

転倒・骨折予防のための運動介入研究についてのレビュー

小熊祐子

はじめに

平成 18 年、高齢者が要介護状態になること並びに、すでに軽度な要介護状態にある高齢者が重度な要介護状態になることの予防を目的として介護予防事業が導入された。運動器の機能向上プログラムはその柱の一つと位置付けられている。平成 21 年度介護予防に関わる総合的な調査研究では、介護予防に関する科学的知見の収集及び分析委員会を設け、公表された文献を包括的に収集し、系統的な分析を行うことによって、さらなる介護予防事業の進展に寄与することを目的として、文献レビューを行った。特に、運動分科会では、高齢者の自立や生活機能の改善につながる運動器の機能向上に焦点をあてて、運動介入研究のレビューを行った¹⁾。著者は、運動分科会のメンバーの一員として、特に「転倒・骨折」アウトカムを担当した。転倒は、寝たきりの原因の 10%ほどを占め、また、骨折の原因にもなり、高齢者の生活の質を著しく悪くする要因となる。一方で危険因子が明らかになってきており、予防対策がとれる事象でもある。運動介入については、ある程度のエビデンスがあるが、詳細は不明な点も多い。そこで、本稿では、当時のレビュー結果をもとに、地域在住高齢者（65 歳以上を含むもの、施設入所者は含まない）を対象とし、運動介入を行った無作為化比較試験に限定し、その後追加された論文も合わせ、レビューした結果を報告する。

1. 方法

分科会では、運動「介入」および「アウトカム」をカバーする検索語を用いて文献検索を実施した。1999 年から 2009 年当時までの 10 年間で

検索対象期間とした。この際、本分科会が目標とするエビデンスが Physical Activity guidelines Advisory Committee (U.S. Department of Health and Human Services) が報告したもの（以下 U S ガイドライン)²⁾とよく合致することから、まず本報告で引用された 1999 年以降の論文を含めることとし、報告に含まれない 2007 年以降の論文を追加検索することとした。データベースは PubMed、医中誌、Cochrane database を使用、言語は英語、日本語に限定した。対象は入院患者を除く、地域在住者 (Elderly in the community) とした。対象者の年齢は、日本の行政区分に照らして 65 歳以上とし、65 歳以上の対象者が含まれている研究を対象とした³⁾。運動介入が明らかに治療目的、または手術直後のリハビリ目的である論文は除外、特定の疾患患者のみを対象とした論文も原則として除外した。同様の基準で、2012 年 1 月末までの文献をアップデートした。本稿では、施設入所者を含まない研究に限定し、向精神薬服用者のみを対象とした論文は除外、また、当初含めたメタアナリシスの論文は重複を認めるので、除外した。

2. 結果とまとめ

転倒をアウトカムとする採用論文は、34 件あり、そのうち、転倒による骨折をアウトカムとしたものは 1 件のみであった³⁾(表 1)。この例では、フィンランドで平均年齢 72 歳の男女 84 名に 30 カ月の教室での運動プログラムと自宅での運動を合わせて行い、この 30 ヶ月間の転倒による骨折の発生が、介入群 6 例に対し、対照群 (76 名、今まで通りの生活) で 16 例と介入群で有意 ($p=0.019$) に少ない結果となった。さらにこの研

究は、介入終了後も長期的に追跡し、6年後もバランス力、歩行速度、活動度が介入群で有意に高いこと、さらにこの間の骨折件数も少ない（大腿骨骨折0件 vs 5件）ことを示している⁴⁾。その他、骨折をアウトカムとしたRCTでは、Sinaki Mらが閉経後女性50名を2年間の背筋強化運動群と非運動群に無作為化割り付けして10年間追跡し、運動群で椎体骨折が有意に少ない（1.6% vs 4.3% (p=0.029)）ことを示したものがあつたが⁵⁾、転倒に関連した骨折ではないので、レビューには含めなかった。

転倒についての34件については、日本からの報告が6件⁶⁾⁻¹⁶⁾。米国7件¹²⁾⁻¹⁸⁾ オーストラリア4件¹⁹⁾⁻²²⁾ オランダ²³⁾⁻²⁵⁾・ニュージーランド²⁶⁾⁻²⁸⁾ が各3件だった。他ドイツ²⁹⁾⁻³⁰⁾ 韓国³¹⁾ カナダ³²⁾ フィンランド³³⁾ 中国(香港)³⁴⁾ ブラジル³⁵⁾ 台湾³⁶⁾ デンマーク³⁷⁾ と多くの国からの報告があつた。参加者の年齢層には幅があり、90歳代の者を含む報告も多く認めた。対象者が男性のみの研究が1件、女性のみが7件、残りは男女とも含んでいた。サンプルサイズは、各群20名程度のものから大きいものでは各群数百名のものまであつた。そのうち約半数の研究は、対象者が、転倒のハイリスク集団（例、転倒の既往者、バランス・筋力低下者、他転倒のリスクをもつ者）であつた。介入期間は5週から36カ月、介入期間も含めた追跡期間は5月から36カ月であつた。

転倒をアウトカムとして、対照群と比較し運動群で有意な改善効果を認めた研究は16件、改善傾向を認めたものが3件だった。増悪傾向を認めた研究が1件あつたが、有意ではなかつた。

介入の種類は、USガイドラインでも推奨されているように、筋力トレーニング、バランストレーニングと有酸素運動、特にウォーキングと組み合わせた複合トレーニングを基本としたものが大半であり、強度の記述はないものがあつたが弱から中等度のものがほとんどと思われた。USガイドラインで示されている通り、効果を認める運動量としては、「一回30分のバランストレーニングと中等度の強度の筋力トレーニングを週3回、あわせて中等度の強度のウォーキングを一回30分

週2日以上」程度を勧めているものがあつた。効果を認める下限量を特定することは困難であるが、例えば、複合トレーニングを低強度で行ったMorganらの研究¹⁶⁾では、身体機能の低い層では、対照群に比し介入群で転倒が抑えられる傾向があるのに対し、身体機能の高い層ではこの効果は認めず、介入群でむしろ転倒が多い傾向となつた。対象者のリスク状況および身体状況に応じた適切な介入が必要といえる。他の研究でも、全体では有意な効果を認めないものの、対象者を外出可能な者、認知機能の悪くない者、虚弱度の低すぎない者に限定すると有意差を認めるものがあり、効果が期待できる対象者の選定が重要である。

近年の研究では、Smulderらは先に転倒既往のある一般高齢者で効果を認めた5週間の複合的なプログラム²⁵⁾を、さらにハイリスクである骨粗鬆症者用に改良（転倒実践は行わない）し、RCTで検討した²³⁾5.5週のプログラム終了後1年間の転倒率を追跡している。プログラムの期間は短い、その後1年間の転倒が介入群で有意に低下した。Kemmlerらは、従来推奨より高強度で、時間や頻度の低い介入を行っている（集団で60分週2回、家で20分週2回）が、骨密度・骨折には効果的であることが分かつた²⁹⁾。山田らは二重課題を取り入れたプログラムとして、trail walking exercise プログラムに取り入れた方が歩行群より転倒予防に効果的であることを示している³⁸⁾。

また、運動群として、太極拳あるいは太極拳の動きを含んだものが6件、そのうち、3件で対照群と比較し有意に改善、2件で有意ではないが改善、1件では悪化傾向だった。USガイドラインでも、太極拳やバランストレーニングだけのものでも効果があるということで、中等度のエビデンス、ただし結果が必ずしも一定しないと評価されている。追加すべき知見として、2009年に欧州初の太極拳介入の転倒への効果を検討した研究をオランダのLoggheら²⁴⁾が報告をしている。週に2回約1時間13週行い12カ月の転倒予防効果を検討した。対象者は269名、観察期間は12カ月など研究の質は悪くないが転倒リスクはRR =

1.16 (0.84-1.60) と対照群よりかえって悪い結果となった。80%以上の教室参加は半分以下とコンプライアンスは低く、効果を得るのに十分でなかった可能性がある。

転倒のリスクが対照群に比較して上昇 (RRが1以上) している研究として、Campbellらの検討²⁶⁾では、Otago program (ニュージーランドで開発された複合型プログラムで、効果が実証されている) を重度の視力障害のある高齢者に適用したところ、転倒回数が対照群に比較して有意ではないが上昇した (RR = 1.15 (0.82-1.61))。実行率の高い層では、有意に転倒回数が低いため、やはり実行できるかどうか重要であろう。

有害事象は、運動による腰痛・膝関節痛などの発症が数例ある程度で、注意を払う必要はあるが、概ね安全に運動は行えると考えられた。

さらに、運動プログラム終了後、長期的な効果の検証は、先に示した Korpelainen らの研究⁹⁾ を認めるのみであった。今後さらなるエビデンスの集積が必要である。

以上、USガイドラインの結果も合わせまると、高齢者の身体活動プログラムへの参加は安全でかつ効果的に転倒を減少させるとする報告が多かった。しかし、骨折などけがに結び付く転倒を減少させることを示したエビデンスは少ない。介入の内容としては、筋力トレーニング、バランストレーニングと有酸素運動、特にウォーキングとを組み合わせたものが多く、一回30分のバランストレーニングと中等度の強度の筋力トレーニングを週3回、あわせて中等度の強度のウォーキングを一回30分週2日以上とするプログラムが代表的な例として挙げられる。また、太極拳やバランストレーニングだけのものでも効果を認めた論文もあったが、結果は一定していない。対象者のリスク状況および身体状況に応じた適切な介入が必要であり、今後その目安が立てられるような質の高い研究の蓄積、長期的な効果を検討する研究の蓄積が必要であると考えられた。

文献

- 1) 財団法人日本公衆衛生協会. 高齢者保健福祉施策の推進に寄与する調査研究事業 介護予防に係る総合的な調査研究事業 介護予防に関する科学的知見の収集及び分析委員会報告書; 2010.
- 2) Committee PaGA. Physical activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. In: USD-HHS, ed. Washington DC; 2008.
- 3) Korpelainen R, et al. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int* 2006; 17: 109-18.
- 4) Korpelainen R, et al. Long-term outcomes of exercise: follow-up of a randomized trial in older women with osteopenia. *Arch Intern Med* 2010; 170: 1548-56.
- 5) Sinaki M, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002; 30: 836-41.
- 6) Yamada M, 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* 2010; 58: 1946-51.
- 7) Iwamoto J, et al. Preventative effect of exercise against falls in the elderly: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int* 2009; 20: 1233-40.
- 8) 山田実. 注意機能トレーニングによる転倒予防効果の検証 地域在住高齢者における無作為化比較試験. *理学療法科学* 2009; 24: 71-6.
- 9) Shigematsu R, et al. Square-stepping exercise and fall risk factors in older adults: a single-blind, randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63: 76-82.
- 10) Inokuchi S, et al. Feasibility and effectiveness of a nurse-led community exercise programme for prevention of falls among frail elderly people: a multi-centre controlled trial. *J Rehabil Med* 2007; 39: 479-85.
- 11) 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* 2004; 22: 602-11.
- 12) Shumway-Cook A, et al. Effectiveness of a community-based multifactorial intervention on falls and fall risk factors in community-living older adults: a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007; 62: 1420-7.
- 13) Mahoney JE, et al. Kenosha County falls prevention study: a randomized, controlled trial of an intermediate-intensity, community-based multifactorial falls intervention. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 489-98.

- 14) Li F, et al. Tai Chi and fall reductions in older adults: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60: 187–94.
- 15) Means KM, et al. Balance, mobility, and falls among community-dwelling elderly persons: effects of a rehabilitation exercise program. *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84: 238–50.
- 16) Morgan RO, et al. Low-intensity exercise and reduction of the risk for falls among at-risk elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004; 59: 1062–7.
- 17) Wolf SL, et al. Intense tai chi exercise training and fall occurrences in older, transitionally frail adults: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 1693–701.
- 18) Rubenstein LZ, et al. Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55: M317–21.
- 19) Clemson L, et al. LiFE Pilot Study: A randomised trial of balance and strength training embedded in daily life activity to reduce falls in older adults. *Aust Occup Ther J* 2010; 57: 42–50.
- 20) Voukelatos A, et al. A randomized, controlled trial of tai chi for the prevention of falls: the Central Sydney tai chi trial. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 1185–91.
- 21) Barnett A, et al. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing* 2003; 32: 407–14.
- 22) Day L, et al. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *BMJ* 2002; 325: 128.
- 23) Smulders E, et al. Efficacy of a short multidisciplinary falls prevention program for elderly persons with osteoporosis and a fall history: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91: 1705–11.
- 24) Logghe IH, et al. Lack of effect of Tai Chi Chuan in preventing falls in elderly people living at home: a randomized clinical trial. *J Am Geriatr Soc* 2009; 57: 70–5.
- 25) Weerdesteyn V, et al. A five-week exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly. *Gerontology* 2006; 52: 131–41.
- 26) Campbell AJ, et al. Randomised controlled trial of prevention of falls in people aged > or =75 with severe visual impairment: the VIP trial. *BMJ* 2005; 331: 817.
- 27) Robertson MC, et al. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *BMJ* 2001; 322: 697–701.
- 28) Campbell AJ, et al. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing* 1999; 28: 513–8.
- 29) Kemmler W, et al. Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: the randomized controlled senior fitness and prevention (SEFIP) study. *Arch Intern Med* 2010; 170: 179–85.
- 30) Freiburger E, et al. Preventing falls in physically active community-dwelling older people: a comparison of two intervention techniques. *Gerontology* 2007; 53: 298–305.
- 31) Park H, et al. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *J Bone Miner Metab* 2008; 26: 254–9.
- 32) Liu-Ambrose T, et al. Otago home-based strength and balance retraining improves executive functioning in older fallers: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56: 1821–30.
- 33) Luukinen H, et al. Pragmatic exercise-oriented prevention of falls among the elderly: a population-based, randomized, controlled trial. *Prev Med* 2007; 44: 265–71.
- 34) Woo J, et al. A randomised controlled trial of Tai Chi and resistance exercise on bone health, muscle strength and balance in community-living elderly people. *Age Ageing* 2007; 36: 262–8.
- 35) Madureira MM, et al. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int* 2007; 18: 419–25.
- 36) Lin MR, et al. A randomized, controlled trial of fall prevention programs and quality of life in older fallers. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 499–506.
- 37) Beyer N, et al. Old women with a recent fall history show improved muscle strength and function sustained for six months after finishing training. *Aging Clin Exp Res* 2007; 19: 300–9.
- 38) Yamada M, et al. Association between dementia and midlife risk factors: the Radiation Effects Research Foundation Adult Health Study. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 410–4.

