あるが、筋力向上の効果はかならずしも一致せず、研究者によって異なる結果が報告されており、今後一層の効果検証が必要である。Drummondらは、運動にアミノ酸補充を加えることによって上昇効果が期待できると指摘している⁹⁾。

● サルコペニアに対する運動・栄養による介入

1. 運動・栄養補充(炭水化物)の介入

運動と栄養補充が虚弱高齢者の体組成や体力に及ぼす影響を調べるために、70歳以上の施設長期入所者100人を運動25人、栄養24人、運動+栄養25人、対照26人に分け、その効果を調べた研究によると¹⁰⁾、運動群で筋力113.0±8.0%増加(非運動群3.0±9.0%増加、 $p<0.001$)、階段上昇パワー28.4±6.6%向上(非運動群3.6±6.7%向上、 p

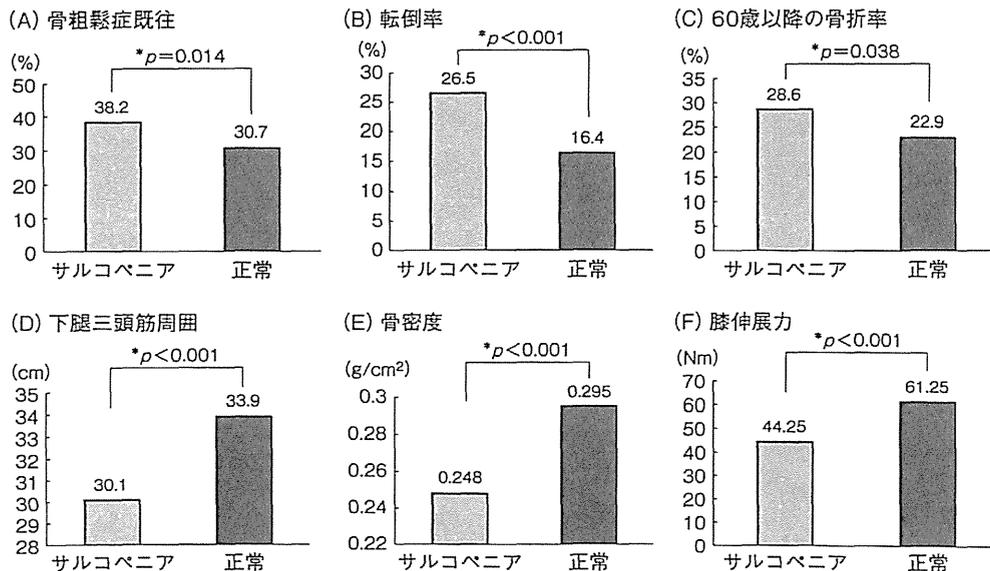


図 1 サルコペニア群と正常群の比較

=0.01), 歩行速度 $11.8 \pm 3.8\%$ 改善 (非運動群 $1.0 \pm 3.8\%$ 増加, $p=0.02$) では有意な改善効果がみられた。しかし, 大腿筋面積は $2.7 \pm 1.8\%$ 上昇 (非運動群 $1.8 \pm 2.0\%$ 減少, $p=0.11$) したが, 統計学的に有意ではなかった。このように, 虚弱高齢者の身体機能の改善には運動中心の複合介入は有効であるが, 栄養補充のみでは不十分であると指摘している。栄養補充の効果が認められなかった原因としては, 栄養成分の影響ではないかと考えられる。この研究で提供した栄養は, 飲料 240 mL (組成: 炭水化物 60.0%, 脂肪 23.0%, 大豆蛋白質 17.0%) を毎日 1 回摂取する指導であった。つまり炭水化物高含量の飲料を補充する介入では虚弱高齢者の体組成や体力の改善効果は認められなかったことから, 対象者の特性や介入目的を考慮した栄養成分の選定が重要なポイントであることを示唆する結果といえる。

2. 運動・栄養補充 (必須アミノ酸) の介入

著者は, 大都市部在住 75 歳以上の後期高齢女性 1,399 名のなかから先行研究で採用しているサルコペニア選定基準¹¹⁾, すなわち骨格筋量の減少, 筋力低下, 歩行速度の低下に, 肥満者を除外するために BMI 減少を用いてサルコペニア高齢者 304 名 (21.7%) を選定した。この操作的選定基準に該当する 304 名の特徴, 運動・栄養による介入効果

を調べる研究を行った¹²⁾。

まず, サルコペニアと選定された 304 名の特徴を調べるために, 非該当者 1,095 名と調査項目を比較した。その結果, サルコペニア群は正常群に比べて, 健康度自己評価で健康だと回答した者の割合, 定期的な運動習慣をもっている者の割合は低値を示したが, 外出頻度が少ない者の割合は高値を示した。既往歴においては, 高血圧症, 高脂血症は正常群より低い割合を示したが, 骨粗鬆症の既往はサルコペニア群 38.2%, 正常群 30.7%, 過去 1 年間の転倒率はサルコペニア群 26.5%, 正常群 16.4%, 60 歳以降の骨折率はサルコペニア群 28.6%, 正常群 22.9% といずれの項目においてもサルコペニア群が有意に高い割合を示した。さらに, サルコペニア高齢者は年齢が高く, 下腿三頭筋周囲, 骨密度, BMI, 筋肉量, 膝伸展力は有意に低値を示した (図 1)。

地域在住サルコペニア高齢者は, 骨粗鬆症歴の上昇, 骨密度の減少に伴う骨折危険性が高いことに加えて転倒率が高いことから, 転倒による骨折の危険性にもさらされていると考えられる。さらに, 外出頻度が少なく, 運動習慣がなく, 健康度自己評価が悪いことが明らかになり, サルコペニア高齢者介入の最優先課題は転倒による骨折予防であり, つぎに筋肉量の上昇, 歩行機能や筋力の

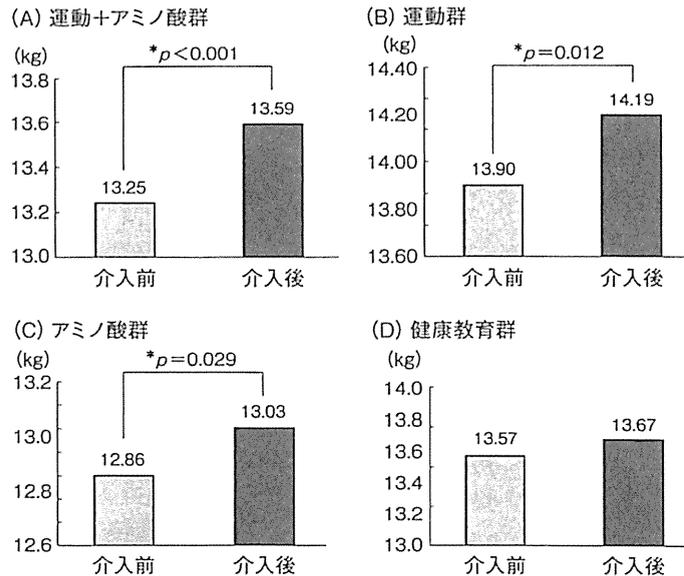


図2 介入後における骨格筋量変化の群間比較¹²⁾

向上, 骨密度改善, 生活習慣の改善, 健康意識の向上を目的とした包括的介入が必要であることが強く示唆された。

① 運動・必須アミノ酸補充による介入

地域在住サルコペニア高齢者に対する運動, 栄養補充の複合介入効果を調べるために, サルコペニア認定者 304 名を介入参加者 155 名, 不参加者 149 名に分類した。介入参加者 155 を randomized controlled trial (RCT) により運動 39 名, 栄養 39 名, 運動+栄養 38 名, 対照 39 名に分け, つぎの運動・栄養介入を行った。

・運動: 運動群には週 2 回, 1 回当たり 60 分間の筋力強化と歩行機能の改善を目的とした指導を行った。運動指導は対象者の体力レベルが低く個人差が大きい点を考慮し, つぎに示す運動を中心に指導した。

- (a) 椅子体操: 指導の初期段階では椅子に腰かけて行う運動を中心に指導し, 運動にある程度適応できた段階では椅子の背もたれに手を当てて行う立位運動を指導した。具体的には, つま先と踵上げ下げ, 片足上げ伸ばし, 膝上げ胸寄せ, 立位での踵上げ下げ, 立位での膝曲げなど。
- (b) レジスタンス運動: ゴムバンド体操(黄色, 赤色使用)と Ankle-weight 運動(錘 0.50

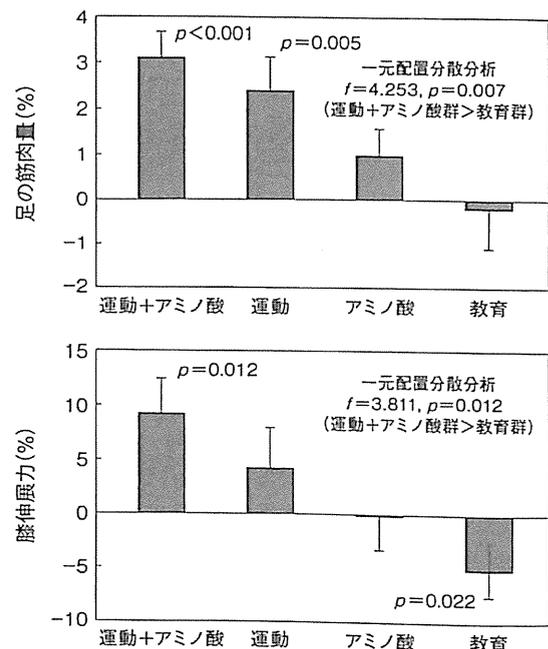


図3 足の筋肉量と膝伸展力変化の群間比較¹²⁾

kg, 0.75 kg, 1.00 kg, 1.50 kg 使用)を指導した。具体的には椅子に腰かけてゴムバンドを二重の輪にし, 土踏まずにバンドをかけて足上げ左右開き, 二重の輪にしたバンドを膝の上まで通し, 膝開き閉じ, 片足上げ胸寄せなど。Ankle-weight を足首に固

表 1 骨格筋量および身体機能の改善に対する介入効果の比較¹²⁾

従属変数*	介入群						
	健康教育群	アミノ酸群		運動群		運動+アミノ酸群	
	基準	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
足の筋肉量+膝伸展力	1.00	1.99	0.72-5.65	2.61	0.88-8.05	4.89	1.89-11.27
足の筋肉量+通常歩行速度	1.00	1.35	0.45-4.08	2.41	0.79-7.58	4.11	1.33-13.68

*従属変数：筋肉量と身体機能の変化：1=向上，0=無変化あるいは低下。
OR=調整済オッズ比，95%CI=95%信頼区間。

定し，両足上げ下げ，両足上げ開閉，片足上げ胸寄せなど。

- (c) 歩行・バランス運動：運動に対する適用能力が向上した中盤以降に歩行・バランス改善運動を導入した。具体的には片足立ち，タンデムスタンス，タンデム歩行，方向変換，体重移動歩行，クロス歩行など。

・栄養：栄養補充群には，ロイシン42.0%，リジン14.0%，バリン10.5%，イソロイシン10.5%，トレオニン10.5%，フェニルアラニン7.0，他5.5%組成のアミノ酸3gを1日2回補充する指導(1日総補充量=6g)を3カ月間実施した。

② 介入の効果

介入前後における四肢の骨格筋量は，栄養群(事前12.86±0.99 kg，事後13.03±1.10 kg)，運動群(事前13.90±1.06 kg，事後14.19±1.33 kg)，運動+栄養群(事前13.25±1.35 kg，事後13.59±1.53 kg)の3群で有意な増加が観察され，サルコペニア高齢者の骨格筋量は運動のみならず栄養補充によって増える可能性が強く示唆された(図2)。

通常歩行速度は，運動群(事前1.31±0.24 m/s，事後1.50±0.23 m/s)，栄養群(事前1.30±0.18 m/s，事後1.36±0.18 m/s)，運動+栄養群(事前1.27±0.25 m/s，事後1.43±0.29 m/s)の3群で有意な増加が観察された。

図3に示したように，足の筋肉量は，運動，運動+アミノ酸群で有意に上昇したが，下肢筋力を測定する膝伸展力は運動+栄養群(事前1.15±0.27 Nm/kg，事後1.23±0.29 Nm/kg)のみで有意な向上が認められたが，他の介入群の変化は統計学的に有意ではなかった¹²⁾。

サルコペニアに対する介入効果を検証するときの重要な観点は，サルコペニアの定義である。サルコペニアとは複合概念，つまり“筋量減少+筋

力低下”あるいは“筋量減少+歩行速度低下”である。よって，この概念に沿った分析が必要である。表1に示すように，“足の筋肉量+膝伸展力”改善にはアミノ酸補充あるいは運動単独の介入では不十分であり，“運動+アミノ酸補充”の複合介入(OR=4.89，95%CI=1.89-11.27)で有効性が確認された。また，“足の筋肉量+通常歩行速度”改善においても運動あるいはアミノ酸群ではORが有意ではなく，“運動+アミノ酸補充”の複合介入(OR=4.11，95%CI=1.33-13.68)で，ORが統計学的に有意性を示した。

おわりに

骨格筋量の減少に伴う筋力の衰え，あるいは身体機能の低下と定義するサルコペニアは，歩行障害，転倒・骨折，骨粗鬆症の上昇と強く関連していることから，老年学分野でもっとも関心の高いトピックスのひとつである。サルコペニアの危険因子は，年齢，性，疾病，内分泌環境の変化，栄養不良，運動不足など種々で複雑である。骨格筋量の減少と密接にかかわるからだの不使用と栄養不良は，可変要因として注目度が高まっている。骨格筋の不使用を解消するためには運動が勧められ，高齢者でも progressive resistance strength training により筋肉量や筋力の増大効果は認められるものの限界があることは前述のとおりである。一方，炭水化物高配合の栄養補充のみでは虚弱高齢者の筋肉量や体力向上に不十分であることを先行研究で指摘している。さらに，ロイシン高配合の必須アミノ酸の補充によって高齢者の筋肉量の増大有効は認められるものの，アミノ酸補充のみではサルコペニア高齢者の体力改善には不十分であることも紹介した。これらの背景を踏まえて著者は，運動にロイシン高配合の必須アミノ酸

補充を加える包括的介入を行ったところ、サルコペニア高齢者の骨格筋量のみならず筋力向上、歩行機能の改善効果を検証した。以上の結果より、サルコペニアに対する介入効果は運動単独あるいは栄養補充単独では不十分であり、運動に栄養補充を加える包括的介入手法がより効果的であることを検証したので、推奨したい。

文献

- 1) Peterson, M. D. et al. : *Med. Sci. Sports Exerc.*, **43** : 249-258, 2011.
- 2) Liu, C. J. and Latham, N. K. : *Cochrane Database Syst. Rev.* CD002759, 2009.
- 3) Malafarina, V. et al. : *JAMDA*, **14** : 10-17, 2013.
- 4) Katsanos, C. S. et al. : *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, **291** : E381-E387, 2006.
- 5) Peterson, M. D. et al. : *Ageing Res. Rev.*, **9** : 226-237, 2010.
- 6) Taaffe, D. R. : *Aust. Fam. Physician*, **35** : 130-133, 2006.
- 7) Borsheim, E. et al. : *Clin. Nutr.*, **27** : 189-195, 2008.
- 8) Dillon, E. L. et al. : *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **94** : 1630-1637, 2009.
- 9) Drummond, M. J. et al. : *J. Appl. Physiol.*, **104** : 1452-1461, 2008.
- 10) Fiatarone, M. A. et al. : *N. Engl. J. Med.*, **330** : 1769-1775, 1994.
- 11) Cruz-Jentoft, A. J. et al. : *Age Ageing*, **39** : 412-423, 2010.
- 12) Kim, H. K. et al. : *J. Am. Geriatr. Soc.*, **60** : 16-23, 2012.

* * *

解説

転倒リスクと歩行との関連

金 憲 経^{1†}

¹ 東京都健康長寿医療センター研究所

要旨: 加齢に伴う歩行機能の特徴的な変化は歩行速度の低下である。歩行速度低下には、バランスや筋力といった体力要素の低下が強く関連することはよく知られている。一方で歩幅の短縮、両脚支持期の延長、遊脚期での足の挙上の低下、歩隔の増大、腕の振りの減少、不安定な方向転換などと転倒リスクとの関連性については詳細な検討が必要であると考えられる。本稿では、歩行パラメーターと転倒、複数回転倒との関連性を調べ、複数回転倒者は歩行速度の低下のみならず、ケイデンス減少、歩幅短縮、歩隔増大、歩行角度拡大といった特徴が観察されたことを示した。

キーワード: 転倒リスク, 複数回転倒, 歩行速度, 歩行パラメーター

1. はじめに

ヒトが自立し生活の質の高い日常生活を送るには、疾病の予防だけでなく日常生活動作 (activities of daily living: ADL) を低下させないことが重要である。近年の大規模疫学研究から健康寿命の延長には運動機能、なかでも歩行機能の影響が大きいことから、歩行機能を維持することの重要性が強調されている¹⁾。

厚生労働省が発表した平成22年国民生活基礎調査によれば、介護が必要となった主な原因は、脳卒中などの脳血管疾患が21.5[%]、認知症15.3[%]、高齢による衰弱13.7[%]、関節疾患10.9[%]、転倒・骨折10.2[%]などと疾病よりも廃用症候群による影響が大きいことが明らかになっている。特に、転倒・骨折は要介護状態になる5番目の要因となっていることから、転倒・骨折予防は介護予防の観点から重要である。

転倒の原因あるいは危険因子はさまざまに複雑である。それは、高齢期の転倒には、老化や老年病、物的環境など多種多様な要因が相互に関連しているからである。転倒の危険因子は、身体的要因を主とする内的要因と生活環境要因を主とする外的要因とに大別できるが、転倒は特定できる一要因ではなく複雑かつ様々なことから、全てについて検討することは不可能である。よって、本稿では歩行との関連性について解説する。

2. 歩行パラメーター

加齢に伴う歩行パラメーターの典型的な変化は歩行速度の低下である (図1)。バランスや筋力といった体力要素の

低下に伴う歩行速度低下や歩幅の短縮、両脚支持期の延長、遊脚期での足の挙上の低下、歩隔の増大、腕の振りの減少、不安定な方向転換などは健康リスクと密接に関わっていることが指摘されている²⁾。

2.1 歩行速度の計測

移動能力を推定するために、通常あるいは最大歩行速度の計測がよく採用され、5[m]あるいは10[m]の測定が一般的である。ここでは5[m]歩行について説明する。障害物のない平坦な床に3[m]と8[m]地点にテープで印を付けた11[m]の歩行路上で直線歩行を行い、3[m]地点を体幹の一部 (腰または肩) が越えた時点から8[m]を越えるまでの時間を計測する。通常歩行は「いつも歩いている速さで歩いて下さい」、最大歩行は「できるだけ速く歩いてください」と被験者に指示する。試行は通常歩行速度1回、最大歩行速度2回行い、速い値を採用する。

2.2 歩行速度のカットポイントとその特徴

歩く速さは様々な健康指標として活用され、多数のカットポイントが提案されている。アメリカでは普段の日常生

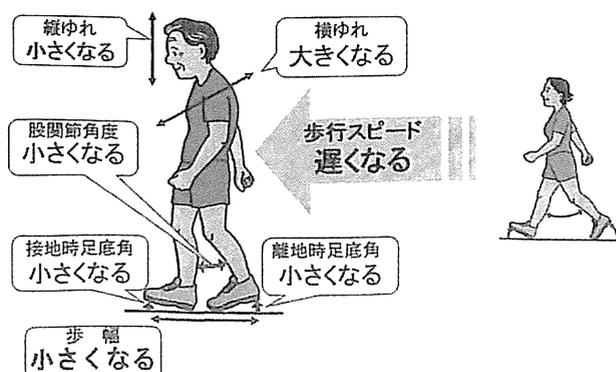


図1 歩行機能の加齢変化

2014年6月29日受付
[†] 〒173-0015 東京都板橋区柴町35-2
 東京都健康長寿医療センター研究所
 金 憲 経
 E-mail: kimhk@tmig.or.jp

活で必要とされる歩行速度の目安である横断歩道を渡りきる速さを1.22[m/sec]と設定し³⁾, 1.0[m/sec]以下になると下肢障害や入院, 死亡の危険性が上昇することが指摘されており⁴⁾, また0.8[m/sec]以下はサルコペニアの診断基準の一つとして使用している⁵⁾. このように, カットポイントには差があるものの歩行速度は高齢者の生活機能の自立や日常生活の良し悪しを判断する指標として幅広く採用されている.

筆者は, 地域在住75歳以上の高齢女性1393人を調査し, サルコペニア診断基準として採用されている通常歩行速度0.8[m/sec]以下の有症率とその特徴を調べた. 調査対象者1393人中, 通常歩行速度0.8[m/sec]未満は5.5[%](76人)であった. 0.8[m/sec]以上群と比較し, その特徴を調べたところ, 痛みの有症率, 変形性膝関節症, 60歳以降の骨折率, 転倒恐怖感, 尿失禁, 介護保険の申請率は有意に高値を示している. しかし, 全身の筋肉量, 足の筋肉量, 握力, 膝伸展力は有意に低値を示している(表1).

2.3 歩行機能の自立期間

世界保健機関(WHO)は, 1984年老年期の健康指標として, mortalityやmoribidityよりも日常生活を営む上で必要とされ

るADLが自立しているかどうかを用いるべきであると提唱している. ADLの概念は, 1945年ニューヨークのInstitute for the Crippled and Disabledにおいて, Dever(医師), Brown(PT)によって生み出された. ADLとは, 一人の人間が独立して生活するために行う基本的な, しかも各人ともに共通に毎日繰り返される一連の身体動作群を指す概念として, 食事・移動・トイレ・着替え・入浴などの身の回り動作群を基本的な生活機能(Basic ADL)⁶⁾, 買い物, 大衆交通機関を利用した外出, 金銭管理, 食事の支度, 請求書の支払いなど社会生活に必要な動作群を手段的生活機能(Instrumental ADL)⁷⁾に分けている. 要介護認定者のBADLの特徴を分析した研究によれば⁸⁾, 移動, 入浴の自立度が低く, 転倒恐怖感や転倒恐怖感のため外出を控える者の割合が高いと指摘している. 一方, Sauvagetらは1994年から1996年まで2年間宮城県W地域在住65歳以上の男女3590人を調査し, 余命に対するADL, IADL, 移動能力の自立期間を調べている. 自立期間が最も短い機能はIADLである. 移動能力の自立期間は65~69歳男性13.2年, 女性14.7年, 70~74歳男性9.6年, 女性11.7年, 75~79歳男性6.7年, 女性7.6年, 80~84歳男性4.6年, 女性4.6年, 85歳以上男性2.2年, 女性1.7年と短い方である(図2)¹⁾.

表1 通常歩行機能低下者(0.8[m/sec]未満)の特徴

変数	0.8[m/s]未満 n=76		0.8[m/s]以上 n=1317		P値
	M	SD	M	SD	
年齢, 歳	80.8 ± 2.9		78.6 ± 2.8		<0.001
体脂肪率, [%]	33.1 ± 5.5		31.8 ± 4.7		0.030
全身筋肉量, [kg]	29.6 ± 4.6		30.7 ± 3.6		0.013
足の筋肉量, [kg]	11.0 ± 1.9		11.4 ± 1.5		0.034
握力, [kg]	15.3 ± 5.1		18.6 ± 4.1		<0.001
膝伸展力, [Nm]	42.6 ± 15.0		58.3 ± 15.2		<0.001
通常歩行速度, [m/s]	0.6 ± 0.1		1.3 ± 0.2		<0.001
痛み, 有	78.9		63.1		0.005
変形性膝関節症, 有	39.5		22.2		0.001
60歳以降の骨折歴, 有	38.7		23.3		0.003
転倒恐怖感, 有	92.1		73.1		<0.001
尿漏れ, 週1回以上	40.8		17.4		<0.001
介護保険の申請, 有	55.3		12.0		<0.001

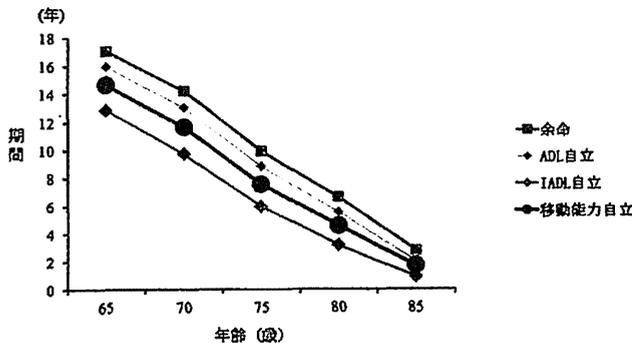


図2 地域在住高齢女性における余命と移動能力自立期間との関係. (Sauvaget et al. 1999より引用, 改変)¹⁾

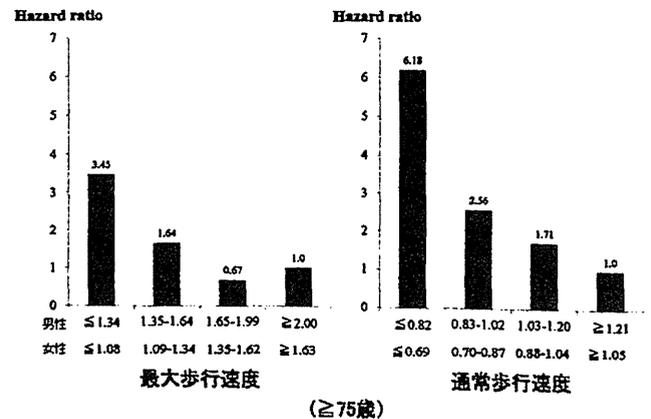
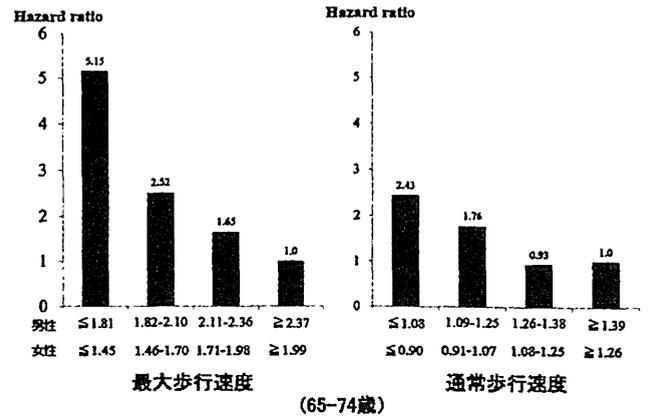


図3 歩行速度と6年間の生活機能障害との関連. (Shinkai et al. 2000より引用, 改変)⁹⁾

2. 4 ADL 障害と関連する歩行速度は年代によって異なる

歩行速度と6年間のADL障害との関連性を検討した Shinkai ら⁹⁾の報告では、65～74歳の前期高齢者の場合、通常歩行速度の低下(HR=2.43)よりも最大歩行速度の低下(HR=5.15)がADL障害の危険性が高まるが、75歳以上の後期高齢者においては、通常歩行速度の低下(HR=6.18)が最大歩行速度の低下(HR=3.45)よりもADL障害の危険性が高いことを検証し、歩行速度の影響は年代によって異なることを指摘している(図3)。

3. 転倒と歩行

疾病によらない身体機能に関連した転倒の危険因子はいずれも加齢(老化)、生活習慣(不活動)に伴う機能の減衰にもとづくものであり、高齢者の転倒原因の大きな割合を占めている。ここでは、歩行機能と転倒との関連性について簡単に記述する。

転倒の危険因子を総合的にまとめた先行研究によれば、転倒の危険度は筋力の低下(RR=4.4)、転倒歴(RR=3.0)、歩行機能低下(RR=2.9)、バランス低下(RR=2.9)が高く、他に視力障害、関節炎、ADL障害、認知機能障害、年齢80歳以上と関連すると指摘している¹⁰⁾。なかでも、筋力、歩行、バランスなど身体的要素に関連した要因の危険性が高いことに注目すべきである(表2)。

まず、注目すべき点は転倒の約5割は歩行中に発生することである(図4)¹¹⁾。転倒を理解するためには、歩行機能の加齢変化の理解が必要である。転倒者の歩行を分析した研究によれば、転倒経験がある高齢者は転倒経験がない高齢者に比べて歩幅は短くて、歩調の変動は大きくて、歩行速度は遅いという特徴を示し、歩行速度の低下のみならず不安定な歩き方が転倒につながる可能性が示唆されている¹²⁾。

比較的健康的な地域在宅高齢者527人を対象に、1992年初回調査を実施し、その後5年間追跡調査を行い2回以上の複数回転倒者と歩行速度との関連性を調べた(図5)。歩行

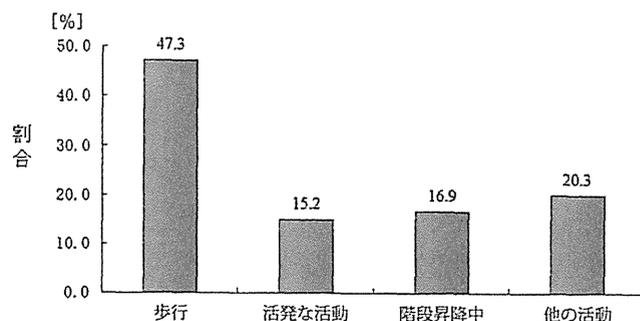


図4 中高年者における転倒時の動作。(Li et al. 2006より引用, 改変)¹¹⁾

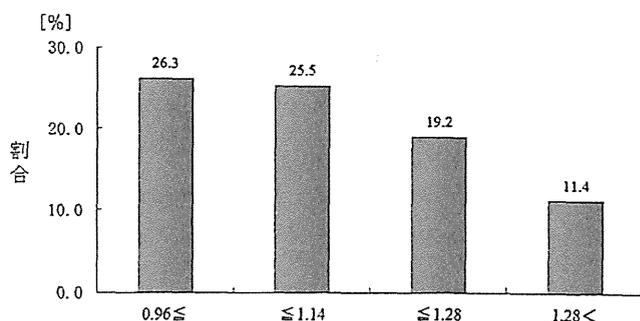


図5 複数回転倒と歩行速度との関連。(鈴木ほか, 1999より引用)¹³⁾

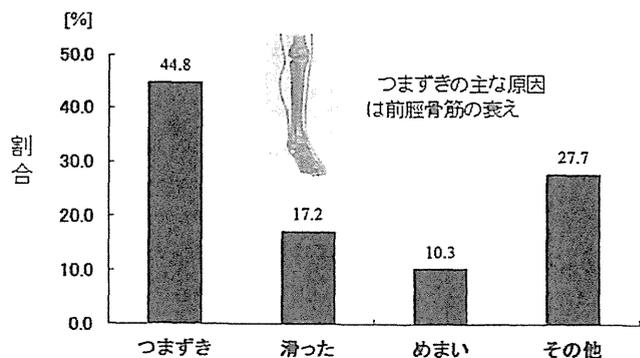


図6 転倒の主な理由と関連する筋肉。(金 ほか, 2001より引用, 改変)¹⁴⁾

表2 転倒危険因子の相対危険度。(American Geriatrics Society et al. 2001より引用, 改変)¹⁰⁾

危険因子	平均 OR-RR	範囲
筋力低下	4.4	1.5-10.3
転倒歴	3.0	1.7-7.0
歩行障害	2.9	1.3-5.6
バランス障害	2.9	1.6-5.4
補助器具使用	2.6	1.2-4.6
視力障害	2.5	1.6-3.5
関節炎	2.4	1.9-2.9
ADL 障害	2.3	1.5-3.1
うつ	2.2	1.7-2.5
認知機能障害	1.8	1.0-2.3
80 歳以上	1.7	1.1-2.5

速度が速い群(11.4[%])は歩行速度が遅い群(26.3[%])に比べて5年間の追跡期間中に発生した複数回転倒率が低いことから、歩行機能の低下は複数回転倒発生と強く関連することが示唆される¹³⁾。

一方、転倒の主な理由について調べた調査によれば、「つまずいた44.8[%]、滑った17.2[%]、めまい10.3[%]」である¹⁴⁾。「高齢者は何故つまずきやすくなっているのか」に対する理解が、転倒と歩行機能との関連性を把握するうえで重要なポイントである。つまずく、即ち「すり足」の原因は、歩くときつま先を上げる役割を担っている「前脛骨筋」の衰弱に起因すると考えられる(図6)。次に、膝を伸ばすとき、股を上げるとき、椅子から立ち上がったたり階段を昇ったりするときに使われる「大腿四頭筋」、股を上げるとき、階段を昇るときに使用する「腸腰筋」、膝を曲げるとき、大きく

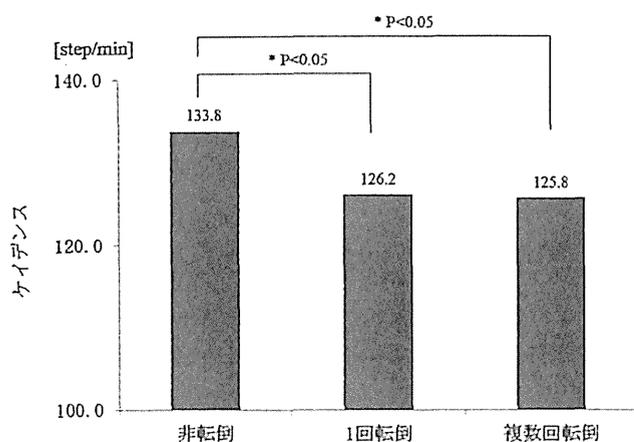


図7 非転倒・1回転倒・複数回転倒間のケイデンス比較。(金 ほか, 2013 より引用, 改変)¹⁵⁾

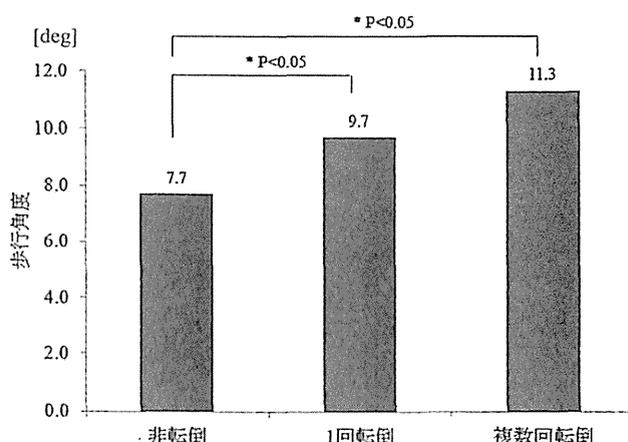


図10 非転倒・1回転倒・複数回転倒間の歩行角度比較。(金 ほか, 2013 より引用, 改変)¹⁵⁾

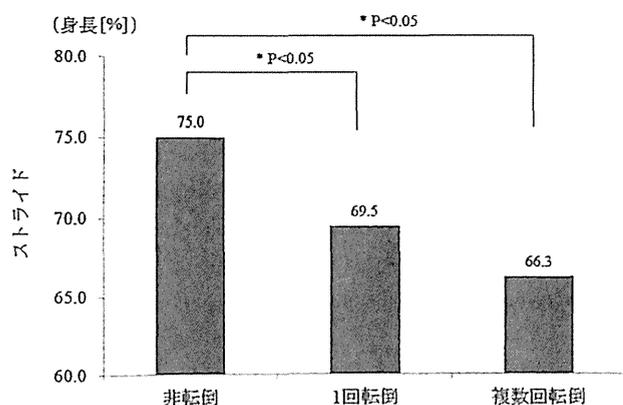


図8 非転倒・1回転倒・複数回転倒間のストライド比較。(金 ほか, 2013 より引用, 改変)¹⁵⁾

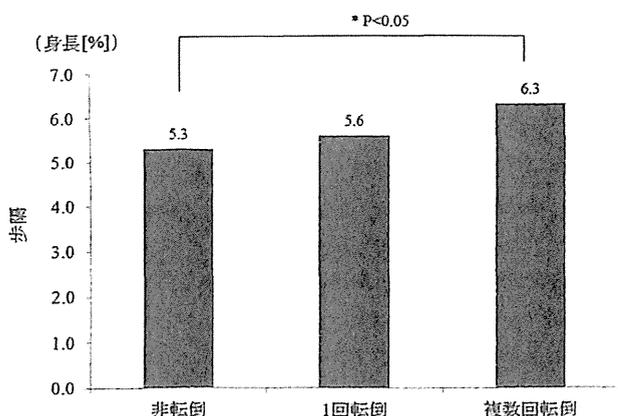


図9 非転倒・1回転倒・複数回転倒間の歩幅比較。(金 ほか, 2013 より引用, 改変)¹⁵⁾

歩幅をとって歩くときに使われる「ハムストリングス」、つま先立ちするとき、地面を蹴るときに使用する「下腿三頭筋」の筋力の衰えは、歩幅の短縮を招き、ひいては歩行速度の低下に結びつき、転倒の危険要因となる。

3. 1 転倒回数と歩行パラメーター

筆者は、2009 年度に 70 歳以上の地域在宅高齢者 870 人を対象に包括的検診を行い、転倒と歩行パラメーターとの関連性を検討した。歩行パラメーターは、シート式下肢荷重計ウォーク Way (MW-100, アニマ社製) を使用し、通常歩行で記録した。歩行パラメーターは歩行速度、ケイデンス、ストライド、歩幅、歩行角度であり、転倒は 1 回転倒と 2 回以上の複数回転倒に分けて検討した。

1 分間の歩数を表わすケイデンスは非転倒群が 1 回転倒群や複数回転倒群より有意に多かった (図 7)。ストライドは 1 回転倒群や複数回転倒群が非転倒群より有意に短い傾向を示す (図 8)。歩幅は複数回転倒群が非転倒群より有意に広いことが観察される (図 9)。1 回転倒群及び複数回転倒群の歩行角度が非転倒群より有意に大きいことが観察される (図 10)¹⁵⁾。

以上の結果から、複数回転倒群は本研究で分析したすべての歩行パラメーターで劣る傾向が観察され、歩行パラメーターを詳細に分析することより 1 回転倒のみならず複数回転倒者の歩行特徴を究明することが可能である。

歩行回数に關与する歩行パラメーターを分析したところ、歩行速度は、1 回転倒 (OR=0.976, 95[%] CI 0.954-0.997) で有意に關連しているが、2 回以上の複数回転倒では歩幅 (OR=0.858, 95[%] CI 0.790-0.931)、歩行角度左右差 (OR=1.362, 95[%] CI 1.001-1.854) が有意に關連することが明らかになっている (表 3)¹⁵⁾。

再転倒の危険性が高いと指摘されている転倒経験者を

表3 転倒回数に關与する歩行パラメーター。(金 ほか, 2013 より引用, 改変)¹⁵⁾

従属変数	独立変数	OR	95[%] CI
1 回転倒 複数回転倒	歩行速度	0.976	0.954-0.997
	歩幅	0.858	0.790-0.931
	歩行角度左右差	1.362	1.001-1.854

対象に行った介入結果によれば¹⁶⁾, 足背屈力の事前・事後・追跡の推移は運動群では4.6[%]低下したが, 対照群15.5[%], 非参加群18.6[%]の顕著な低下が観察されている(図11). 一方, 介入後1年間の転倒率は, 運動群19.6[%], 対照群40.4[%], 非参加群40.8[%]と有意に高い転倒率を示す(図12). 一方, 介入参加運動群・対照群・介入非参加群における追跡1年間の骨折危険度を比較したところ, 運動群を基準にした場合, 介入非参加群の危険度が4倍以上高くなっている(OR=4.3, 95[%]CI=1.02-9.70)(図13). 以上の結果より, 運動重心の介入は再転倒の危険性が高い転倒経験者の転倒率のみならず骨折危険度の減少に有効であるという結果を得ている.

4. 今後の課題

筆者は, 2009・2010年に, 都市部在住75歳以上の女性1835人を対象に包括的健診を実施した後, 先行研究で提案している基準¹⁷⁾より331人(18.0[%])の虚弱高齢者を選定し, その特徴を調べた. 虚弱高齢者は体重が軽く, 下腿三頭筋囲径が細く, アルブミン値やBMI, 筋肉量は有意に低かった. また, DTX-200より計測した橈骨の骨密度は正常群0.277[g/cm²], 虚弱群0.253[g/cm²]と有意に低い値を示した. 一方, 転倒率は虚弱群26.0[%], 正常群15.5[%]($\chi^2=9.024$, $P<0.001$)と虚弱者に転倒が多いことに注目したい(図14).

最近, 老年医学領域で最もホットな話題はサルコペニアである. 筆者は, 大都市部在住75歳以上の後期高齢女性1399名の対象者の中から, サルコペニア高齢者を抽出するために先行文献で採用している基準を用いて, 該当者304名(21.7[%])の特徴を調べた¹⁸⁾. その結果, サルコペニア群は正常群に比べて, 年齢が高く, 下腿三頭筋周囲, 骨密度, BMI, 筋肉量は有意に低値を, 健康度自己評価で健康だと回答した者の割合, 定期的な運動習慣を持っている者の割合は低かったが, 外出頻度が少ない者の割合は高値を示した. 既往歴においては, 高血圧症, 高脂血症は正常群より低い割合を示したが, 骨粗鬆症の既往はサルコペニア群38.2[%], 正常群30.7[%], 60歳以降の骨折歴はサルコペニア群28.6[%], 正常群22.9[%], 過去1年間の転倒率はサルコペニア群26.5[%], 正常群16.4[%]といずれの項目においてもサルコペニア群が有意に高い割合を示している(図14).

一方, 膝痛は移動機能の制限と密接に関わっていると指摘され¹⁹⁾, 筆者は, 東京都内在住の72歳以上の高齢男女1231名(男性260名, 女性971名)を対象に実施した包括的健診(2009年度)データ分析, 膝痛高齢者の特徴を分析した. 膝痛有症率は, 男性25.4[%], 女性38.1[%]と女性が有意($\chi^2=14.508$, $P<0.001$)に高かった. 転倒率は男性では膝痛者と非膝痛者間で統計学的に有意差は見られなかったが, 女性膝痛者は有意に高い転倒率を示す(図14)²⁰⁾.

以上のことから, 今後虚弱, サルコペニア, 膝痛者における転倒について詳細な検討が必要といえる.

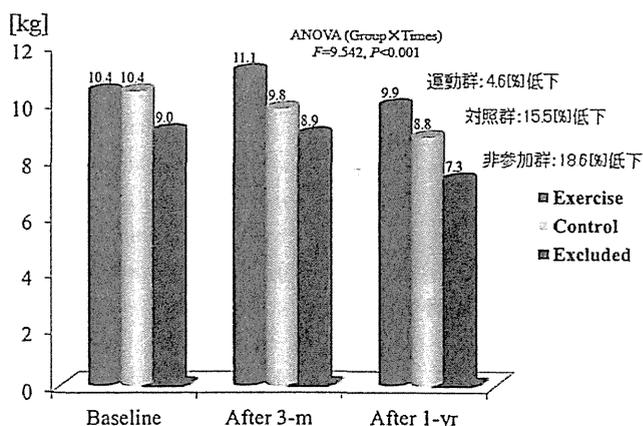


図11 介入参加運動群・対照群・介入非参加群における事前・事後・追跡間の足背屈力の推移. (Kim et al. 2013 より引用, 改変)¹⁶⁾

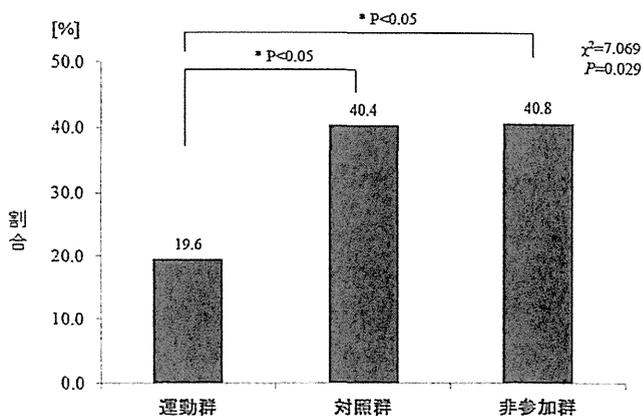


図12 介入参加運動群・対照群・介入非参加群における追跡1年間の転倒率. (Kim et al. 2013 より引用, 改変)¹⁶⁾

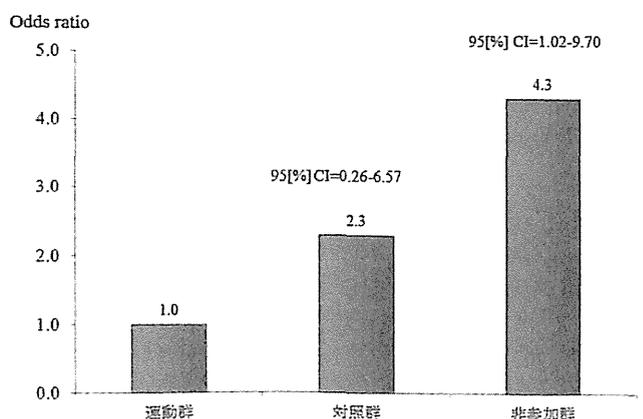


図13 介入参加運動群・対照群・介入非参加群における追跡1年間の骨折危険度. (Kim et al. 2013 より引用, 改変)¹⁶⁾

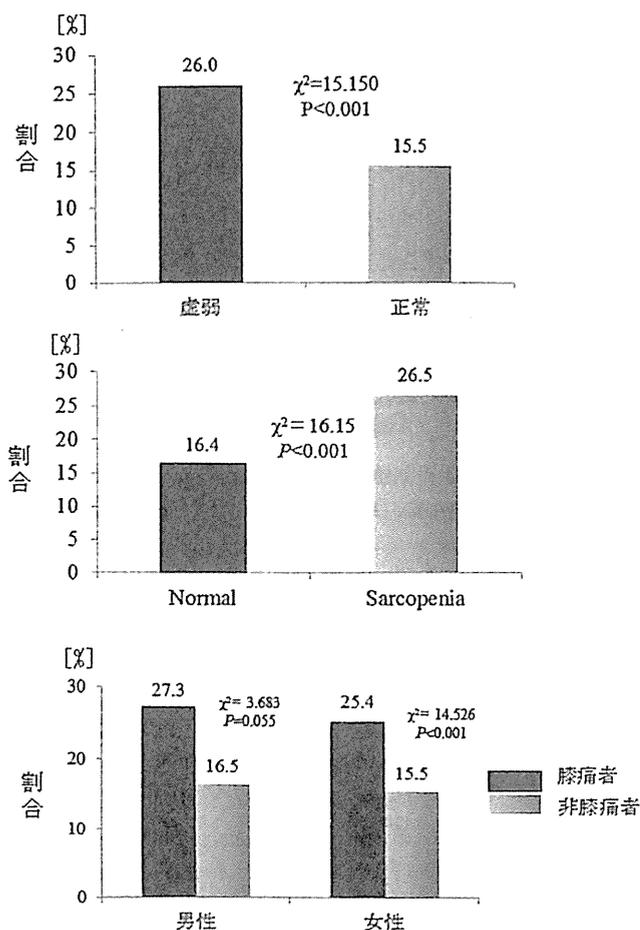


図 14 虚弱・サルコペニア・膝痛者における転倒率。

5. おわりに

高齢者の転倒には様々な要因が関わる。そのリスクを網羅した検討は困難であることから、歩行に焦点を当て検討したところ、両者は深く関わっていることから、歩行速度だけでなく、歩容を詳細に分析することで転倒リスクの早期発見や予防に活かせる可能性が高い根拠を示したので、現場で活用されることを期待する。

参考文献

- 1) Sauvaget, C., Tsuji, I., Aonuma, T. and Hisamichi, S.: Health-life expectancy according to various functional levels, *Journal of the American Geriatrics Society*, 47, 1326-1331, (1999).
- 2) Murray, M. P., Kory, R. C. and Clarkson, B. H.: Walking patterns in healthy old men, *The Journals of Gerontology*, 24, 169-178, (1969).
- 3) Langlois, J. A., Keyl, P. M., Guralnik, J. M., Foley, D. J., Marottoli, R. A. and Wallace, R. B.: Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street, *American Journal of Public Health*, 87, 393-397, (1997).
- 4) Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Penninx, B. W., Brach, J. S., Tylavsky,

- F. A., Satterfield, S., Bauer, D. C., Rubin, S. M., Visser, M. and Pahor, M.: Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people-results from the Health, Aging and Body Composition Study, *Journal of the American Geriatrics Society*, 53, 1675-1680, (2005).
- 5) Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M. and Zamboni, M.: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People, *Age and Ageing*, 39, 412-423, (2010).
- 6) Katz, S., Ford, A. B., Moskowitz, R. W., Jackson, B. A. and Jaffe, M. W.: Studies of illness in the aged: The index of ADL-A standardized measure of biological and psychosocial function, *The Journal of the American Medical Association*, 185, 914-919, (1963).
- 7) Lawton, M. P. and Brody, E. M.: Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living, *The Gerontologist*, 9, 179-185, (1969).
- 8) 金憲経, 胡秀英, 吉田英世, 湯川晴美, 鈴木隆雄: 介護保険制度における後期高齢要支援者の生活機能の特徴, *日本公衆衛生雑誌*, 50, 446-455, (2003).
- 9) Shinkai, S., Watanabe, S., Kumagai, S., Fujiwara, Y., Amano, H., Yoshida, H., Ishizaki, T., Yukawa, H., Suzuki, T. and Shibata, H.: Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population, *Age and Ageing*, 29, 441-446, (2000).
- 10) American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention: Guideline for the prevention of falls in older persons, *Journal of the American Geriatrics Society*, 49, 664-672, (2001).
- 11) Li, W., Keegan, T. H., Sternfeld, B., Sidney, S., Quesenberry, C. P. and Kelsey, J. L.: Outdoor falls among middle-aged and older adults: a neglected public health problem, *American Journal of Public Health*, 96, 1192-1200, (2006).
- 12) Guimaraes, R. M. and Isaacs, B.: Characteristics of the gait in old people who fall, *International Rehabilitation Medicine*, 2, 177-180, (1980).
- 13) 鈴木隆雄, 杉浦美穂, 古名丈人, 西沢哲, 吉田英世, 石崎達郎, 金憲経, 湯川晴美, 柴田博: 地域高齢者の転倒発生に関連する身体的要因の分析的研究—5年間の追跡研究から—, *日本老年医学会雑誌*, 36, 472-478, (1999).
- 14) 金憲経, 吉田英世, 鈴木隆雄, 石崎達郎, 細井孝之, 山本精三, 折茂肇: 高齢者の転倒関連恐怖感と身体機能—転倒外来受診者について—, *日本老年医学会雑誌*, 38, 805-811, (2001).
- 15) 金憲経, 鈴木隆雄, 吉田英世, 島田裕之, 山城由華吏, 須藤元喜, 仁木佳文: 都市部在住高齢女性の膝痛, 尿失禁, 転倒に関連する歩行要因, *日本老年医学会雑誌*,

- 50, 528-535, (2013).
- 16) Kim, H., Yoshida, H. and Suzuki, T.: Falls and fractures in participants and excluded non-participants of a fall prevention exercise program for elderly women with a history of falls: 1-year follow-up study, *Geriatrics Gerontology International*, 14, 285-292, (2013).
- 17) Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G. and McBurnie, M. A.: Frailty in older adults: Evidence for a phenotype, *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 56A, M146-M156, (2001).
- 18) Kim, H., Suzuki, T., Saito, K., Yoshida, H., Kobayashi, H., Kato, H. and Katayama, M.: Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial, *Journal of the American Geriatrics Society*, 60, 16-23, (2012).
- 19) Lamb, S. E., Guralnik, J. M., Buchner, D. M., Ferrucci, L. M., Hochberg, M. C., Simonsick, E. M. and Fried, L. P.: Factors that modify the association between knee pain and mobility limitation in older women: the Women's Health and Aging Study, *Annals of the Rheumatic Diseases*, 59, 331-337, (2000).
- 20) Kim, H., Suzuki, T., Saito, K., Kim, M., Kojima, N., Ishizaki, T., Yamashiro, Y., Hosoi, E. and Yoshida, H.: Effectiveness of exercise with or without thermal therapy for community-dwelling elderly Japanese women with non-specific knee pain: a randomized controlled trial, *Archives Gerontology and Geriatrics*, 57, 352-259, (2013).



金 憲経 (きむ ほんぎょん)

1994年筑波大学大学院体育科学研究科博士課程修了, 1996年筑波大学体育科学系講師, 1998年東京都老人総合研究所疫学部門主任研究員, 2009年東京都健康長寿医療センター研究所研究副部長, 現在に至る。老年症候群改善に関するRCT介入研究に従事, 日本公衆衛生学会, 日本老年医学会, 日本体力医学会, アメリカ老年医学会等々の会員。博士(体育科学)。

《転倒予防教室の実践と課題》

3 転倒予防のための運動プログラムの効果と限界

金 憲 経^{*}
きむ ほん ぎよん



ポイント

- 高齢者の転倒原因の大きな割合を占めている筋力、歩行、バランスなど身体的要因は可変因子である。
- バランス訓練と筋力トレーニングがもっとも有効な転倒予防手法である。一方、在宅型の運動介入であっても転倒予防効果は認められる。
- 再転倒の危険性が高い転倒経験者であっても、運動介入による転倒抑制効果は認められる。
- 単独介入では運動がもっとも効果的であるが、運動に環境改善や服薬管理、視力補正を加えると効果は上昇する。
- 運動介入への不参加者あるいは除外者は転倒の危険性が高く、転倒・骨折率が上昇することから、その対策が今後の課題である。



キーワード 転倒, 骨折, 可変因子, 包括的運動介入

* 東京都健康長寿医療センター 研究所

転倒とは自分の意志からではなく、地面またはより低い場所に、膝や手などが接触することと定義される。転倒関連研究は、1940年代にイギリスを中心に欧州で始まり、転倒率、危険因子、予防法などに関する研究が多く報告されている。世界中が転倒予防に力を注ぐ背景には、とくに高齢者の生活機能の自立や生活の質を阻害するきわめて重要な要因からである。わが国の高齢者は、1年間で約10～20%が転倒し、そのうちの約10%が骨折に至ると指摘されている。高齢者の大腿骨頸部骨折の原因は80%以上が転倒であり、機能回復には長期間の入院治療が必要となるため、身体機能の低下が加速される。その結果、歩行困難や杖歩行を余儀なくされ、活動範囲が一段と制限される。場合によっては、脳血管障害、認知症や高血圧などの合併症につながることもまれではない。幸い骨折までは至らなくても、転倒を経験することにより移動や歩行の自信感を喪失してしま

う転倒後症候群は、転倒のもう1つの大きな問題である。転倒恐怖感のために活動が制限されると筋力の衰えが加速され、生活機能障害あるいは閉じこもりの引き金となることから、転倒予防策の早期確立はきわめて大切である。本稿では、運動プログラムの転倒予防効果について紹介するとともに、運動の限界点にも触れ、普段から可変因子の改善を意図したからだ作りの重要性について述べる。

◎運動プログラムの理論的な背景

転倒率は危険因子の数とほぼ直線的に増加することから、転倒率を下げるためには危険因子の数を減らすことがポイントである。転倒の危険因子はさまざまに複雑である。それは、転倒が老化や老年病、さらには物的環境など多種多様の要因が相互に関連しているからである。転倒の危険因子は、疾病や身体的要因を主とする内的要因と、生

表 1 先行研究で検討されている転倒の危険因子

危険因子	平均 RR-OR*
筋力の虚弱	4.4
転倒歴	3.0
歩行障害	2.9
バランス障害	2.9
補助器具の使用	2.6
視力障害	2.5
関節炎	2.4
ADL 障害	2.3
うつ病	2.2
認知機能障害	1.8
年齢 80 歳以上	1.7

*RR=relative risk ratios, OR=odds ratios
(J Am Geriatr Soc 49 : 664-672, 2001 より引用)

活環境要因を主とする外的要因, そして転倒の既往にわけられる。

転倒を予防するためには, 多くの危険要因のうちの可変要因に当てはまる因子を1つ1つ改善していく方法しかない。転倒の危険因子を総合的にまとめた先行研究によれば, 転倒の相対的な危険度は筋力の衰え (RR=4.4), 転倒歴 (RR=3.0), 歩行障害 (RR=2.9), バランス障害 (RR=2.9) が高く, ほかに視力障害, 関節炎, ADL 障害, 認知機能障害, 年齢 80 歳以上が関連すると指摘している (表 1)¹⁾。なかでも, 筋力, 歩行, バランスなど身体的要素に関連した要因は, トレーニングや普段からの訓練によって機能低下を予防し, 強化することが可能である。すなわち, 高齢者の転倒原因の大きな割合を占めている身体的要因は可変因子であることが運動介入の重要な意義である。しかし, 転倒の理由は 40.0%がつまずきであり, つまずきと関連する筋肉は前脛骨筋の衰えである (図 1)。運動プログラムを構成するときには, 転倒と筋肉の働きとの関係を十分把握したうえで, 運動の中身を決めるのが重要なポイントである。転倒の大きな割合を占めるつまずきを予防するためには前脛骨筋の向上, 歩行機能の低下

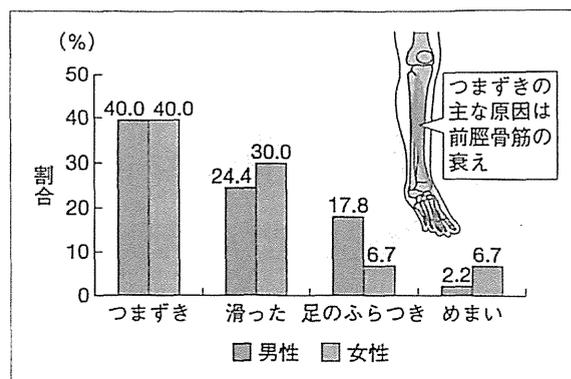


図 1 転倒の主な理由と関係する筋肉

に関連する大腿四頭筋, 下腿三頭筋, 腸腰筋の強化, 側面バランス強化を意図した運動といったターゲット筋肉を明確にし, それらの筋肉強化に焦点を当てる運動プログラムが有効である。

◎運動プログラムの効果

転倒予防を目的としたRCT 運動介入については実に多く報告されている。しかし, その結果は必ずしも一致せず異なる成果が散見される。これらを総合すると, ①介入効果がないとの否定的研究, ②身体機能の改善には有効であるが転倒率の低下には効果がないとの研究, ③身体機能改善のみならず転倒率の低下, 転倒恐怖感の改善効果が十分得られたとの肯定的研究などである。これらの結果は, 運動プログラムを適用する際には対象者の諸特性を詳細に把握したうえで, 対象者特有の危険因子の改善を目的とした運動プログラムを提供することで, 予防効果を高めることが可能であることを強く示唆するものである。運動介入の有効性を検証した多くの研究の中で代表的な介入研究は, 1990年に全米8つの地域(ナースিংホーム2ヵ所, 地域在住高齢者5ヵ所, ヒッププロテクター着用1ヵ所)で2,400人以上を対象に行ったFICSIT研究である²⁾。その結果によれば, 太極拳を中心としたバランス訓練 (IR=0.83, 95% CI=0.70~0.98) と筋力トレーニング (IR=0.90, 95% CI=0.81~0.99) が転倒予防にもっとも有効であると示している。

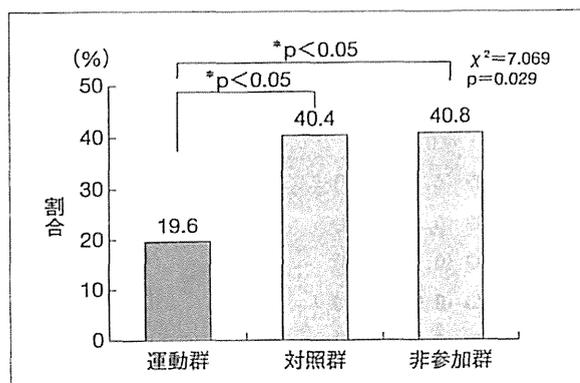


図2 運動群・対照群・非参加群間の1年間の転倒率の比較

(Kim H, et al. : Geriatr Gerontol Int, 2014, in press⁴⁾より引用して改変)

もう1つの運動介入は、在宅型運動による転倒予防効果である。中でも、ニュージーランドのオタゴ大学で開発され、7つの地域で1,503人が参加し、その効果を検証した在宅型筋力・バランス向上プログラム (Otago exercise programme) に注目したい。在宅運動プログラム効果をまとめた報告によれば³⁾、介入後1年間の転倒率は32.0% (incidence rate ratio : IRR=0.68, 95% CI=0.56~0.79) の減少効果が観察され、高齢者の虚弱度に合わせる個別処方、段階的なレベルアップ、指導者の定期的な訪問による支援を続けると、たとえ高齢であり、在宅型の運動介入であっても転倒予防効果は認められると強調している。

一方、転倒経験は再転倒の危険因子 (RR=3.0) であり、非転倒者に比べて身体機能が劣ると指摘しているが、転倒の危険性が高い転倒経験者に対する運動プログラムの効果についての検討はきわめて少ないのが現状である。筆者は、大都市在住転倒経験者を対象に運動介入を3ヵ月間実施した後、1年間の追跡期間中に発生した転倒率を調査した。結果は介入群19.6%、対照群40.4% ($\chi^2=7.069$, $P=0.029$)と、再転倒の危険性が高い転倒経験者であっても運動介入へ参加することによって、転倒率を下げることができると示している (図2)⁴⁾。

◎運動プログラムのポイント

転倒予防を目的とした運動介入を行うときに考慮すべき事項は、運動種目、指導期間、頻度、時間、指導形式などである。転倒危険性の高い高齢者が効率的に転倒を予防するためには、転倒予防意識を高めるとともに転倒予防運動の習慣化のみならず、服薬管理、家庭内危険因子の解消、運動実践ができないくらいの虚弱者はヒッププロテクター着用など多岐の対策が大切である。2002年Dayらが報告した研究によれば、単独介入では運動がRR=0.82 (95% CI=0.70~0.97) ともっとも効果的であるが、運動に環境改善や視力補正を加えるとRR=0.67 (95% CI=0.51~0.88) に上昇することから⁵⁾、包括的予防プログラムの提供がポイントである (表2)。

◎運動介入の課題と限界

1. 施設入所者に対する効果検証

施設入所者を対象に実施した多くの報告によれば、移動能力の改善効果は観察されたものの (15.5%改善)、転倒率の抑制効果はみられない (運動群=79転倒、対照群=60転倒, $p=0.11$) と指摘している。これは恐らく対象者が地域在宅高齢者に比べて、より虚弱化が進行していることや、転倒の危険因子となる慢性疾患が背景にあるなど、より介入の効果が出現しづらい状況にあるものと考えられてきた。しかし、2013年Silvaらが1974~2012年に発表された12介入研究、1,292人の長期施設入所者のデータを分析した結果によれば、運動による転倒予防効果 (RR=0.77, 95% CI=0.64~0.92) は認められるものの骨折予防効果 (RR=0.57, 95% CI=0.21~1.57) はみられなかったと指摘している⁶⁾。

2. 運動介入不参加者に対する対策

運動介入に参加し指導を受ければ転倒率は下がると多くの研究で検証している。しかし、運動介入不参加者の転倒率、骨折率の推移についての情報は少ないのが現状である。筆者は、転倒経験者を対象に行った運動介入への不参加者の転倒率や