

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：21102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K10910

研究課題名（和文）健全な骨量維持・骨改善に必要な身体活動量の基準値の作成

研究課題名（英文）The creation of baseline values for physical activity length is necessary to maintain healthy bone mass and improve overall health.

研究代表者

李 相潤（LEE, SANGUN）

青森県立保健大学・健康科学部・教授

研究者番号：30325914

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では女性の健全な骨量維持や骨改善に必要な身体活動量の指標を算出するために、体組成と身体活動強度（PAL）について検討した。対象は最大骨量に達している健全な若い女性で骨指標のOSIを用いて骨密度（BMD）低群とBMD高群に分類した。運動を含む日常生活におけるPALを1週間測定し、METsの分類に応じて8つのレベルで評価した。BMDは体組成や体力と関連性が示唆されたが、身体活動時間には影響されなかった。一方、BMDへのポジティブな効果を得るためには中強度に相当する6METsの活動強度の重要性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

骨は20歳前後で最大骨量に達し、その後は加齢に伴って減少する。従って将来の健全な骨を維持するためには、最大骨量に達する20歳前後まで高い骨量が求められ、その重要な因子として骨への負荷が挙げられている。さらに女性において加齢に伴う骨量減少や骨の関連疾患は社会的な課題とされ、その解決が求められている。そこで、本研究では女性の骨に関する予防医学の知見を求め、運動を含む日常生活における身体活動が中強度以上であることが望ましい結果を得た。我々が示した本研究の結果は、若年女性における最大骨量の獲得や骨維持、改善に求められる運動強度の指標になり得る。

研究成果の概要（英文）：In this study, body composition and physical activity intensity (PAL) were examined to calculate indices of physical activity required for maintaining healthy bone mass and bone improvement in women. The subjects were healthy young women who had reached maximum bone mass and were classified into low bone mineral density (BMD) and high BMD groups using the bone index OSI. PAL in daily life, including exercise, was measured for one week and evaluated at eight levels according to METs classification; BMD was suggested to be related to body composition and physical fitness, but was not affected by physical activity time. On the other hand, the study suggested the importance of activity intensity of 6 METs, which corresponds to moderate intensity, for positive effects on BMD.

研究分野：予防医学

キーワード：予防医学 骨密度 女性 身体活動

## 1. 研究開始当初の背景

骨には一定以上の強い負荷に伴う運動が推奨され、全国各地域では骨粗鬆症予防や骨改善の事業が盛んに行われている。しかし骨に関する先行研究では運動による骨改善が示唆されているものの改善率の乏しい結果が圧倒的に多い。また、厚生労働省の平成 26 年患者調査によると骨粗鬆症患者は年々増加(H14 年:447 千名、H20 年:494 千名、H26 年:544 千名)しており、新たな骨改善策が求められる。これらの一因としては対象者の運動実施率の低さと、既存の骨改善方法として用いられている「適度な運動の定義の曖昧さ」が挙げられる。すなわち既存の骨改善方法として用いられている「適度な運動」という曖昧な指導方法には限界があり、科学的根拠に基づいた明確な指標が求められる。

骨改善には跳躍やレジスタンス運動など骨への負荷の高い運動が推奨されているが過度な運動負荷による疲労骨折や実施率低下を招く一因でもある。骨へのメカニカルストレスは力学的歪みの大きさに応じて から までの領域に分類され、強度の弱い と強度の強すぎる では何れも骨にネガティブな結果をもたらす。一方、Robling らは運動負荷を分割して与えた方が骨密度にポジティブな結果を招くことを報告し、骨と骨代謝調整機構の関連を支持した。つまり骨代謝調整機構は十分な休憩を取り入れた一定以上の負荷量が求められる。これらのことから、骨に必要な「適度な負荷」とは休憩を取り入れた「最小限以上の負荷～最大限以下の負荷」の中強度に当たることが考えられる。日常生活における骨への主な負荷方法としては歩行が挙げられ、運動強度(METs)に換算すると平地散歩 3.0～階段歩行 8.0METs の範囲で、成人の普段歩行は 4.0～5.0METs に相当する。つまり運動習慣がなく健常な骨量を有している人々は骨に必要なメカニカルストレスを日常生活の身体活動から得ている可能性が高い。これらのことから、日常生活における中強度以上の身体活動は、中強度以下の弱い運動より高いメカニカルストレスを発生させ、骨にポジティブな影響を与えることが期待できる。すなわち運動習慣の有無に関わらず健常な骨量保有者の日常生活の身体活動時間と強度は骨量維持や骨改善に適した身体活動の基準値と考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究では「最高骨量に達している 20 歳前後の健常な若年女性」を対象に日常生活における身体活動の実施時間と強度が骨に及ぼす影響を検討した。そして健常な骨量を有する若年者の結果より、1 日平均の身体活動の特性(時間と強度)を算出し、「健常な骨量維持・骨改善に必要な身体活動量の基準値」を作成した。

## 3. 研究の方法

対象者は青森市内の教育機関及び医療関連施設に研究依頼を行い、ポスターを用いて公募した。参加者のうち過去 1 年間整形外科や産婦人科など骨に関連する疾患の既往歴がある女性は除外した。また、過去 1 年間非ステロイド性抗炎症薬服用や骨に関連するサプリメントなどを継続的に服用していないことや過去 6 ヶ月間ダイエットを実施していない女性を解析対象とした。

対象者には、アンケート実施後に骨密度と身体組成を測定した。その後、身体活動計の使用法や注意点を説明して対象者に配布し、10 日後に回収した。

・身体組成は部位別生体多周波数インピーダンス仕様の In Body470 を用い、熟練した検者

が一人で行った。精度を高めるために測定前は座位で 10 分間安静後、接地電極部位 8 ヶ所の皮膚をエタノールで拭き、完全に乾燥した後に実施した。

・骨密度は超音波骨量測定法(QUS)の AOS-100SA を用い、使用されるパラメーターは日本骨粗鬆症学会 QUS 標準化に準じて実施した。

・身体活動量は HJA-750C を用いて身体活動の実施時間と強度を 10 秒間隔で 1 週間経時的に測定し、METs 分類による強度と実施時間を 1 日平均に算出した。精度を上げるために普通の生活より身体活動量が変化する長期休みや旅行期間などは除外した。また、身体活動時間や強度に影響する季節や気温を考慮し、無積雪時期に測定した。

・骨密度の結果が「骨密度の基準値(YAM)を超えている対象者」と「YAM 以下の対象者」に分類し、比較/検討する。身体活動の強度は 8 レベル(1METs~16METs)に分類した。また、骨関連ホルモンの日内変動を考慮し、1日の時間を 4 分割し、時間帯の身体活動を検討した。その後、「YAM を超えている対象者」の身体活動実施時間と強度を用いて「健全な骨量維持・骨改善に必要な身体活動量の基準値」を算出した。

#### 4 . 研究成果<sup>1)</sup>

・対象者 356 名で若者の骨密度平均(YAM)80%未満の者はいなかったが、要注意が必要な YAM 80 - <90%にあたる OSI <2.428 の者は 25 人で解析から除外した。YAM90%以上の 331 人のうち、YAM 100%未満の BMD-Low 群(BMD-L)は 124 人、YAM 100%以上の BMD-High 群(BMD-H)は 207 人で 2 群に分類し解析した。

・BMD-L に比べて BMD-H は体重 4.2%( $p < 0.01$ )、BMI 3.8%( $p < 0.001$ )、除脂肪量 3.2%( $p < 0.01$ )、SMI 3.3%( $p < 0.001$ )、基礎代謝量 2.3% ( $p < 0.01$ )それぞれ有意に高かった。また、部位別の筋量については BMD-L に比べて BMD-H の右上肢 5.3%、左上肢 4.8%、体幹 3.0%それぞれ有意に高かった ( $p < 0.01$ , in each)。

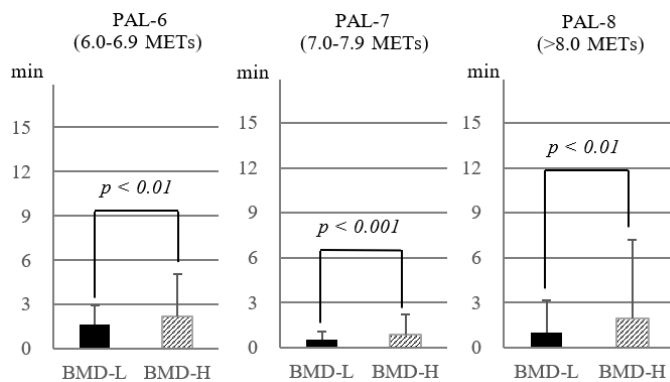
・1 週間の日常生活における歩数、歩行時間について 2 群間の有意な差はなかった。一方、BMD-L に比べて BMD-H では歩行によるエクササイズ量とカロリー消費量がそれぞれ 12.8%と 11.3%有意に高く、総カロリー消費量は 2.9%有意に高かった( $p < 0.05$ , in each)。

・強度別の身体活動時間について PAL-1 から PAL-5 まで 2 群間の有意差はなかった。一方、中強度以上の身体活動の時間

については BMD-L に比べて BMD-H の PAL-6(6.0~6.9 METs)が 31.5%、PAL-7(7.0~7.9METs)が 56.0%、PAL-8(8.0~METs)が 101.1%それぞれ有意に長かった( $p < 0.05$ , in each)。

・BMD-L 群に比べて BMD-H 群では

PAL-6 以上の中強度の身体活動が顕著であることがされた。一方、基礎代謝や安静時代謝に影響する低強度の身体活動では 2 群ともに類似した結果を示した。BMD-L 群に比べて BMD-H 群では PAL-6(METs-6)以上の中強度の身体活動が顕著であることが示された。



1. Sangun Lee, Chikako Fujita, and Atsuko Satoh. Baseline Body Composition and Physical Activity Level Recommended for Optimal Bone Mineral Density in Young Women Women's Health Reports 3,1. <https://doi.org/10.1089/whr.2021.0137>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Lee Sangun, Fujita Chikako, Satoh Atsuko	4. 巻 3
2. 論文標題 Baseline Body Composition and Physical Activity Level Recommended for Optimal Bone Mineral Density in Young Women	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Women's Health Reports	6. 最初と最後の頁 351 ~ 358
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 李相潤、新岡大和、板垣篤典
2. 発表標題 中年女性における職種の特性が身体活動と骨密度に及ぼす影響
3. 学会等名 日本公衆衛生学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小松杏衣、板垣篤典、李相潤
2. 発表標題 成長期における運動部活動の種目が成体期の身体組成に及ぼす影響
3. 学会等名 日本体力医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小松杏衣、李相潤、橋本淳一、藤田智香子、板垣篤典、新岡大和、木村文佳
2. 発表標題 女子大学生における身体活動がBMIとSMIに及ぼす影響
3. 学会等名 日本体力医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李相潤、藤田智香子、橋本淳一、新岡大和、木村文佳、板垣篤典、小松杏衣
2. 発表標題 最高骨量年代の若年女性における身体活動量が骨密度に及ぼす影響
3. 学会等名 日本体力医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤田智香子、李相潤、橋本淳一、木村文佳、新岡大和、小松杏衣、板垣篤典
2. 発表標題 若年女性における最高骨量に身体組成が及ぼす影響
3. 学会等名 日本体力医学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	藤田 智香子  (Fujita Chikako)  (80199330)	青森県立保健大学・健康科学部・准教授   (21102)	
研究 分担者	橋本 淳一  (Hashimoto Jyunichi)  (90448613)	青森県立保健大学・健康科学部・講師   (21102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------