

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500852

研究課題名(和文) 日常歩行数は大腿骨頸部及び腰椎骨密度の維持に貢献するか否か？

研究課題名(英文) Effects of Daily Walking Steps on Bone Mineral Density at Femoral Neck and Lumbar Spine in Postmenopausal Japanese Women

研究代表者

北川 淳 (Kitagawa, Jun)

北里大学・一般教育部・准教授

研究者番号：80260529

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：閉経後女性340名を対象として、日常歩数と大腿骨頸部および腰椎骨密度(DXA法)との関係について横断的に検討した。本研究はThe Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Study 15年次追跡調査の一部である。3軸活動量計を用いて歩数およびExercise(Ex:3METs以上強度の身体活動量)を測定した。

歩数は両部位の骨密度と関係を示さなかった。一方、Exは大腿骨頸部骨密度とのみ有意な正の相関を示した。この関係は交絡因子を調整後も有意であった。大腿骨頸部骨密度には単純歩行よりも、3METs以上強度の身体活動が関係していると思われた。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the effects of daily walking steps on bone mineral density (BMD) at femoral neck (FN) and lumbar spine (LS) in postmenopausal Japanese women. The subjects were 340 women with 10 years since menopause or more. BMD was measured by dual X-ray absorptiometry. A triaxial accelerometer measured walking steps and converted acceleration into metabolic equivalents (METs). PA at 3 METs or more was expressed in Exercise (Ex:METs x hours). While there was no correlation between walking steps and BMD at both regions, Ex was positively associated with FN-BMD. This positive effect remained significant after adjustment for confounding factors.

Walking steps do not provide information on the intensity of the activities in daily living. On the other hand, Ex reflects intensity of the activities. It is suggested that FN-BMD has a much closer relationship with the intensity of PA than daily steps in postmenopausal Japanese women.

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：閉経後女性 大腿骨頸部骨密度 腰椎骨密度 歩数 身体活動量 Ex

1. 研究開始当初の背景

骨粗鬆症とは、骨強度の低下を特徴とし、骨折リスクが増大しやすくなる骨格疾患と定義されており、日本における骨粗鬆症患者数は1,100万人と推定されている。さらに、国内の大腿骨頸部骨折は、年間12万件を超えると推定されており、約10%は1年以内に死亡し、約30%は日常生活動作能力が低下する。

「骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2011年版」では、運動は骨密度を増加させるとしており、一般中高年者には歩行を中心とした運動を推奨している。また、国民栄養調査や健康日本21では、身体活動指標として歩数を用いている。したがって、日常歩数の維持・増加が骨粗鬆症予防に貢献するか否かについて検討することは極めて重要な課題である。

我々は、女性高齢者を対象として、歩数と踵骨超音波計測値との間には正の関係があることを発表した (Kitagawa et al. Osteoporos Int. 2003)。その後、東京都老人総合研究所のグループからも同様な結果が報告された (Park et al. Osteoporos Int. 2007) ことから、歩数と踵骨超音波計測値との関連性は明らかである。

次の研究として、歩数が「寝たきり」や「QOL低下」に直結する「大腿骨頸部」や「腰椎」の骨密度に及ぼす効果について検討する必要性が残されているが、この点に関する研究は国内外において皆無であった。

2. 研究の目的

そこで本研究では、日本を代表する骨粗鬆症大規模疫学研究の一つである「骨粗鬆症予防のための成人疫学調査」: The Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Study の15年次追跡調査において、閉経後女性を対象として、日常歩数と大腿骨頸部および腰椎骨密度との間に関連性が認められるか否かについて横断的に検討した。

3. 研究の方法

(1) JPOS Study の概要および追跡調査

JPOS Study は、本研究分担者である伊木雅之 (近畿大学医学部) が研究責任者を務め、平成8年に国内7地域 (北海道芽室町、岩手県岩手町、福島県西会津町、新潟県上越市、香川県寒川町、熊本県甲佐町、沖縄県平良市) において、無作為抽出された15歳から79歳までの女性4,550名を対象として、日本人女性の骨密度や骨代謝マーカーの基準値設定、骨粗鬆症および脊椎変形の発生率に関する調査を開始した。その後も地域数は減少したが、5年次調査、10年次調査を実施してきた。

平成23年度に香川県さぬき市、北海道芽室町、新潟県上越市の3地域、平成24年度に福島県西会津町 (東日本大震災のため、1年間延期) で15年次調査を行った。JPOS Study の Cohort Profile は印刷中である (Iki et al. Int. J. Epidemiol. 2014)。

(2) 対象者

4地域での15年次調査受診者は1,316名であった (31歳~93歳)。これらから、以下の条件を満たす者を本研究対象者とした。

閉経後10年以上経過した者。

骨代謝に影響する既往歴がない者。

骨粗鬆症治療薬を服用していない者。

下記に示す、活動量計による歩数調査が可能であった者。

その結果、340名が対象となった (表1)。

なお、本研究対象者を閉経後10年以上経過した者に限定した理由は、閉経後の骨量減少をもたらす要因として、閉経直後からの数年間はエストロゲン欠乏による影響が大きい、それ以後は身体活動の低下など生活習慣による影響が大きくなるからである。

表1. 対象者の主な身体特性

項目	平均値 ± 標準偏差
年齢 (歳)	70.3 ± 6.6
閉経後年数 (年)	21.1 ± 7.6
身長 (cm)	151.1 ± 5.6
体重 (kg)	52.4 ± 8.2
Body Mass Index	22.9 ± 3.4

(3) 主な測定項目

活動量計による歩数および Exercise (Ex)

全対象者に活動量計 (EW-NK52, Panasonic, 3軸加速度センサー) と記録用紙 (A4サイズ1枚) を配布し、翌日から1週間、起床時から就寝時まで活動量計を装着させた。その際には普段通りの生活を心がけるよう指示した。本装置では、得られた加速度から歩数を測定すると共に、加速度を METs に換算し、3METs 以上の強度における身体活動量 (METs・時間) を Ex として算出する。歩数および Ex は装置内に30日間記録される。記録用紙には各日の主な行動 (箇条書き程度) を記入させた。期間終了後に、活動量計と記録用紙を郵送にて回収し、歩数および Ex の読み出しと行動記録結果の照合を行った。その後、歩数および Ex の1日平均値を算出した。なお、身体活動評価における本装置の妥当性については先行研究で報告されている (Yamada et al. Eur J Appl Physiol. 2009)。

大腿骨頸部および腰椎骨密度測定

JPOS Study では、平成8年の初回測定以来、同一の骨密度測定装置 (二重エネルギー X線吸収法, QDR4500A 車載型, Hologic 社) を搭載した検診車を各地域に派遣し、骨密度測定を行っている。これにより、大腿骨頸部骨密度および腰椎骨密度 (第2から第4腰椎の平均値) を測定した。

アンケート調査

保健師が閉経状況や既往歴、服用薬、生活習慣などについての聞き取り調査を行った。

4. 研究成果

(1)各部位の骨密度、歩数およびEx 平均値を表2に示した。大腿骨頸部と腰椎骨密度平均値は、それぞれ0.621g/cm²と0.842 g/cm²であった。本研究で用いた装置(QDR)による大腿骨頸部と腰椎骨密度の若年成人平均値は、それぞれ0.790 g/cm²と1.011 g/cm²である。これらの値を100%として本研究における各部位の骨密度平均値を対若年成人相対値として表すと、大腿骨頸部骨密度は79%、腰椎骨密度は83%であった。原発性骨粗鬆症の診断基準では、骨密度が対若年成人相対値で80%以上かつX線上で骨粗鬆化なしの場合を正常としている。本研究ではX線上での確認を行っていないが、対若年成人相対値で見ると、当然個人差はあるものの、集団としては正常レベルであると思われた。

歩数とExの平均値は、それぞれ7,061歩/日と5.6/日(週当たり換算で39.2)であった。平成24年度国民健康・栄養調査結果によると、60歳代女性と70歳代女性の歩数平均値は、それぞれ6,644歩/日と4,285歩/日である。また、「エクササイズガイド2006」では、生活習慣病を予防するための身体活動量として、1週間の合計で23Exが示されている。これらの結果から、本研究の対象者は身体活動性の高い集団であると思われた。

表2 骨密度、歩数およびExの平均値

項目	平均値 ± 標準偏差
大腿骨頸部骨密度(g/cm ²)	0.621 ± 0.094
腰椎骨密度(g/cm ²)	0.842 ± 0.144
歩数(歩/日)	7,061 ± 3,030
Ex(METs・時間)/日	5.6 ± 3.0

(2)年齢と閉経後年数、体格項目、歩数およびExとの関係を表3に示した。加齢に伴い、身長および体重は低下した。同様に、歩数とExも加齢に伴い低下した。

表3 年齢と閉経後年数、体格項目および身体活動指標との関係

	年齢
閉経後年数	0.833***
身長	-0.397***
体重	-0.189***
Body Mass Index	-0.003
歩数	-0.330***
Ex	-0.237***

***p<0.001

(3)骨密度と主な測定項目との関係を表4に示した。両部位の骨密度とも、年齢および閉経後年数と負の相関を示しており、加齢とともに骨密度が低下していた。また、体格項

目との関係では、腰椎骨密度と身長との間に関係は認められなかったが、それ以外は全て正の相関を示した。これらの結果は、多くの先行研究通りの結果となった。

身体活動指標との関係をみると、両部位の骨密度は歩数とは有意な関係が認められず、Exと大腿骨頸部骨密度との間に有意な正の相関が認められた。

表4 骨密度と主な測定項目間との関係

	大腿骨頸部骨密度	腰椎骨密度
年齢	-0.277***	-0.108*
閉経後年数	-0.280***	-0.147**
身長	0.250***	0.069
体重	0.348***	0.240***
Body Mass Index	0.235***	0.217***
歩数	0.085	0.004
Ex	0.136*	0.014

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

(4)上述した身体活動指標と骨密度との関係においては、表3で示したように、骨密度と年齢や体格項目との関係が交絡因子として作用していることが考えられる。そこで、各骨密度を従属変数とし、年齢や体格項目を独立変数とする重回帰分析を行った。独立変数として、表4の結果から、年齢よりも閉経後年数の方が骨密度と強く関係しているため閉経後年数を、身長と体重の両方を含む変数としてBody Mass Indexを投入した。

その結果を表5に示すが、Exは閉経後年数およびBody Mass Indexとは独立して大腿骨頸部骨密度と正の関連を示した。なお、Exの代わりに歩数を投入する分析も行ったが、閉経後年数とBody Mass Indexは有意な変数として選択され、歩数は選択されなかった(データは省略)。

表5 骨密度を予測する重回帰分析の結果

独立変数	従属変数	
	大腿骨頸部骨密度	腰椎骨密度
閉経後年数	-0.251***	-0.139**
Body Mass Index	0.239***	0.214***
Ex	0.109*	0.007
R ²	0.134	0.059

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

(5)以上の結果を基に考察を進める。本研究で身体活動指標として用いた歩数とExとの相違について確認すると、歩数は身体活動の量を表すが、強度は反映しない。一方、Exの算出には、得られた加速度を装置内に内蔵されたアルゴリズムによってMETsに変換し、3METs以上の身体活動と時間との積が用いられるため、身体活動の強度も含まれている。

本研究では、歩数は両部位の骨密度と有意な関係を示さなかった。この結果は、歩数と踵骨超音波計測値との間における正の関係を示した2件の先行研究(Kitagawa et al. Osteoporos Int. 2003, Park et al.

Osteoporos Int. 2007)とは異なる結果となった。さらに、本研究の申請後から実施開始前の時期に報告された65歳以上のオーストラリア人女性を対象とした研究(Foley et al. Osteoporos Int. 2010)では、歩数と大腿骨頸部骨密度との間に正の関連が認められており、この結果とも一致しなかった。そこで、これら先行研究との不一致が生じた理由について考察を加える。

まず、踵骨超音波計測値を用いた研究との相違について、骨に対するメカニカルストレスの効果の発現には、ある閾値以上の大きさが必要であることは古くから知られている。閉経前女性を対象として、各種身体活動時に発生する加速度(メカニカルストレスの指標)と骨密度増加との関係についての介入研究(Vainionpää et al. Osteoporos Int. 2006)がある。この研究では、歩行時、ステッピング時、ジョギング時、ランニング時、ジャンプ時に生じる加速度(g)を、それぞれ0.3~1.0g, 1.1~2.4g, 2.5~3.8g, 3.9~5.3g, 5.4~9.2gと定め、12ヶ月間の運動教室後における各部位の骨密度増加率に対して、どのレベルの加速度が有効であったかについて検討している。その結果、踵骨超音波計測値を増加させるためには、歩行を若干上回る加速度(1.1~2.4g)で十分であるのに対し、身体上部に位置する大腿骨頸部骨密度の増加には3.9g以上、腰椎骨密度の増加には5.4g以上の加速度を伴う身体活動が必要と結論づけている。閉経前女性と本研究対象である閉経後10年以上経過した女性においてメカニカルストレスに対する骨の応答性が同一であるかどうかは定かではないが、地面に近接する踵骨の超音波計測値を維持・増加させるためには歩行レベルの加速度で十分であるのに対し、踵骨よりも上位に位置する大腿骨頸部や腰椎骨密度を維持・増加させるためには、歩行よりも強い加速度を伴う活動を要するため、歩数とこれらの部位の骨密度との間には関連が認められなかった可能性がある。

次に、オーストラリア人を対象とした先行研究との相違について、日本人で畳や和式トイレなどを使用して和式生活を送っている者では、立ち上がり・座り込み動作を頻繁に行うため、スクワット動作と同様の運動効果が得られ、大腿骨頸部骨密度へのメカニカルストレスが高値となり、洋式生活の者に比べて大腿骨頸部骨密度は6%高いことが報告されている(広田 Clinical Calcium 2002)。このような日本人に独特な生活様式の中で生じるメカニカルストレスが大腿骨頸部骨密度に与える貢献度は、歩行に伴うメカニカルストレスのそれよりも強いことが考えられる。したがって、日本人では欧米人とは異なり、大腿骨頸部骨密度と歩数との間に関係が認められない可能性がある。

さらに、身体活動の強度も含むExが大腿骨頸部骨密度とのみ関連を示したことは、これらの考察を支持する結果と考えられる。すなわち、本研究で用いた活動量計は3METs以上の活動を

強度別に識別することはできないが、大腿骨頸部骨密度に対しては少なくとも3METs以上の活動が貢献していることが考えられる。Vainionpää et al.の結果によると、大腿骨よりも上位に位置する腰椎骨密度に対しては、より強いMETsを伴う活動が必要であるが、そのような高強度活動は高齢者では希であるため、Exとの関連は認められなかったと推察される。

(6)以上の知見をまとめると、大腿骨頸部骨密度および腰椎骨密度に対して日常歩数は関連していなかったが、大腿骨頸部骨密度に対しては運動強度を反映するExが好影響を与えるという興味深い結論が得られた。ただし、本研究は横断研究であるため、縦断研究を実施して日常歩数の効果について検討する余地は残されている。この点において、JPOS Studyでは平成28年度および29年度に20年次追跡調査を行う予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

Iki M, Tamaki J, Sato Y, Kadowaki E, Morita A, Ikeda Y, Kajita E, Nishino H, Matsukura T, Yamagami T, Kitagawa J, Akiba T. Cohort Profile: The Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Cohort Study. Int. J. Epidemiol. 査読有, 印刷中.

[学会発表](計2件)

北川 淳: 3軸加速度計による身体活動の量およびその強度と大腿骨頸部骨密度との関係: 閉経後女性を対象とした検討, 第21回日本運動生理学会, 2013.7.27, 東京国際大学(埼玉県川越市)

Kitagawa J, Iki M, ほか7名: Association between bone mineral density at femoral neck and physical activity assessed with a triaxial accelerometer in postmenopausal Japanese women. IOF- ECCEO12: European Congress on Osteoporosis & Osteoarthritis, 2012.3.27, Bordeaux, France

[その他]

<http://www.med.kindai.ac.jp/pubheal/jpos/index.html> (JPOS Studyのホームページ)

6. 研究組織

(1)研究代表者

北川 淳 (KITAGAWA, Jun)
北里大学・一般教育部・准教授
研究者番号: 80260529

(2)研究分担者

伊木 雅之 (IKI, Masayuki)
近畿大学・医学部・教授
研究者番号: 50184388