

屋外要因

中年期以降の転倒発生について調べた調査によれば、屋外転倒(58.0%)が屋内転倒(42.0%)より多く、屋外転倒の7割以上は環境要因と関わっている。屋外で転倒が頻繁に発生する場所は、デコボコ道(50.7%)、つまずきやすい障害物(34.6%)、滑りやすい障害物(22.9%)、濡れた道(21.7%)である。屋外転倒者の70%以上は硬い地面(コンクリート、アスファルト、タイル、石、あるいは木材の床)で転倒し、正面に倒れるのが半分近く(48.8%)である⁵⁾(レベルⅡ)。

【文献】

- 1) Tideiksaar R : Geriatric falls : assessing the cause, preventing recurrence. *Geriatrics* 1989 ; 44 : 57-61, 64.
- 2) Northridge ME, Nevitt MC, Kelsey JL, et al : Home hazards and falls in the elderly : the role of health and functional status. *Am J Public Health* 1995 ; 85 : 509-15.
- 3) Gill TM, Williams CS, Robison JT, et al : A population-based study of environmental hazards in the homes of older persons. *Am J Public Health* 1999 ; 89 : 553-6.
- 4) Carter SE, Campbell EM, Sanson-Fisher RW, et al : Environmental hazards in the homes of older people. *Age Ageing* 1997 ; 26 : 195-202.
- 5) Li W, Keegan TH, Sternfeld B, et al : Outdoor falls among middle-aged and older adults : a neglected public health problem. *Am J Public Health* 2006 ; 96 : 1192-200.
- 6) 国民生活センター : 病院危害情報からみた高齢者の家庭内事故-死亡原因のトップはやけど-. http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20080904_3.pdf, 1-12, 2008
- 7) 亀井智子, 梶井文子, 糸井和佳ほか : 都市部在住高齢者における転倒発生場所の現状からみた転倒予防教育プログラムの検討-東京都中央区2町の調査から-. *聖路加看護大学紀要* 2009 ; 35 : 52-60.
- 8) Fletcher PC, Hirdes JP : Risk factors for falling among community-based seniors using home care services. *J Gerontol* 2002 ; 57A : M504-M10.
- 9) Parker MJ, Twemlow TR, Pryor GA : Environmental hazards and hip fractures. *Age Ageing* 1996 ; 25 : 322-5.

運動

金 憲経

Summary

- 効率的な転倒予防のためには、転倒予防運動の習慣化が大切である。また運動に加え、住宅改善や視力補正も行う包括的なプログラムの提供が、より転倒予防の効果を高める。
- 運動介入により、転倒率が下がることは多くの研究で検証されてきたが、施設入所者に関する効果はいまだみられていない。入所者に対する予防策を講じることは、今後における1つの課題である。

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¹⁾、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一つ一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、ほかに視力障害、関節炎、ADL障害、認知機能障害、年齢80歳以上と関連すると指摘されている(レベルⅡ)²⁾。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低下を予防し、機能の強化が可能である。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に運動介入の重要な意味がある。

運動プログラムの効果

転倒予防を目的とした運動介入の成果についてのRCT研究は実に数多く報告されているが、その結果は必ずしも一致せず、異なる成果が散見される。転倒予防効果が検証された代表的な介入は、1990年に全米8つの地域で2,400名以上を対象に3年以上行ったFICSIT研究であり³⁾、その結果によれば、太極拳を中心としたバランス訓練と筋力

Ⅲ 転倒予防

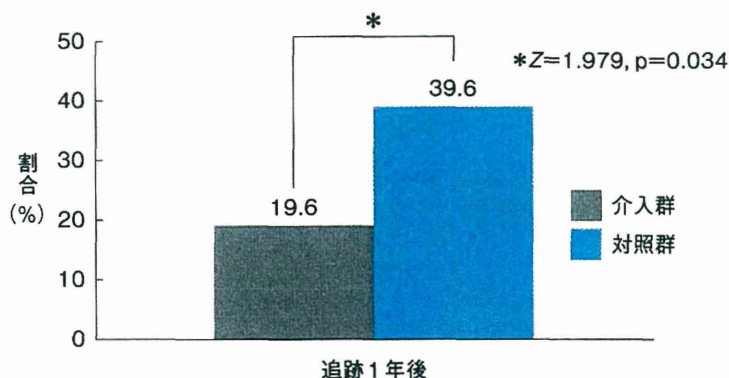
トレーニングが、最も有効な手法であることが確認されている(レベルⅢ)。

転倒経験者は、転倒経験がない人に比べて身体機能が劣っているとの報告が多く、さらには再転倒の危険因子(RR=3.0)として指摘されているが、転倒経験者に対する転倒予防戦略の成果についての検討は、きわめて少ないのが現状である。大都市在住の転倒経験者を対象に運動介入を3カ月間実施した後、1年間の追跡期間中に発生した転倒率は介入群19.6%、対照群38.3%($Z=1.979$, $p=0.048$)と(図1)⁴⁾、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、転倒率の減少効果が認められる。

もう1つは、在宅型運動による転倒予防効果である。筋力アップとバランス訓練を中心に開発されている在宅運動プログラム(Otago exercise programme)効果のまとめによれば⁵⁾、介入後1年間の転倒率32.0%(罹患率比[incedence 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た個別処方、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、転倒予防効果は、たとえ高齢で在宅型の運動介入であっても認められると考えられる(レベルⅡ)。

しかし、施設入所者を対象に実施した報告によれば⁶⁾、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、 $p=0.11$)と指摘されている。これはおそらく対象者の虚弱化が地域在宅高齢者に比べて、より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る。

図1 地域在住転倒経験高齢者における運動指導後1年間の転倒率



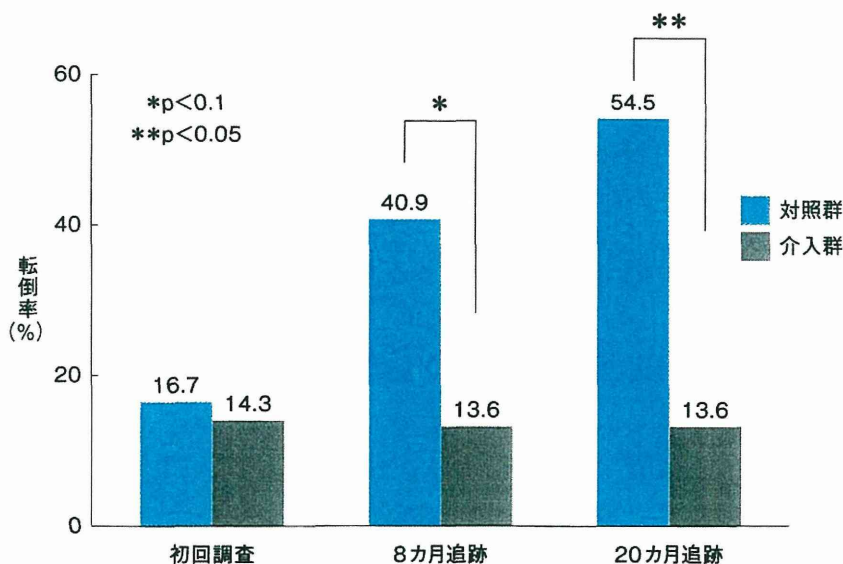
(金憲経, 鈴木隆雄: 予防戦略 4) 転倒経験者に対する転倒予防戦略—運動中心プログラムの効果検証—. Geriatr Med 2009; 47: 751-4; 掲載許諾済)

運動介入のポイント

◆包括的運動プログラム

転倒予防を目的とした運動介入の際に考慮事項として運動種目、指導期間、頻度、時間、指導形式等々である。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が大切である。単独介入では運動がRR=0.82(95%CI=0.70-0.97)と最も効果的であるが、運動に住宅改善や視力補正を加えるとRR=0.67(95%CI=0.51-0.88)に効果が高まることから⁷⁾、包括的予防プログラムの提供がポイントであると考え(レベルⅢ)。もう一点は、集団指導に在宅運動プログラムを加えることによる転倒予防効果の上昇も報告されている(図2)⁸⁾。

図2 介入後8カ月・20カ月追跡期間中の転倒率の推移



(With kind permission from Springer Science + Business Media: J Bone Miner Metab, Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women, 22: 2004, 602-11, T Suzuki, H Kim, H Yoshida, T Ishizaki, Fig. 3. より)

◆complianceと強度

介入効果に影響する要因は多数である。なかでも、complianceと運動強度の影響が大きいと考える。同じ介入群でも、介入プログラムへの参加率が高い者で転倒発生率が低いとの報告もある⁹⁾。さらに、介入の効果を高めるために運動強度の増加や介入期間の延長を提案する報告もあるが¹⁰⁾、効果のみを強調したプログラムの運用により脱落者が増えるという問題点の指摘もある。身体機能が弱い者に転倒の危険性が高いという事実を考慮すると、参加者が継続して実行できる運動プログラムをいかに提供するかがポイントである。

運動介入の課題

◆施設入所者に対する効果検証

施設入所者を対象とした研究結果をまとめると、まだ十分な予防策が確立されていない状況である。しかし、長期入所者は筋力低下と移動障害が共通要因であり⁶⁾、介入はこれらの要因の改善に焦点を当てるべきであると強調していることは、施設入所者に対する介入の方向性を示唆するものであり、長期施設入所者に対する有効な予防策の構築は今後の研究に委ねる。

◆介入不参加者に対する対応策の確立

運動介入に参加し指導を受ければ、転倒率は下がることが多くの研究で検証されている。しかし、運動介入不参加者の転倒の危険性が高く、転倒率あるいは骨折率が上昇した場合には、運動介入によって減少した転倒率が不参加者の上昇によって相殺されてしまい、地域全体からみたとときの運動介入効果は見えにくくなることも推測される。したがって、介入不参加者への対応策の確立が最大の課題ともいえる。不参加者への対応策の1つとして、「転倒予防手帳」の配布による間接介入も1つの案として提案したい。

【文献】

- 1) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF : Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988 ; 319 : 1701-7.
- 2) Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *J Am Geriatr Soc* 2001 ; 49 : 664-72.
- 3) Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, et al : The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries : Cooperative Studies of Intervention Techniques. JAMA* 1995 ; 273 : 1341-7.
- 4) 金憲経, 鈴木隆雄: 予防戦略 4) 転倒経験者に対する転倒予防戦略-運動中心プログラムの効果検証-. *Geriatr Med* 2009 ; 47 : 751-4.
- 5) Thomas S, Mackintosh S, Halbert J : Does the 'Otago exercise programme' reduce mortality and falls in older adults? : a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2010 ; 39 : 681-7.
- 6) Mulrow CD, Gerety MB, Kanten D, et al : A randomized trial of physical rehabilitation for very frail nursing home residents. *JAMA* 1994 ; 271 : 519-24.
- 7) Day L, Fildes B, Gordon I, et al : Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *BMJ* 2002 ; 325 : 128-31.
- 8) Suzuki T, Kim H, Yoshida H, et al : Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. *J Bone Miner Metab* 2004 ; 22 : 602-11.
- 9) Lord SR, Ward JA, Williams P, et al : The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women : a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 1995 ; 43 : 1198-206.
- 10) Hornbrook MC, Stevens VJ, Wingfield DJ, et al : Preventing falls among community-dwelling older persons : results from a randomized trial. *Gerontologist* 1994 ; 34 : 16-23.

6

転倒予防に向けたエクササイズ

大久保善郎 (筑波大学大学院人間総合科学研究科 体育学専攻)

金 憲経 (東京都健康長寿医療センター研究所)



Key Points

- ✓ 高齢者の転倒は、寝たきりにつながる可能性があり、健康上の大きな問題である。
- ✓ 転倒予防の目的の1つは、骨折を防ぐことである。
- ✓ 転倒の要因は数多く存在し、複数の要因が絡み合って転倒を引き起こす。
- ✓ 転倒予防には、脚筋力とバランスの強化に加えて、環境改善や服薬調整、視力補正などが必要なケースがある。

1. 疫学的アプローチ

➔ 転倒・大腿骨頸部骨折

高齢者の転倒は、「不慮の事故」による死亡や要介護化の主要因である(厚生労働省, 2007)。高齢になると、視力や脚筋力の低下から転倒が増える。閉経後女性では女性ホルモン(エストロゲン)の減少により骨量の急な減少が起き、転倒により橈骨や脊椎、特に大腿骨頸部を骨折する頻度が高まる(図1)。人工関節置換術や術後リハビリテーションが発達してきたが、大腿骨頸部骨折の予後は決してよくない。大腿骨頸部骨折により入院した高齢者の調査では、骨折前に歩行できた高齢者のうち24～38%が退院時に歩行不能となっている(菊池ら, 1992; 渡辺ら, 2003)。大腿骨頸部骨折患者の死亡率は受傷から1年後に13.2%であり、健常老人の約3倍になるとの報告もある(松林ら, 1990)。

➔ 転倒予防の重要性

これまでの医療は、骨密度検査による骨脆弱性のスクリーニングや骨粗鬆症の治療(薬剤による骨密度の増加)により大腿骨頸部骨折の抑制を試みてきた。しかし、大腿骨頸部骨折は高齢化の進行に伴い増加の一途をたどっており(図2)、今後も増加していく可能性があることから新たな対策が必要となっている。

意外なことに、大腿骨頸部骨折患者数の約8割は、骨粗鬆症の診断基準の骨密度より高いことが報告されている(Sirisら, 2004)。また、欧米人は日本人よりも骨密度が高いにもかかわらず、大腿骨頸部骨折が多い。その理由として、欧米の転倒率の高さが考えられる。欧米の在宅高齢者の年間転倒率は約30～40%であり、日本の在宅高齢者の約10～20%よりも高い。大腿骨頸部骨折の大多数が転倒により生じるため、大腿骨頸部骨折を

I

II

III

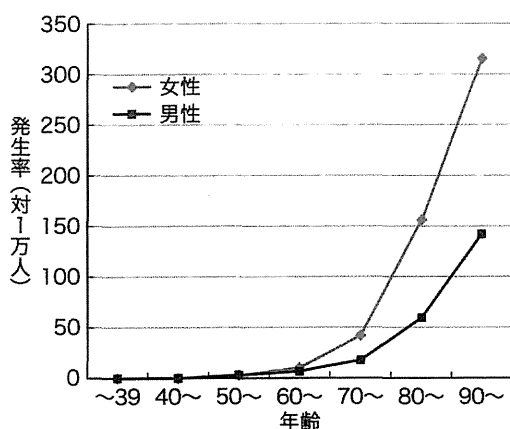


図1 性・年齢別大腿骨頸部骨折発生率
 (折茂肇ら：第四回大腿骨頸部骨折全国頻度調査成績—2002年における新発生患者数の推定と15年間の推移。日本医事新法4180, 25-30, 2004より引用)

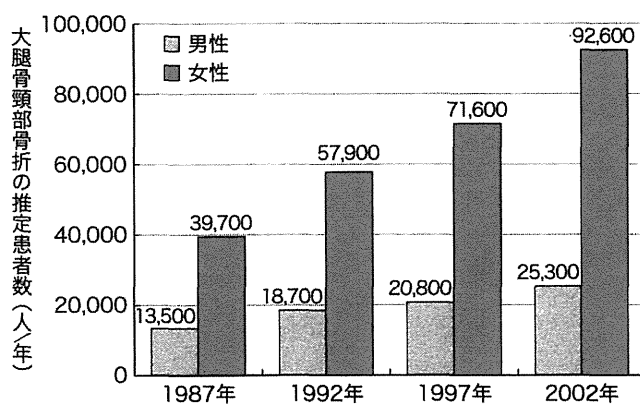


図2 日本の大腿骨頸部骨折の推定患者数の推移
 (折茂肇ら：第四回大腿骨頸部骨折全国頻度調査成績—2002年における新発生患者数の推定と15年間の推移。日本医事新報4180, 25-30, 2004より作図)

抑制するためには転倒を予防することが重要である。

➡ 転倒の定義

人によって転倒の捉え方が異なるため、転倒の定義を明確にすることが必要である。転倒の定義は「自分の意志からではなく、膝、上肢(手、腕など)あるいは尻や腰などの身体部分が床や地面などのより低いレベルに接触すること」(Gibsonら、1990)とするのが一般的である。そのため、つまずいて軽く手が地面についただけでも転倒となる。

➡ 転倒による心理的な影響・転倒後症候群

転倒による骨折などの外傷がなくても、再度の転倒を恐れるあまり日常生活の活動に消極的になり、体を動かす機会がますます減少して廃用症候群となり、寝たきりとなるケー

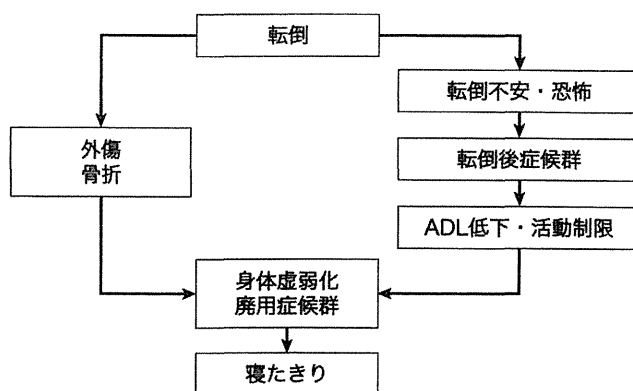


図3 転倒をもたらすさまざまな影響
 ADL(activity of daily living): 日常生活動作
 (鈴木隆雄: 転倒の疫学. 日本老年医学会雑誌 40: 85-94, 2003の図1を一部改変して引用)

スもある(図3).

転倒経験のある高齢者の3~9割が、転倒経験のない高齢者でも1~6割が転倒恐怖感をいだと報告されている(Howlandら, 1993; Lachmanら, 1998). 日本では、転倒経験者の4割、非転倒経験者の1割が、転倒を恐れて外出を控えると回答した(金ら, 2001). 転倒に伴う心理的影響は長期にわたり、日常生活動作(activity of daily living: ADL)や歩行機能を著しく低下させる. 健康への自信喪失、孤独、身近な人の死などが相互に影響して抑うつ状態に陥ることもある. このような状態は転倒後症候群(post-fall syndrome)とよばれている.

➔ 転倒の発生状況

日本の在宅高齢者の転倒発生率は年間10~20%と報告されており、転倒は高齢になるほど多く、また男性よりも女性に多い. 在宅高齢者の転倒の約50%は「歩行中」に発生し、次いで「立ち座り」の約25%である. 転倒のきっかけの約40%を占めるのが「つまずき」であり、「すべり」が約20%である. 転倒の発生場所は、屋内(約35%)よりも屋外(約60%)が多い. 屋外での具体的な場所は、男性では平らな道(約25%)と坂道(約15%)が多く、女性では平らな道(約20%)と庭(約20%)が多い.

➔ 高齢者の歩行の特徴

図4は典型的な高齢者(左)と若年者(右)の歩行姿勢である(Murrayら, 1969). 高齢者における歩行の特徴は、①やや両足を広げ、歩幅が狭い、②やや前傾姿勢で、股・膝関節が屈曲し、腕の振りが乏しい、③方向転換がスムーズにできない、④時に歩き始めがスムーズにできない、⑤時にふらつき、倒れそうになる、⑥歩行速度が遅い、などがあげられる. 歩行速度低下の原因は、歩幅の短縮と歩調(1分間当たりの歩数)の減少によるものと考えられる. 特に、腸腰筋の衰えにより脚を高く上げられないこと、前脛骨筋が衰えることで生じる足先高の低下(すり足: 図5)は、つまずきの原因となる.



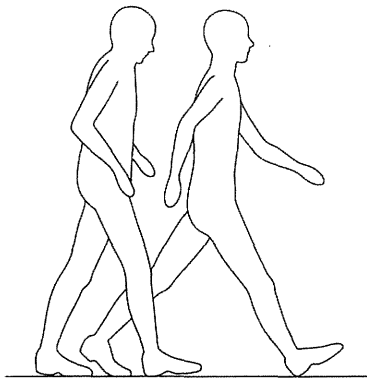


図4 高齢者(左)と若年者(右)の歩行姿勢
 (Murray et al: Walking patterns in healthy old men. J Gerontol 24: 169-178, 1969 のFigure 1を引用)

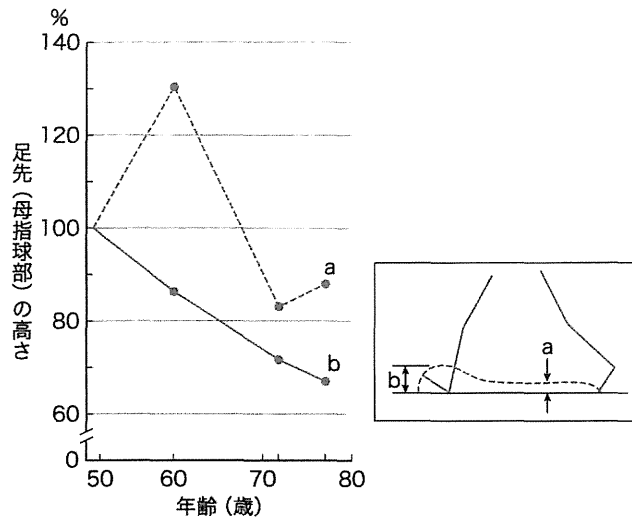


図5 遊脚期(a)と踵接地期の足先高(b)の加齢変化
 (Kaneko et al: Biomechanical analysis of walking and fitness testing in elderly women. Fitness for the Aged, Disabled and Industrial Worker III (Kaneko M ed), 84-89. Human Kinetics Publishers, 1990の図Figure 1を改変して引用)

➔ 施設高齢者の転倒

病院や介護施設などに入居している高齢者(以下:施設高齢者)は、在宅高齢者よりも身体的に虚弱な傾向にあり、転倒発生率が年間20~40%と在宅高齢者の約2倍である。また、病院や介護施設の転倒の1~7%が骨折を生じる。

施設高齢者は生活のほとんどの時間をベッド上で過ごすこともあり、ベッドから車椅子や車椅子からトイレなどへの「移乗」(トランスファー)中の転倒が約50%と最も多く、次いで「歩行中」である。転倒発生場所はベッドサイドが約50%と最も多く、次いでトイレ、廊下、居室、食堂がそれぞれ10%前後である。施設高齢者の転倒の多くは、排泄欲求と関連しており、介助を求めずに一人でトイレに行こうとして転倒するケースが多い。

➔ 転倒のリスク因子

効果的な転倒予防策を見出すには、まず転倒要因を把握することが重要である。米国老年医学会の転倒予防ガイドライン(2001)に示された転倒リスク因子(相対危険度)は、筋力低下(4.4)、転倒歴(3.0)、歩行能力の低下(2.9)、バランス能力の低下(2.9)、補助具の使用(2.6)、視覚障害(2.5)、関節炎(2.4)、ADL障害(2.3)、抑うつ状態(2.2)、認知機能障害(1.8)、80歳以上(1.7)である。転倒歴は非常に多くの研究でその後の転倒発生と強く関連することが報告されており、転倒歴のある者の転倒再発率は約40%と高い。そのため「あなたは過去1年間に転んだことがありますか?」という簡単な質問により転倒しやすい人を見分けることが可能である。杖や車椅子、歩行器などの補助具を使用すること自体はリスクを下げるが、補助具が必要な高齢者は歩行機能になんらかの異常があるため、転倒リスクが高い。

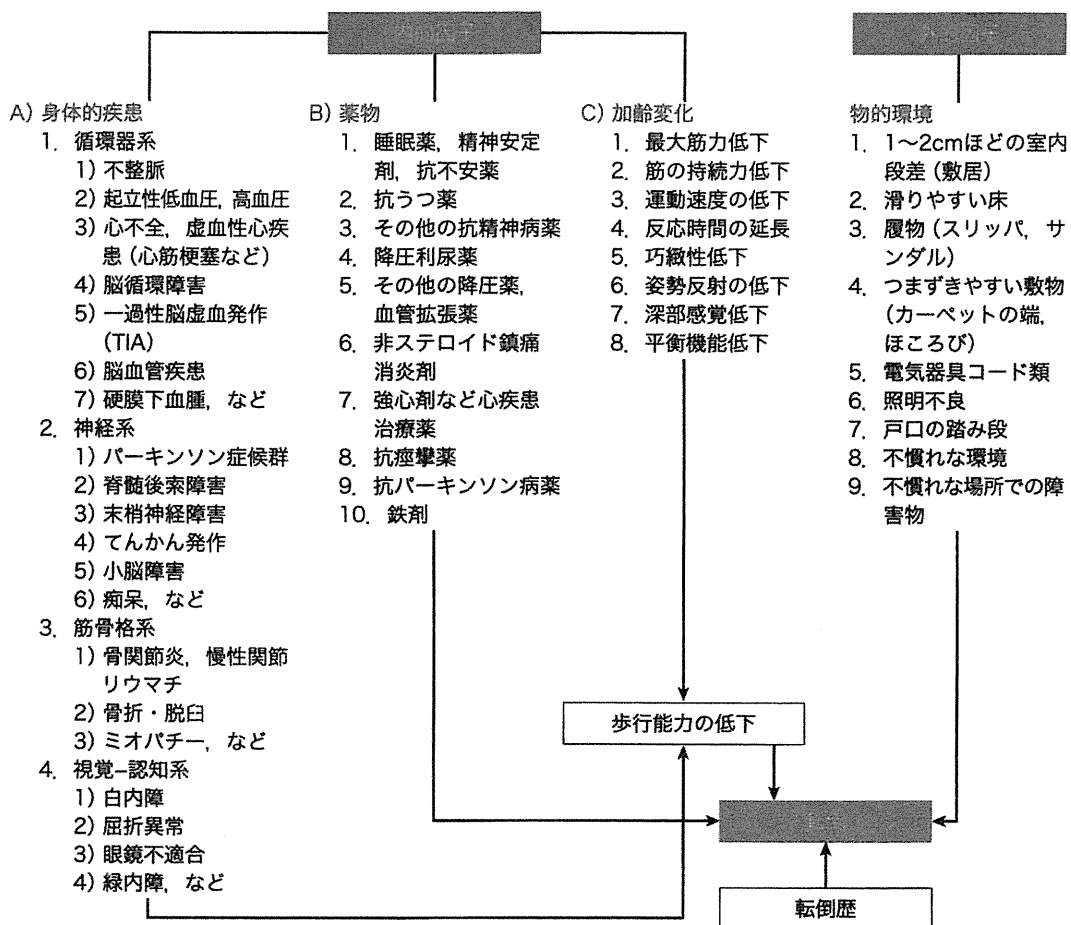


図6 転倒の主なリスク因子
 (鈴木隆雄：転倒の疫学, 日本老年医学会雑誌40: 85-94, 2003の図2を一部改変して引用)

● 転倒の内的因子と外的因子

転倒のリスクとなる因子は多様に存在する。それらは内的(身体的)因子と、外的(環境的)因子とに大別することができる(図6)。脳血管疾患による片麻痺, 起立性低血圧, 緑内障などの身体的疾患, 筋力低下や反応時間の遅延などの加齢変化は, 歩行能力の低下をもたらして転倒を誘発する。睡眠薬や精神安定剤などの薬物は立ちくらみやめまい, 注意力の低下, 脱力によりバランスや外乱への応答反応を鈍らせる。滑りやすい床, 暗い部屋, 足元のコードなどの物的環境は, 滑りやつまずきの直接的な原因となる。

ほとんどの転倒は, 複数のリスク因子が複雑に絡み合って生じており, 原因を特定するのは容易ではない。Campbellら(2006)によると, 60%以上の転倒は複数のリスク因子が相互に影響し合っていて生じている。つまり, 保有するリスク因子の数が増えるほど, 転倒率は上昇する(図7)。



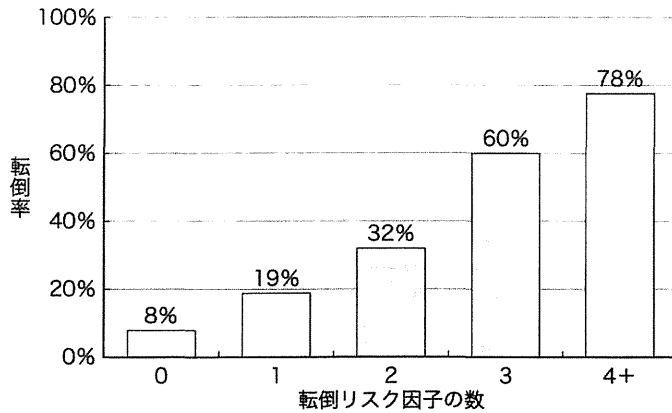
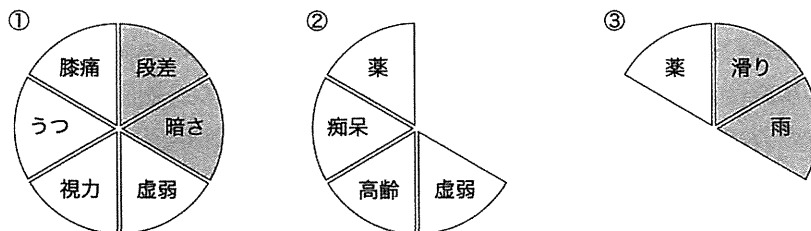


図7 転倒リスク因子の数と転倒率(n = 332)
 転倒リスク因子：鎮痛剤の使用、認知機能障害、下肢の障害、手掌下額反射、足の異常、バランス・歩行の異常
 (Tinetti et al: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med 319(26): 1701-1707, 1988のFigure 1を一部改変して引用)

Memo 転倒における因果のパイモデル

転倒発生のメカニズムを理解するには、疫学分野で用いられる因果のパイモデルが有効である(図8)。このパイモデルは、6つのリスク因子がそろったときに転倒が発生することを示している。①は、長年少しずつ蓄積した内的因子に、突発的な外的因子が合わさって、転倒が発生したケースである。②は、4つの内的因子をもち、突発的な外的因子を受けたら、簡単に転倒してしまうような状態である。③は、1つの内的因子しかなく、多少の外的因子を受けても転倒を防ぐことができる状態である。

多くの研究で報告される「転倒歴」は実態の不明瞭なリスク因子であるが、②のような状態であると考えられる。つまり、転倒の直接の原因となった外的因子は取り除いたものの、多くの内的因子が残存しているため、新たな外的因子に遭遇したら転ぶ可能性が高い状態である。残存する内的因子には、エビデンスとなりにくい「せっかち」や「あわてんぼう」などの性格も含まれると考えられる。



① 長年少しずつ蓄積した内的因子に、突発的な外的因子が合わさって、転倒発生

② 4つの内的因子をもち、突発的な外的因子を受けたら、転倒しやすい状態

③ 1つの内的因子のみで、多少の外的因子を受けても転倒を防ぐことができる状態

図8 転倒における因果のパイモデル

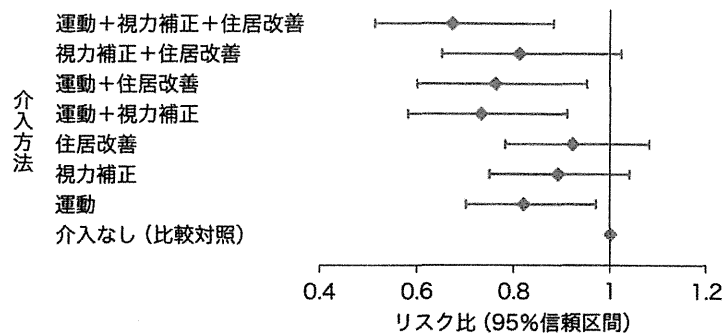


図9 単独および複数介入による転倒予防効果
 (Day L et al: Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. BMJ 325: 128, 2002のTable 4を一部抜粋して作図)

2. 基礎的アプローチ

➔ 転倒予防における運動の役割

多様なリスク因子に合わせて、住居環境の改善や服薬の調整など介入方法も多様にあるが、在宅高齢者に対しては運動が最も効果的である。運動介入により約20%の転倒発生を抑制することができる。Dayら(2002)は、70歳以上の在宅高齢者1,090名を対象に、運動、住居改善、視力補正の単一介入およびそれらの組み合わせによる多角的介入の転倒予防効果を検討した。その結果、運動単独介入は18%の転倒を減少させ、単独介入のなかで唯一有意な効果がみられた(図9)。しかし、運動+視力補正で27%、運動+住居改善で24%転倒が減少し、運動+視力補正+住居改善では33%転倒が減少した。多くの高齢者は複数のリスク因子を併せ持つため、複数のリスクを改善させる多角的介入はより効果的となる。

一方、施設高齢者に対する運動単独による介入では、有意な転倒の減少がみられず、逆に転倒が増加してしまった報告もある(Cameronら, 2010)。その理由は、筋力トレーニングや歩行訓練による転倒リスクの改善がすぐには得られないなかで、訓練を始めたために急に活発に動いてしまい転倒の機会が増えることによる。

施設高齢者に対しては多角的介入でも十分なエビデンスがあるとは言い難いが、単一介入よりも転倒減少に成功した報告は多い。認知症やパーキンソン病、脳卒中による片麻痺など取り除くことが困難なリスク因子をもつ患者もいるため、転倒を防ぐには看護・介護職員によるケアの重要度が大きくなる。リスクアセスメント、薬剤調整、住居環境の最適化、転倒ケア、原因疾患の治療、ビタミンDのサプリメントなどに、漸増的な運動やリハビリテーションを加えた多角的介入を、医師、看護師、薬剤師、理学療法士/作業療法士、健康運動指導士、施設管理者などを含めた「他業種のチーム」で取り組むことが重要である。



➔ 転倒予防運動の核となる要素

転倒予防運動では、主要なリスク因子である筋力とバランス能力を強化することが重要である。マシンやバンド、チューブ、自重を使用してのトレーニングは、高齢者の体力や意欲に応じて段階的に強度を上げていくことで筋力を強化することができる。バランス能力の改善には、立位で目を閉じたり、からだを傾斜させたり、片足立ちにより支持基底面を狭くしたりして視覚系、前庭系、体性感覚系に刺激を与えることが有効である。

効果的な転倒予防プログラムの共通点を検討したシステマティックレビュー・メタ分析(Sherringtonら, 2008)では、挑戦的なバランス課題と十分な運動時間の確保(50時間以上)が必要であると報告された。3~6ヵ月間の介入で50時間以上の運動時間を得るには、週1回1時間の教室だけでは足りず、自宅での運動が必要となる。

3. 実戦的アプローチ

➔ 包括的運動プログラム

包括的運動プログラムの利点は、参加者があきにくいと、さまざまな種目を経験することで個人に適した運動種目を見つけやすいことなどがあげられる。

東京都健康長寿医療センター研究所では、在宅高齢女性52名に対して6ヵ月間の無作為化比較試験(randomized controlled trial: RCT)を行った(Suzukiら, 2006)。介入群には自重負荷による下肢および体幹の筋力トレーニング、ダンベルやバンドによる上肢の筋力トレーニング、バランスのトレーニング、歩行訓練、太極拳を含む包括的運動プログラム、さらに脚筋力に焦点を当てた自宅型運動プログラムを提供し、転倒予防に関するパンフレットと助言だけのコントロール群と比較した。

介入群はプログラム終了後に、タンデム歩行、ファンクショナルリーチの動的バランス機能の有意な改善を示した。8ヵ月後の追跡調査では、転倒を経験した女性の割合は介入群13.6%、コントロール群40.9%と、介入群が有意に少なかった(図10)。20ヵ月後では、介入群が13.6%で変わらなかったのに対して、コントロール群では54.5%に増加しており、介入群の転倒は有意に少なかった。20ヵ月後の累積転倒数は介入群で6回であったのに対して、コントロール群は17回であった。

➔ 太極拳

中国に古くから伝わる太極拳はゆっくりとした動的なバランス動作により脚筋力が強化され、転倒予防に効果的である。中腰姿勢での重心移動を多く含む太極拳は、転倒予防に必要な体のコーディネーション能力を高めると期待されている。

FICSIT(Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques)は、米国の8つの地域において、異なる運動介入方法でRCTを実施したアメリカ国立加齢研究所(NIA)と国立看護研究所(NINR)の共同研究プロジェクトである。Provinceら(1995)

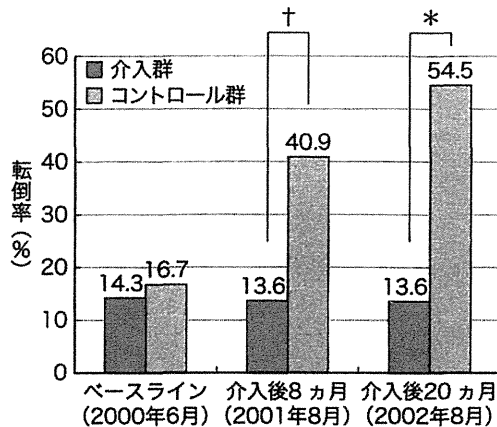


図10 転倒を経験した女性の割合の推移
[†]p<0.1; ^{*}p<0.05: フィッシャーの正確検定
 (Suzuki T et al.: Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. J Bone Miner Metab 22: 602-611, 2004のFigure 3を一部改変して引用)

はこれらのRCTをメタ分析して、理学療法、筋力トレーニング、太極拳、バランスプラットフォーム運動、持久力トレーニングなどの介入効果を比較した。その結果、最も効果的だったのが太極拳であり、有意に37%の転倒を減少させていた。

➡ オタゴ運動プログラム(在宅型)

オタゴ運動プログラム (Otago Exercise Program: OEP) は、ニュージーランドのオタゴ大学で開発された在宅型の筋力・バランス能力向上プログラムである (Campbellら, 1997)。OEPはニュージーランドで広く普及し、国家レベルでの転倒予防プログラムとして政府機関による効果検証と普及活動が展開されている。

OEPの特徴は、在宅の運動実践、高齢者の虚弱度に合わせた個別処方、段階的なレベルアップ、インストラクターの定期的な訪問による運動継続のサポートである。具体的な内容を表1に示した。OEPについてのシステマティックレビュー/メタ分析(Thomasら, 2010)によると、OEPが12ヵ月間の転倒を32%有意に減少させただけでなく、死亡も55%有意に減少させていた。12ヵ月後における週3回以上の運動継続率は、36.7%、週2回以上の運動継続率は55.9%であった。

➡ スクエアステップエクササイズ

スクエアステップエクササイズ (square step exercise: SSE (Ⅲ-7「認知症予防と改善に向けたエクササイズ」で詳述))は、つまずきによる転倒のメカニズムとアスリート向けのラダートレーニングの特徴を考慮して考案されたプログラムである (Shigematsuら, 2008)。SSEでは前後、左右、斜め方向へさまざまなステップのパターンが正しくできるように挑戦するため、つまずいて転びそうになったとき、体勢を回復するための「とっさの



表1 オタゴ運動プログラムの内容

運動内容	詳細	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
筋力トレーニング	アングルウェイトにより筋に抵抗を与えて、各運動を10回行う				
膝伸展、膝屈曲、股関節外転	10回、2セット	支えあり	支えなし	—	—
足底屈(踵上げ)、足背屈(つま先上げ)	10回、2セット	支えあり	支えなし	—	—
バランストレーニング					
スクワット	10回	支えあり	支えなし/支えあり、2セット	支えなし、2セット	支えなし、3セット
後ろ向き歩行	10歩、4回	—	支えあり	—	支えなし
8の字歩行	8の字を描く、2回	—	支えあり	支えなし	—
サイドステップ歩行	10歩、4回	—	支えあり	支えなし	—
タンデム立ち	10秒	支えあり	支えなし	—	—
タンデム歩行	10回、2セット	—	—	支えあり	支えなし
踵歩行	10歩、4回	—	—	支えあり	支えなし
つま先歩行	10歩、4回	—	—	支えあり	支えなし
いす立ち上がり	手の支えあり/なし	両手支え、5回	片手支え、5回/両手支え、10回	支えなし、10回/片手支え、10回、2セット	支えなし、10回、2セット

(Gardner et al : Practical implementation of an exercise-based falls prevention programme. Age Ageing 30 : 77-83, 2001 の Table 2 から一部改変して引用)

一步」を踏み出すことを訓練できる。在宅高齢者において SSE 群とウォーキング群が転倒のリスク因子に及ぼす効果を比較した RCT では、SSE 群において脚筋パワー、バランス、敏捷性、反応時間に有意に大きな改善を示した。8 ヶ月後の転倒率では SSE 群 23.4 % が、ウォーキング群 33.3 % より低い傾向にあった。

➡ トレイルウォーキングエクササイズ

近年、1つの運動中に別の認知課題が求められる複数課題(multiple task)と転倒が強く関連することが報告されている(Beauchetら, 2009)。トレイルウォーキングテスト(trail walking test : TWT)は複数課題テストの1つであり、紙面での注意機能検査であるトレイルメイキングテストを、拡大して実際に歩く形式にアレンジされたものである(山田ら, 2009)。TWTでは、5m四方の中にある1~15番の旗を順番に歩き、所要時間を測定する(図11)。1年後の転倒を高精度で予測することができたTWTを、さらに転倒予防介入に活用したのがトレイルウォーキングエクササイズ(trail walking exercise : TWE)である。TWEは歩行能力と認知機能の双方が求められる、日常生活で高齢者が転倒しやすい状況の中でトレーニングを行うため、実践的な転倒予防運動としての有効性が期待されている。Yamadaら(2010)は、在宅高齢者においてTWE群とウォーキング群の体力および転倒予防効果をRCTにより比較した。結果、TWE群はデュアルタスク歩行、認知パフォーマンスがウォーキング群よりも有意に改善した。介入から6ヵ月後のTWE群の転倒は、ウォーキング群よりも有意に80%少なかったが、12ヵ月後には有意差がみられなかった。

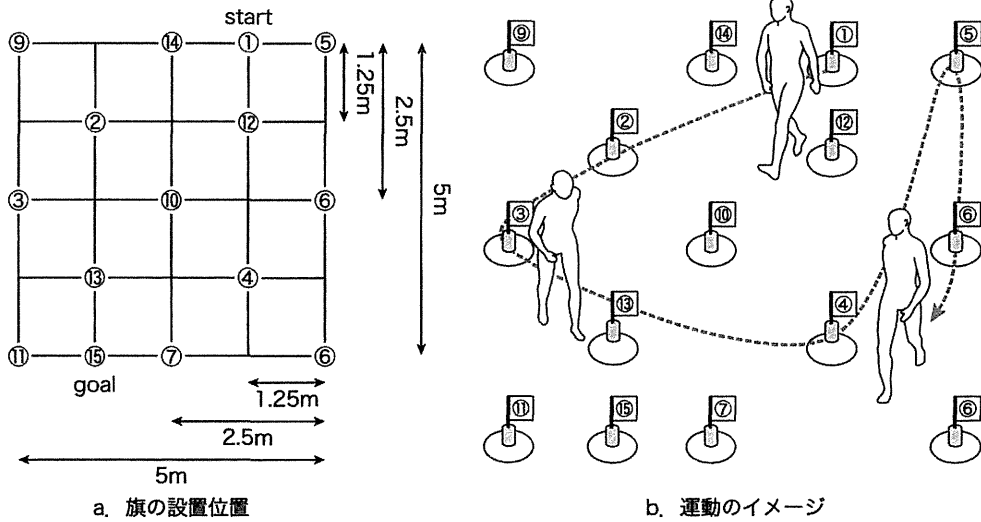


図 11

トレイルウォーキングテスト

(Yamada et al: Trail-walking exercise and fall risk factors in community-dwelling older adults: preliminary results of a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc 58: 1946-1951, 2010の Figure 1を引用)

➔ **運動に組み合わせるプログラム**

● **ビタミンD**

近年、天然型ビタミンDとカルシウムの内服により、在宅および施設高齢者の大腿骨頸部骨折が16%減少したと報告され(Avenellら, 2005), さらに施設高齢者の転倒自体も20%減少したと報告された(Bischoff-Ferrariら, 2004).

ビタミンDが転倒予防に働く理由は、ビタミンDが速筋線維の合成に必要なため(Dirks-Naylorら, 2011), 筋力・バランス能力を向上させることにある。それにより、転びそうになったときの「とっさの一步」を踏み出すことに寄与すると考えられている。なお、血中ビタミンD濃度の不足は、ふらつきや筋力低下、速筋線維の萎縮と関連する。

高齢者は低栄養や日照不足から、血中ビタミンD濃度が不足していることが多い。ビタミンDは、皮膚にある前駆体(デヒドロコレステロール)が紫外線に当たることで生成される。そのため屋外での散歩やウォーキングはビタミンD充足の観点からも重要であり、1日15分以上の日光浴が必要といわれている。ビタミンDは脂溶性なので、脂肪の多い魚(鮭, 秋刀魚, にしん, うなぎなど)に多く含まれている。

● **薬剤の調整**

鎮静剤, 抗不安薬, 睡眠薬などに伴う副作用のめまいや脱力が転倒を誘発していることがある。4種類以上の薬剤を重複して服用している高齢者は、転倒リスクが高い傾向にある。欧米では薬剤調整の単一介入による転倒予防効果も報告されている(Zermanskyら, 2006)。日本では一人の患者が複数の医師にかかることが多く、一元的な服薬調整が難しい事情もある。



●居住環境の改善

居住環境の改善は、特に転倒歴をもつ高リスクの高齢者に有効である。絨毯のずれ、足元のコード、床や通路の障害物を片づける、階段に手すりを設置する、階段や通路の照明を明るくする、段差にゴムやプラスチックなどの滑り止め、目印(赤いテープなど)を貼り付けるなどの改善策がある。

●補助具の使用に関するアドバイス

杖やウォーカーなどの補助器具は、適切に使用すれば転倒リスクを下げるができる。ウォーカーや杖を用いることで、バランスの支持基底面を拡大し、つまづき回避に必要な足の引き上げがしやすくなる。屋内でウォーカーを用いることは、スペースや構造の面から難しい。しかし、杖であれば小さな方向転換や椅子からの立ち上がり、階段の昇り降りにも使用できるため実用性に富む。

●原因疾患の治療

視力障害、起立性低血圧、失神を引き起こす心疾患、その他疾患が転倒の原因となっている場合は、医師による適切な治療を受けられるようにする必要がある。

Good question!

Q: 転倒はなぜ女性に多いのですか？

A: 女性の転倒が多い理由として、筋力、筋パワーの低下が男性に比べて大きいこと、肥満や変形性股関節症、変形性膝関節症、変形性脊椎症、姿勢不良など女性特有の身体特性があげられます(上野ら, 2006)。また、女性は高齢になっても日常的に家事仕事を担当し、買い物、掃除、洗濯など難易度の高い動作を強いられる機会が男性に比べて多いことが、転倒の機会の増加につながるようです。

確認テスト

(解答はp.273)

- (1) 高齢者の内的な転倒要因を5つ以上あげなさい。
- (2) 在宅高齢者と施設高齢者の転倒パターンの違いを述べなさい。
- (3) 高齢者の転倒予防運動の核となる要素を2つあげなさい。
- (4) 転倒リスクの高い施設高齢者に対する運動指導で注意する点をあげなさい。

S はじめに

骨格筋量の減少には、加齢、慢性疾患、骨格筋の不使用、栄養不良などの要因が密接にかかわっているが、そのメカニズムの完全解明までには至っていないのが現状である。老化の過程において、骨格筋量の減少ともなう筋力や身体機能の低下予防のためには、さまざまな要因のなかで可変因子を見出し、その因子の改善に焦点を当てた支援が有効である。可変因子として注目されているのは、骨格筋の不使用と栄養不良である¹⁾。

骨格筋の不使用を解消する手法としては運動が勧められ、高齢者においても、漸増負荷のレジスタンス運動 (progressive resistance strength training) によって、筋肉量や筋力の増大効果は多く検証されている^{2,3)}。栄養不良の対策とし

金 憲経 Kim, Hunkyung

ては必須アミノ酸補充を勧める。必須アミノ酸の補充によって筋蛋白質合成が促進されるとの結果を多くの研究で検証しているからである (図1)⁴⁾。

S 運動介入の効果と問題点

高齢者に対する運動効果は、レジスタンス運動について、lean body mass (LBM) の増大効果、筋力の向上効果の両面から検討されている。レジスタンス運動がLBMに及ぼす影響について、2011年 Petersonらが49介入研究を分析した (meta-analysis) 結果によれば、介入後に1.1kg (95% CI = 0.9~1.2kg, $p < 0.001$) 増大効果を認め、50歳以上で運動せずに座位生活を続けると年間0.18kgの減少が起こる事実を考慮した場合、レジスタンス運動がLBM増大に及ぼす影響は非常に大きいと指摘している²⁾。

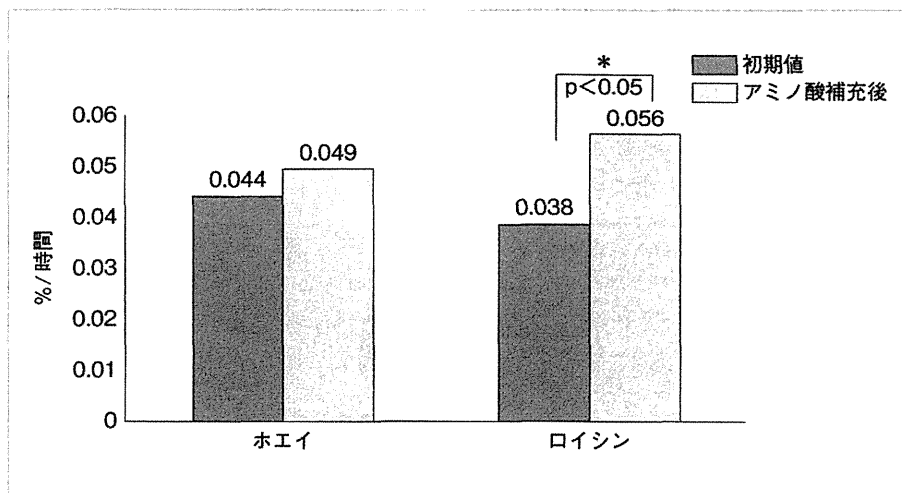


図1 必須アミノ酸補充後の筋蛋白質合成率の比較

(文献4より改変)

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) 31.63 kg (95 % CI = 27.59 ~ 35.67 kg, $p < 0.001$), chest press (36 介入研究) 9.83 kg (95 % CI = 8.42 ~ 11.24 kg, $p < 0.001$), knee extension (28 介入研究) 12.08 kg (95 % CI = 10.44 ~ 13.72 kg, $p < 0.001$) といずれの部位でも顕著な向上効果が観察されている⁵⁾。このように、先行研究の多くは、レジスタンス運動は筋肉量のみならず筋力増大に非常に効果的であると報告している。しかし、ここで注意深く観察すべき点は、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量指導すれば効果が上昇するが、低強度負荷のレジスタンス運動では筋量の上昇、筋力の向上効果は見込めないとの考えである。骨格筋量の減少にともなう筋力の衰え、歩行機能の低下といった状態のサルコペニア高齢者を対象に高強度、多量の運動量を採用し、筋肉量や筋力の上昇効果だけに焦点をあてた場合、「介入の副作用 (adverse effect)」問題は生じないのか、という点についての論議が必要と考える。一方、Taaffe は⁶⁾、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していることから、今後、中あるいは低強度負荷のレジスタンス運動がサルコペニア高齢者の筋肉量や筋力に及ぼす影響について、いっそうの研究が必要といえる。

5 栄養補充の効果と問題点

筋肉の構成成分である筋蛋白質は合成と分解を常に繰り返し、合成と分解のバランスによって筋量は一定に保たれている。高齢になるとさまざまな要因によって筋蛋白質の量が徐々に減少する。つまり、筋蛋白質の分解量が合成量を上回るか、合成速度が低下するかによって骨格

筋量は減少していく。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、骨格筋量の減少は抑えられ、有効な対策と考えられる。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を多くの研究で検証している⁴⁾。

アミノ酸補充効果について検討した先行研究によれば、Borsheim らは⁷⁾、ロイシンが 35.88% 含まれている必須アミノ酸 11 g を 16 週間補充し、LBM や筋力、歩行機能の変化を調べた。LBM は 12 週で 1.14 ± 0.36 kg の有意な増大効果を、下肢筋力は 16 週で $22.2 \pm 6.1\%$ 増加、通常歩行速度の有意な改善効果 (ベースライン = 1.26 ± 0.05 m/sec, 16 週 = 1.34 ± 0.05 m/sec, $p = 0.002$) を検証している。しかし、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 7.5 g を一日 2 回補充する試験を 3 カ月間実施し、アミノ酸補充によって LBM は事前 (43.5 ± 2.8 kg) より事後 (45.2 ± 3.0 kg) で有意に増加したが、筋力の変化はみられなかったと報告している⁸⁾。これらの先行研究を総合すると、必須アミノ酸補充は筋肉量の上昇効果についてはおおむね一致しているが、筋力向上の効果は必ずしも一致せず、研究者によって異なる結果を報告している。今後いっそうの検証が必要であろう。これらの結果をふまえて、Drummond らは運動 + アミノ酸補充によって上昇効果が期待できると、運動・栄養による複合介入の必要性を指摘している⁹⁾。

5 複合介入

■ 運動と炭水化物中心の栄養補充の効果

1994 年 Fiatarone らは¹⁾、70 歳以上の施設長期入所者 100 人を運動群 25 人、運動 + 栄養群 25 人、栄養群 24 人、対照群 26 人に分け、運動と栄養補充の効果を調べている。運動群には週

3回、1回あたり45分の筋力強化運動を10週間指導し、栄養補充は240ml(組成：炭水化物60.0%、脂肪23.0%、大豆たんぱく質17.0%)の飲料を毎日1回摂取する指導を10週間行った。その結果、運動群で筋力 $113.0 \pm 8.0\%$ 増加(非運動群 $3.0 \pm 9.0\%$ 増加, $p < 0.001$)、歩行速度 $11.8 \pm 3.8\%$ 改善(非運動群 $1.0 \pm 3.8\%$ 改善, $p = 0.02$)、階段上昇パワー $28.4 \pm 6.6\%$ 向上(非運動群 $3.6 \pm 6.7\%$ 向上, $p = 0.01$)、大腿筋面積 $2.7 \pm 1.8\%$ 上昇(非運動群 $1.8 \pm 2.0\%$ 減少, $p = 0.11$)であった。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。

■運動と必須アミノ酸補充の効果

1) 一般的選定基準

サルコペニアを発見するためには、骨格筋量の正確な推定が必要である。今日広く採用されている精度の高い筋肉量評価法はdual energy X-ray absorptiometry (DXA)法であり、Baumgartnerらは¹⁰⁾、DXA法より四肢の骨格筋量(appendicular skeletal muscle mass: ASM)を求め、「ASM(kg)/身長²(m²)」の値が、18~40歳の健康成人の平均値の2SD以下であるカットポイントを男性 7.26 kg/m^2 、女性 5.45 kg/m^2 と設定し、カットポイント以下をサルコペニアと定義している。しかし、この測定には高価な実験室装置や設備が要求され、計測に専門的な知識や資格が必要であり、大規模集団を扱う疫学調査の手法としては不向きであるとの指摘もある。ヒトの身体組成を安全かつ迅速に測定できるbioelectrical impedance (BI)法は、多くの研究者によってその妥当性が検証されており、多人数を対象にする疫学研究で汎用されている手法である。ChienらはJanssenらの式を台湾在住の高齢者に適応し、カットポイント男性 8.87 kg/m^2 、女性 6.42 kg/m^2 を提案している¹¹⁾。

一方、筋力指標としては握力、膝伸展力ある

いは膝屈曲力を、physical performance指標としては通常歩行速度、Timed Up & Go testを提案しているが、European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)の報告では¹²⁾、握力で男性30kg未満、女性20kg未満を、歩行速度で 0.8 m/sec 未満を採用している。しかし、これらの基準を日本の地域在住高齢者に適用した場合、たいへん厳しい基準になっていることが判明したので、筆者は次の操作的選定基準を採用した。

2) 操作的選定基準

大都市部在住75歳以上の後期高齢女性1,399名の対象者のなかから、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に基づき、骨格筋量の減少はSMIを、筋力低下は膝伸展力を、歩行速度の低下は通常歩行速度を、sarcopenic obeseを除外するためにBMI減少を用いた。採用した選定基準は、「SMI = 6.42 kg/m^2 以下」で「膝伸展力 = 1.01 Nm/kg 以下」あるいは「歩行速度 = 1.22 m/sec 以下」、「BMI 22.0以下」で「膝伸展力 = 1.01 Nm/kg 以下」あるいは「歩行速度 = 1.22 m/sec 以下」である。これらの選定基準に該当する者をサルコペニアと操作的に定義、304名(21.7%)を抽出し、サルコペニア高齢者の特徴および複合介入効果を調べた¹³⁾。

3) 対象者の特徴

サルコペニアと判定された304名とサルコペニアと判定されなかった正常者1,095名の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、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も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