

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：82674

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300259

研究課題名(和文)健康長寿を実現する至適身体活動パターンの解明：加速度計を用いた10年間の縦断研究

研究課題名(英文)Habitual physical activity and healthy aging for older adults.

研究代表者

青柳 幸利 (AOYAGI, Yukitoshi)

地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター(東京都健康長寿医療センター研究所)・東京都健康長寿医療センター研究所・専門副部長

研究者番号：50202495

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,800,000円、(間接経費) 4,440,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者の日常身体活動を加速度計により10年間連続して測定し、どのような活動パターンが心身の健康、特に骨量・筋量維持に最適であるのかを縦断的に明らかにした。特に歩数および中強度活動時間と骨粗鬆症・骨折の発生との関係について分析した結果、当該病態の罹患率を抑えるための至適活動閾値は、男女とも歩数>7,000～8,000歩/日かつ/または中強度活動時間>15～20分/日であった。また、女性において、骨折の予想リスクは歩数が1日に6,800歩未満の参加者で8,200歩以上の人と比べると5～8倍も高く、中強度活動時間が1日に15分未満の参加者は24分以上の人と比べて3～4倍も骨折しやすいと見積もられた。

研究成果の概要(英文)：Daily 24-h accelerometer data, collected continuously for 10 years, were categorized into activity quartiles. Final lean mass was greater for the third activity quartile (men and women with respective mean counts of 7,800 and 7,700 steps/day or mean duration of exercise at >3 metabolic equivalents (METs) of 20 and 17 min/day) than for the first and second quartiles. A proportional hazards model predicted that, over the 10 years, men and women in the two lowest activity quartiles (<6,700 and <6,800 steps/day) were 2.3 and 3.0 times as likely, respectively, to be sarcopenic as those in the highest activity quartile (>9,000 and >8,400 steps/day). Likewise, men and women with <16 and <14 min/day, respectively, of activity >3 METs were 3.0 and 3.5 times as likely to develop sarcopenia as those with >28 and >22 min/day. The risk of developing sarcopenia was substantially lower in elderly people taking at least 7,000-8,000 steps/day or exercising for at least 15-20 min/day at >3 METs.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、応用健康科学

キーワード：加齢・老化 日常身体活動 健康寿命

1. 研究開始当初の背景

加齢に伴う筋量の減少(サルコペニア)をはじめとする種々の機能低下は、日常生活動作能力(ADL)や生活の質(QOL)の低下、ひいては寝たきりの重大な原因であり、超高齢化社会において医療費を削減するためにも、これらを予防するための運動処方ガイドラインの確立が急がれている。もちろん、今までにも運動のガイドラインは出されているが、どれも妥当性と実行可能性という点からみて不十分である。したがって、できる限り多くの高齢者が実行・継続でき、健康長寿を実現するのに最適な日常身体活動パターン(量・質・タイミング)に関する新しい指針を作成する必要がある。そこで、2000年より群馬県中之条町において、高齢者の日常的な身体活動と心身の健康に関する学際的研究(中之条研究)を行っている。

群馬県中之条町に在住の潜在的な被験者は、重篤な認知症や寝たきりの人を除いた65歳以上の全地域住民(約5,000名の参加者)であった。全参加者(母集団)は年1回、従来型の身体活動質問票に記入し、さらに任意に選ばれた約1割の対象者(下位集団)については身体活動を10年以上、1日につき24時間、連続して評価した。なお、この下位集団は母集団と年齢も性分布も違わなかった。客観的な測定は、特注の1軸加速度センサー内蔵の身体活動計(以下、体動計:スズケン社製ライフコーダ修正版)を用いて行った。この体動計は信頼性と妥当性に関して他の歩数計や加速度計に比べて勝り、統制と自由生活の両状況下で歩数(型内信頼性0.998;絶対精度 $\pm < 3\%$)と歩行活動の強度の両方を一貫して精確に見積もる。これまでの中之条研究の主な目的は、高齢者の健康と最も緊密な関係がある身体活動の総合的パターンを明らかにすることであった。

2. 研究の目的

来るべき超高齢社会に備えて、医療費削減のためにも高齢者の健康増進が強く望まれている。その対応策を講ずる上で重要視されているものの一つが、運動を含む日常身体活動である。加齢に伴う身体活動の低下は、心血管系疾患等の生活習慣病、高齢者の虚弱と最も関係が強い転倒・骨折を引き起こす筋・骨量の減少、日常生活動作能力(ADL)障害等と密接な関連をもつと考えられている。しかしながら、我々の先行研究を含む多くの研究が、活動アンケートによる主観的かつ曖昧な横断的手法に基づくため、確固たる証拠は未だにない。そこで本研究の目的は、高齢者における日常身体活動の実態を加速度センサー付体動計で客観的かつ精確に把握し、どのような量・質・タイミングなど総合的パターンの身体活動が、高齢者の寝たきりの原因で上位を占める転倒・股関節骨折などと最も関係が強い、骨粗鬆症およびサルコペニアの予防や改善のために最適であるのかを縦断的に調べることであった。

3. 研究の方法

研究代表者らは、2000年より群馬県中之条町の65歳以上の全住民約5000名を対象に、日常的な身体活動と心身の健康に関する学際的疫学研究を行っている。本研究では、これまでに収集した10年分のアンケートおよび身体活動計データ(約1000名分)を用いた。

個人の日常身体活動を特徴づけるとき、いかなる絶対的仕事率であっても、その相対的強度は概して年齢で決まると認識することが重要である。最大有酸素能力は65歳のときにはせいぜい18METsであり、それ以降においても低下して、85歳では5~6METsとなる。したがって、典型的な1日にわたって高齢者が行う諸活動は低(<3METs)、中(3~6METs)、そして高(>6METs)の3強度範疇に大別できる。ただし、普通の高齢者は高強度の活動をほとんど行わない。したがって、本研究では、

日常身体活動の指標として、1日当たりの歩数と中強度(> 3 METs)活動時間を採用した。骨の検査では、超音波法(ALOKA 社製AOS-100)を用いて踵骨の音響的骨評価値を毎年測定し、骨折閾値(若年成人[20-40歳]における骨量の平均から標準偏差の1.5SD 以下]を算出した。また、筋量の検査は、同時期に生体電気インピーダンス法を用いて行い、サルコペニアは若年成人(18-40歳)における骨格筋量(SMI)の平均から標準偏差の1SD 以下と定義した。

データの縦断的解析には、種々な交絡因子を調整したCox 比例ハザードモデルを用いた。まず身体活動ベースラインデータ(歩数および中強度活動時間)を四分位に分け、これを予測因子として、骨折やサルコペニアの発症の相対的危険度を算出した。

本研究は、疫学研究に関する倫理指針(文部科学省・厚生労働省)を遵守するとともに、事前に当研究所の倫理委員会および対象地域である群馬県中之条町の審査を受け、承認を得た。住民には研究の意義や内容を詳しく説明し、理解の上、同意書に署名してもらった。

4. 研究成果

中之条のプロジェクトからの横断的データによれば、骨粗鬆症やサルコペニア、体力低下がないことなど、多面にわたってより良好な身体的健康状態に関係する日常身体活動閾値は、男女とも歩数>7,000~8,000歩/日かつ/または中強度活動時間>15~20分/日である。これは、憂うつな気分・心的状態や損なわれた健康関連QOL が認められないことなど、比較的良好な精神的・心理社会的健康状態に関連する活動閾値よりも有意に高い。

本研究では、より強固なエビデンスを得るため、10年間の縦断的分析を行った。年齢、性別、喫煙や飲酒の有無などの交絡因子を補正し、Cox 比例ハザードモデルで骨折の相対的危険度と95%信頼区間を算出したところ、歩数<6,900歩/日、中強度活動時間<16分/日の高齢者(特に女性)は、>8,900歩/日、

>25分/日の人よりもそれぞれ2.7-3.9 倍、1.8-3.9倍骨折しやすかった。また、サルコペニアについては、歩数<6,600歩/日、中強度活動時間<15分/日の高齢者は、>8,500歩/日、>22分/日の人に比べてそれぞれ1.4-3.9 倍、2.0-5.0倍サルコペニアになりやすかった。本研究の結果は、我々の先行研究の横断的知見と同様であった。

健康長寿を実現するために必要な一日あたりの歩数と中強度(安静時代謝量の3倍以上)の活動時間が明らかになった。一般に、いかなる身体活動でも、何もしないよりはよいたらうと考えられている。しかし、中之条研究で提示された関係によれば、一貫して統計的かつ臨床的に有意な健康上の効果を得るためには、ある最低限の日常身体活動量が必要であるということが示唆された。

これまでに明らかになった健康との関係を身体活動について少ないほうから順にみると、一日に4000歩以上歩き、そのうち速歩が5分以上(4000歩・5分)の場合には、うつ病を予防できるということがわかった。同様に、一日あたり5000歩・7.5分で要支援・要介護の予防(一人でご飯が食べられる、お風呂に入れるなどの生活機能全般の維持)、7000~8000歩・15~20分で動脈硬化、骨粗鬆症、筋減少症、体力低下の予防、そして75歳以上の人は8000歩・20分で、75歳未満の人は10000歩・30分でメタボリック・シンドロームの予防につながる。特に、高血圧症や糖尿病を予防したり治療したりするためには、一日あたりの歩数が8000歩以上で、その中に中強度の活動が20分以上含まれていると効果的である。

また、骨量や筋量、体力全般を反映する歩行速度のような心血管系および筋骨格系の機能は、8000~10000歩・20~30分を超えて活動してもほとんど高まらなかった。したがって、健康状態を良好に保つためには、歩数が平均して一日に8000歩以上で、そのうち

速歩き(中強度の活動)が平均して一日に20分以上含まれているのが望ましいといえる。その上、中強度で行う日常活動の割合が高い人ほど、心身ともに健康の度合いが高いと言える。これらの研究成果に基づいて、我々は現在、オーダーメイドの予防医学システムを開発している。その結果、我が国の高齢者をはじめとして国民全体の健康増進や疾病予防、介護予防に、ひいては膨大化する医療費の削減に寄与するものと確信している。

5. 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計 19 件)

1. Ayabe M., Park S., Shephard R.J., Aoyagi Y. Associations of Activity Monitor Output and an Estimate of Aerobic Fitness with Pulse Wave Velocities: The Nakanojo Study. J Aging Phys Act, (In press). 査読有.
2. Shephard R.J., Park H., Park S., Aoyagi Y. Objectively measured physical activity and progressive loss of lean tissue in older Japanese adults: longitudinal data from the Nakanojo Study. J Am Geriatr Soc. 61(11):1887-1893, 2013. 査読有.
3. Aoyagi Y., Shephard R.J. Sex differences in relationships between habitual physical activity and health in the elderly: Practical implications for epidemiologists based on pedometer/ accelerometer data from the Nakanojo Study. Arch Gerontol Geriatr. 56(2):327-338, 2013. 査読有.
4. Shephard R.J., Aoyagi Y. Sex differences in habitual physical activity of the elderly: Issues of measurement, activity patterns, barriers and health response. Health Fitness J Can.6:3-71.2013. 査読有.
5. Yamada Y., Nishida T., Ichihara S., Kato K., Fujimaki T., Oguri M., Horibe H., Yoshida T., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 2 名. Identification of chromosome 3q28 and ALPK1 as susceptibility loci for chronic kidney disease in Japanese individuals by a genome-wide association study. J Med Genet. 50(6):410-418. 2013. 査読有.
6. Hiramatsu M., Oguri M., Kato K., Horibe H., Fujimaki T., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 5 名. Synergistic effects of genetic variants of APOA5 and BTN2A1 on dyslipidemia or metabolic syndrome. Int J Mol Med. 30(1):185-192. 2012. 査読有.
7. Shephard R.J., Aoyagi Y. Measurement of human energy expenditure, with particular reference to field studies: an historical perspective. Eur J Appl Physiol. 112(8):2785-2815, 2012. 査読有.
8. Aoyagi Y. Habitual physical activity and health: the Nakanojo Study. Health Fitness J Can. 4(1): 9-12, 2011. 査読有.
9. Aoyagi Y., Shephard R. J. A model to estimate the potential for a physical activity-induced reduction in healthcare costs for the elderly, based on pedometer/accelerometer data from the Nakanojo Study. Sports Med. 41(9): 695-708, 2011. 査読有.
10. Fujimaki T., Kato K., Oguri M., Yohida T., Horibe H., Yokoi K., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 8 名. Association of a polymorphism of BTN2A1 with dyslipidemia in East Asian populations. Exp Ther Med. 2(4):745-749. 2011. 査読有.
11. Hiramatsu M., Oguri M., Kato K., Yoshida T., Fujimaki T., Horibe H., Yokoi K., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 6 名. Association of a polymorphism of BTN2A1 with type 2 diabetes mellitus in Japanese individuals. Diabet Med. 28(11):1381-1387. 2011. 査読有.
12. Horibe H., Kato K., Oguri M., Yoshida T., Fujimaki T., Kawamiya T., Yokoi K., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 6 名.

- Association of a polymorphism of BTN2A1 with hypertension in Japanese individuals. *Am J Hypertens.* 24(8):924-929. 2011. 査読有
13. Oguri M., Kato K., Yoshida T., Fujimaki T., Horibe H., Yokoi K., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 8 名. Association of a genetic variant of BTN2A1 with metabolic syndrome in East Asian populations. *J Med Genet.* 48(11):787-792. 2011. 査読有.
 14. Tudor-Locke C., Craig CL., Aoyagi Y., Bell RC., Croteau KA., De Bourdeaudhuij I., Ewald B., Gardner AW., Hatano Y., Lutes LD., Matsudo SM., Ramirez-Marrero FA., Rogers LQ., Rowe DA., Schmidt MD., Tully MA., Blair SN. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 8:80, 2011. 査読有.
 15. Yamada Y., Nishida T., Ichihara S., Sawabe M., Fuku N., Nishigaki Y., Aoyagi Y., 他 20 名. Association of a polymorphism of BTN2A1 with myocardial infarction in East Asian populations. *Atherosclerosis.* 215(1):145-152. 2011. 査読有.
 16. Yoshida T., Kato K., Horibe H., Oguri M., Fukuda M., Satoh K., Aoyagi Y., 他 3 名. Association of a genetic variant of BTN2A1 with chronic kidney disease in Japanese individuals. *Nephrology (Carlton).* 16(7):642-648. 2011. 査読有.
 17. Yoshida T., Kato K., Oguri M., Horibe H., Kawamiya T., Yokoi K., Fujimaki T., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 5 名. Association of a polymorphism of BTN2A1 with chronic kidney disease in individuals with or without hypertension or diabetes mellitus. *Exp Ther Med.* 2(2):325-331. 2011. 査読有.
 18. Yoshida T., Kato K., Oguri M., Horibe H., Kawamiya T., Yokoi K., Fujimaki T., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 5 名. Association of polymorphisms of BTN2A1 and ILF3 with myocardial infarction in Japanese individuals with different lipid profiles. *Mol Med Rep.* 4(3):511-518. 2011. 査読有.
 19. Yoshida T., Kato K., Oguri M., Horibe H., Kawamiya T., Yokoi K., Fujimaki T., Watanabe S., Satoh K., Aoyagi Y., 他 5 名. Association of polymorphisms of BTN2A1 and ILF3 with myocardial infarction in Japanese individuals with or without hypertension, diabetes mellitus or chronic kidney disease. *Int J Mol Med.* 27(5):745-752. 2011. 査読有.
- [学会発表](計 10 件)
1. Aoyagi Y., Ayabe M., Park S., Kawakami H., Kuwata H., Shephard R.J. Habitual Physical Activity and Immunological Function in Older Individuals: Preliminary Findings from The Nakanojo Study. 3rd International Conference on Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement 2013, June 17-19, 2013, Massachusetts, USA.
 2. Ayabe M., Park S., Shephard R.J., Aoyagi Y. Associations of Pedometer/accelerometer Data and Maximal Walking Speeds with Pulse Wave Velocities: The Nakanojo Study. 3rd International Conference on Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement 2013, June 17-19, 2013, Massachusetts, USA.
 3. Park H., Shephard R.J., Park S., Aoyagi Y. Objectively Measured Physical Activity and Calcaneal Bone Health in Older Japanese Adults: The Nakanojo Study. 3rd International Conference on Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement 2013, June 17-19, 2013, Massachusetts, USA.

4. Shephard R.J., Park H., Park S., Aoyagi Y. Objectively Measured Physical Activity and Appendicular Lean Tissue in Older Japanese Adults: The Nakanojo Study. 3rd International Conference on Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement 2013, June 17-19, 2013, Massachusetts, USA.
 5. Kawakami H., Park H., Park S., Kuwata H., Aoyagi Y. Effect of enteric-coated lactoferrin supplementation on immune markers in serum of healthy elderly individuals: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. The 11th International Conference on Lactoferrin: Structure, Function, and Application, 2013, Roma, Italia.
 6. 青柳幸利、健康長寿の実現に最適な日常身体活動の量と質：中之条研究「10年の成果」、運動疫学研究会、国立健康・栄養研究所、2013年9月20日
 7. Aoyagi Y. Habitual physical activity and health in the elderly: the Nakanojo Study. (Keynote Speaker) The 2nd International Conference on the Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement 2011, May 24-27, 2011, Glasgow, United Kingdom.
 8. Park S, Park H, Yoshiuchi K, Shephard R.J, and Aoyagi Y. Objectively measured physical activity and metabolic syndrome in older Japanese adults: longitudinal data from the Nakanojo Study. The 2nd International Conference on the Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement 2011, May 24-27, 2011, Glasgow, United Kingdom.
 9. Park H, Park S, Shephard R.J, and Aoyagi Y. Objectively measured physical activity and sarcopenia in older Japanese adults: longitudinal data from the Nakanojo Study. The 2nd International Conference on the Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement 2011, May 24-27, 2011, Glasgow, United Kingdom.
 10. Kawakami H, Park H, Park S, Kuwata H, and Aoyagi Y. Effects of enteric-coated lactoferrin supplementation on the immune status of healthy elderly individuals: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. The 10th International Conference on Lactoferrin: Structure, Function, and Application, May 8-12, 2011, Mazatlan, Mexico.
- 〔図書〕(計 5 件)
1. Aoyagi Y., Shephard R.J. Health-related quality of life and habitual physical activity among older Japanese. In A.C. Michalos (Ed.), Encyclopedia of quality of life research. Heidelberg: Springer (In press).
 2. 青柳幸利. あらゆる病気を防ぐ「一日8000歩・速歩き20分」健康法. 東京: 草思社, 2013.
 3. 青柳幸利. 背景編: 「中之条研究」の基礎となった, 高齢者における歩行機能の重要性: 老化のメカニズムと予防法. 東京: ノーブル・プレス, 2012.
 4. 青柳幸利. 基礎編: 「中之条研究」で実証された, 健康長寿の実現に最適な日常身体活動の量と質. 東京: ノーブル・プレス, 2011.
 5. 青柳幸利. 実践編: 「中之条研究」で実証された, 医療費削減の効果が得られる日常身体活動の量と質. 東京: ノーブル・プレス, 2011.
6. 研究組織
 (1) 研究代表者
 青柳 幸利 (AOYAGI Yukitoshi)
 地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター(東京都健康長寿医療センター研究所)・東京都健康長寿医療センター研究所・専門副部長
 研究者番号: 50202495