

令和元年6月27日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01531

研究課題名(和文) 若年女性の身体活動および血中ビタミンD不足の解消方法に関する研究

研究課題名(英文) Study on methods to improve physical activity and serum vitamin D deficiency in young women

研究代表者

丸山 麻子 (Maruyama, Asako)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・非常勤助手

研究者番号：00420878

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年、若年女性において適当な身体活動や十分な血中ビタミンDが必要であるにもかかわらず、その不足が深刻な状況である。本研究では、屋外で行う身体活動の有効性を若年女性の血中ビタミンD濃度および運動機能に及ぼす影響の観点から検証した。本研究により、身体活動・運動を増やすことは、骨の健康や体力の向上には大きく寄与するが、血中のビタミンDを効率よく上昇させるためには、屋外での運動習慣だけでなく冬季など季節によっては食事等により補給する必要があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、女性が健やかな一生を送ることができるための心身の健康の維持・増進に向けて、喫緊の問題とされる女性の身体活動不足および血中ビタミンDの不足の解消のための具体的な方策を考案するという点に意義がある。また、本研究の結果から、学校体育および一般市民レベルに対しても生涯にわたって骨粗鬆症や生活習慣病の予防を啓発するための効果的な運動方法を提案することにも繋がると考えている。

研究成果の概要(英文)：Physical activity and serum vitamin D deficiency are serious problems in young women in Japan. In this study, the effectiveness of outdoor physical activity was examined from the effects on serum vitamin D level, bone strength, and physical fitness in young women. This study suggested that increasing physical activity and exercise greatly contributes to the improvement of bone health and physical fitness. However, in order to raise serum vitamin D efficiently, it is necessary to do outdoor exercise for a long time. Moreover, it was suggested that it is necessary to supplement using vitamin D fortified food depending on the season such as winter.

研究分野：身体教育学

キーワード：血中ビタミンD 身体活動・運動 若年女性 体力 屋外

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

平成 25 年度「全国体力・運動能力、運動習慣等調査」によれば、小学 5 年女子の約 25%、中学 2 年女子の約 30%が 1 週間の総運動時間が 60 分未満という状況にあり、同様に、平成 24 年度「国民健康・栄養調査」において 20 歳～30 歳代の女性の約 8 割は運動習慣を有していないと報告されている。つまり、思春期～成人期の女性の身体活動（運動）不足が深刻な問題となっている。

また、近年では身体活動と同様に、若年女性では中高齢女性に比べ血中ビタミン D 不足状態の者が多く、血中ビタミン D 不足が深刻であると報告されている (Nakamura et al.,2001)。血中ビタミン D は食事からの摂取だけでなく、日光曝露により体内での産生が行われるため、これまでに血中ビタミン D の不足は高齢者や入院患者などで起こりやすいとされ、骨粗鬆症だけでなく、糖尿病やがん、心血管疾患といった生活習慣病の発症や、転倒を惹起する筋力低下や筋萎縮などの筋機能や平衡性にも関係することが広く知られ、医療費抑制の観点からも注目されている。

ところで、運動を定期的に行う女子スポーツ選手においても、同様に血中ビタミン D の不足がみられ、疲労骨折の発症やパフォーマンスの低下を引き起こす要因とされている。申請者が大学女子アスリートを対象に行った調査でも、直接的な日照を受けない屋内スポーツ競技者は屋外スポーツ競技者に比べ、血中ビタミン不足の者が多く存在していることを確認している (Maruyama et al.,2011)。特に、冬期においてその差は顕著となり、骨代謝に対する直接的な影響はみられなかったが、カルシウム代謝に影響を及ぼすことを明らかにした (Maruyama et al.,2014)。カルシウム代謝異常により、長期的にみれば骨強度の低下など、運動器の状態や機能だけでなく、身体に対し悪影響を及ぼす可能性がある。

同様に、これまでの研究において、身体活動量が多いと血中ビタミン D が高いことが報告されており (Ohta et al.,2009) 屋外で身体活動を増やすことで、効率良く血中ビタミン D を上昇させることが可能となることが推察される。

我が国においては、身体活動不足に対する取り組みとしてウォーキングによる歩数の増加やストレッチングなど、日常生活の中で容易に体を動かすことができる簡易な方法について多く報告されてきた。しかし、本研究では、同時に若年女性にとって深刻な問題とされている血中ビタミン D 不足を解消することのできる方法を、「いつ」、「どこで」、「どのような」身体活動を行うかといったより具体的な方法について、「1 + 1 = 2 以上」の効果を得ることのできる身体活動を見出す点にあると考える。

2. 研究の目的

本研究では、異なる方法の身体活動を実施した際の血中ビタミン D とカルシウム代謝指標および運動器および心身のコンディションの変化を、低ビタミン D 状態に陥りやすい屋内スポーツ競技者および一般女子大学生を対象に、縦断的な調査によって検証する。

それにより、冬期において不足が著しい屋内スポーツ競技者の血中ビタミン D の上昇方法を明らかにする。一般女子大学生が現実的に一生涯を通じて実施・継続しやすい身体活動の方法を明らかにする、という二つの目標を達成することを目的とした。本研究は、女性が健やかな一生を送るために必要な運動器を形成・維持するために必要な血中ビタミン D を、「どのような」身体活動で上昇させられるのか?という疑問を、屋内スポーツ競技者および一般女子大学生を対象に、縦断的な調査によって検証する。

本研究で得られた成果は、低ビタミン D 状態に陥りやすい屋内スポーツ競技者においては、傷害を未然に予防し、常に最高のパフォーマンスを発揮するための一層無理のないトレーニングの実施に資する知見となる。また、学校体育および一般市民レベルに対しても生涯にわたって骨粗鬆症や生活習慣病の予防を啓発するための効果的な運動方法を提案することにも繋がると考えている。

3. 研究の方法

2018 年 10 月～2019 年 1 月までの血中ビタミン D が低下する時期に、中部地方の短期大学に所属する運動習慣の無い保育系的女子学生を対象に、(1)屋外での軽運動群(屋外群):週 3 回 30 分以上の屋外での運動、(2)屋内での軽運動群(屋内群):週 3 回 30 分以上の屋内での運動、(3)運動なし群に分け、身体活動の実施環境の相違による血中ビタミン D や骨代謝能の相違などの血中ビタミン D および各測定項目、コンディションの関連を調査した。なお、本研究においては、運動は 3 メッツ以上の中等度の運動とした。

採血は、24 時間以内には激しい運動を行わない条件で、早朝空腹時に実施した。血中ビタミン D 動態の評価としては 25 ヒドロキシビタミン D {25(OH)D} および副甲状腺ホルモン(PTH)、血中カルシウム(Ca)、骨代謝能については、骨吸収マーカーとして骨型酒石酸抵抗性酸性フォスファターゼ(TRAP-5b)と、骨形成マーカーとして骨型アルカリフォスファターゼ(BAP)を用いた。なお、生化学的分析は株式会社エスアールエルに委託し、実施した。

骨強度は超音波骨評価装置(AOS-100NW、日立アロカメディカル社製)を用いて、右足踵骨の超音波伝播速度(SOS)と透過指標(TI)を測定し、算出された音響的骨評価値(OSI)を用いて評価した。

体力測定は、筋力（握力）、平衡性（閉眼片足立ち）、筋持久力（上体起こし）、全身持久力（3分間歩行）、下肢筋力（椅子立ち上がりテスト）、歩行能力（2ステップテスト、10m 全力歩行）とした。

また、コンディションの評価として気分プロフィール検査（日本語版 POMS 短縮版）、簡易型自記式食事歴法質問票（brief-type self-administered diet history questionnaire: : BDHQ）を用いて、各栄養素の摂取量を算出した。同時に、過去および測定時の運動の種類や練習内容、月経状況、傷害調査などを行った。

分析は、運動環境および季節によって各測定項目の平均値の差がみられるかどうかを検定するため、それらを2要因とする二元配置分散分析を行い、各項目間の関連については、ピアソンの相関係数を用いた。統計処理は IBM SPSS Statistics version 19 (IBM Japan, Tokyo, Japan)を用い、5%未満を有意とした。

4. 研究成果

研究開始当初は、屋外群 11 名、屋内群 10 名、運動なし群 7 名の計 28 名を対象とした。しかし、研究開始後に、骨折や入院等にて運動が継続的に実施できなかった者、および測定実施が困難であった者を除く、屋外群 10 名（年齢±歳、身長 156.7.6±6.1 cm、体重 57.1±10.0 kg、BMI 23.4±4.9、体脂肪率 33.9±7.6%）、屋内群 8 名（年齢±歳、身長 160.2±7.3 cm、体重 59.0±9.6 kg、BMI 23.1±4.1、体脂肪率 33.6±6.0%）、運動なし群 6 名（年齢±歳、身長 157.7±7.1 cm、体重 56.0±11.8 kg、BMI 22.4±3.3、体脂肪率 34.7±4.2%）の計 24 名を分析対象とした。

介入前の全対象者の 25(OH)D は、平均 15.6±2.6ng/mL であり、1 名を除きビタミン D 欠乏状態 (>20ng/mL) であった。また、介入後は 13.6±2.4 ng/mL となり、介入前と同様に 1 名を除きビタミン D 欠乏状態 (>20ng/mL) であった。

各群では、屋外群は介入前 17.6±2.6ng/mL、介入後 15.4±2.7ng/mL、屋内群は介入前 13.6±1.3ng/mL、介入後 12.1±1.4ng/mL、運動なし群は 14.8±1.5ng/mL、介入後 12.7±0.8ng/mL となり、各群すべてに介入後に低値となった（図 1）。また、その他の血液生化学的指標については、明らかな差はみられなかった。

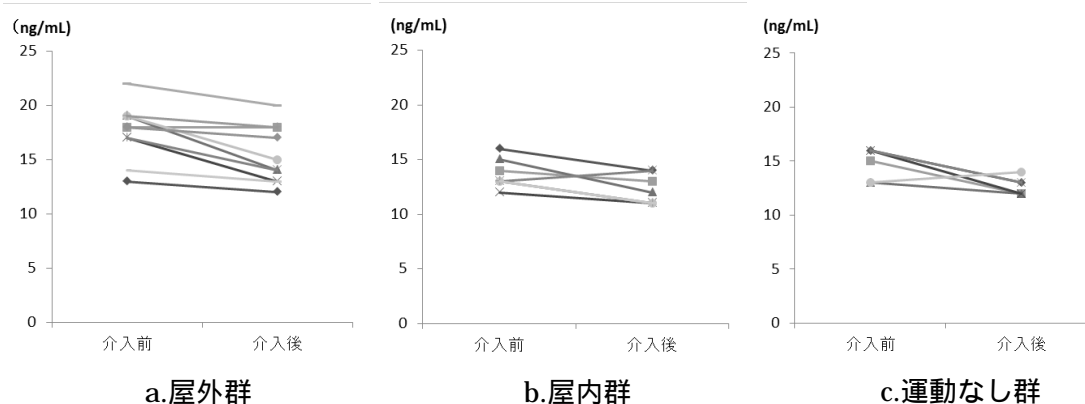


図 1. 各群の血中ビタミン D の変化

Nakamura ら（2001）は、日本人若年女性の血中ビタミン D について 4 月の時点で 13.6 ng/mL とし、女子大学生の 40% が血中ビタミン D 不足であることや、津川ら（2009）も 19 歳から 29 歳までの女性の 63% がビタミン D 欠乏状態であることを報告している。本研究においても、介入前後ともに季節は異なるものの、低値を示し、1 名を除きビタミン D 欠乏状態であり、より深刻な血中ビタミン D 不足であった。本研究の対象者は地方在住者であり、日常的な歩行量が少なく、また積極的に屋外にて体を動かす習慣のない、現代の平均的な若年女性と言え、これまでの先行研究と同様の傾向を示したと考えられる。しかし、介入後の血中ビタミン D においては、屋外での運動を増やした屋外群においても基準値以上にはならず、より欠乏状態は進行していた。過去に運動習慣のある対象者に行った研究（Maruyama et al., 2011）においては、より低値を示す 3 月の時点での血中ビタミン D は屋内スポーツ競技者 19±4.0 ng/mL、屋外スポーツ競技者 32±2.7 ng/mL と本研究よりも高値であった。これまでに、Dong et al.（2010）は思春期児童において強度の高い身体活動量が多いほど、血中ビタミン D が高いことを報告しており、本研究において定義とした「週 3 日、30 分以上の屋外の運動」では、血中ビタミン D を上昇させるだけの運動としては不足していたことや、屋外群に対しては日照のある時間にて運動行うことを指示しており、日照はあるものの、30 分では十分なビタミン D の生成を行えるだけの紫外線量がない早朝や夕方といった時間帯に実施していたことが考えられる。

骨強度については、TI はすべての群が介入後に低値を示し、SOS は運動なし群は不変、屋外群および屋内群は介入後に高値となり、OSI は、屋外群は不変、屋内群・運動なし群は介入後に低値となった（図 2）。

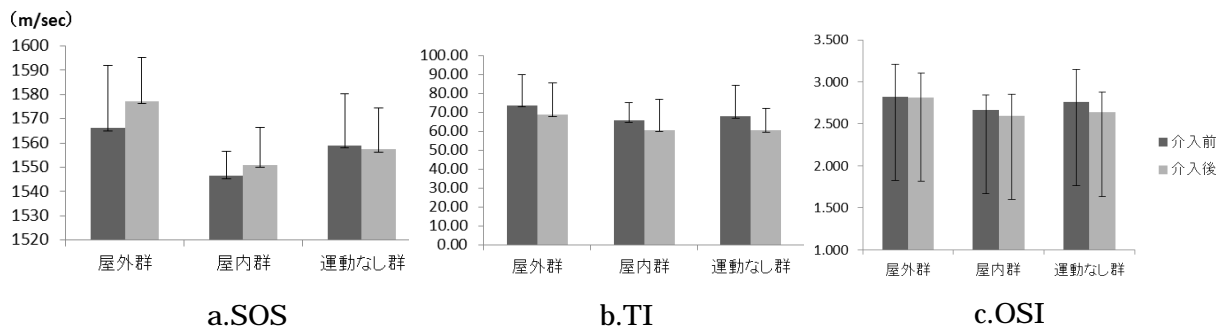


図2. 各群の骨強度の変化

骨密度は20歳までにピークとなるため、将来的な骨粗鬆症予防の観点からも若年期での骨密度を高めることが最大の予防法とされている。骨密度の評価にはDEXA法による骨塩量を用いられることが多いが、近年では被ばくのリスクなどから、簡便にスクリーニングできる超音波法を用いた測定であるQUS法が使用されることが増えている。QUS法は、短時間の測定で、被爆の恐れもないため、若年者や高齢者、妊婦等に対する研究で使用されていることが多い。また、近年では、骨強度を決定する要素の一つである骨質の評価ができる可能性が期待されている。Rautava et al. (2006)は、QUS法により測定される項目の中でもSOSは身体活動量の変化による影響を受けやすいと報告している。また、竹久(2010)は、SOSは歩数、TIは全天日射量および年齢に強く影響を受けることを報告している。本研究においても、運動量を増加させた屋外群と屋内群においてSOSは増加しており、日照時間が短くなった介入後に全ての群のTIが減少しており、同様の結果となった。OSIについては、屋外群のみ不変となっており、日照および運動量の増加によって骨強度の維持につながったと推察される。

体力項目については、椅子立ち上がりテストは、屋外群は介入前 27.8 ± 4.0 回、介入後 33.1 ± 5.0 回、屋内群は介入前 27.8 ± 6.2 回、介入後 33.9 ± 6.7 回、運動なし群は介入前 32.5 ± 2.7 回、介入後 33.0 ± 2.2 回、上体起こしは、屋外群は介入前 17.6 ± 6.0 回、介入後 21.1 ± 5.6 回、屋内群は介入前 12.3 ± 7.0 回、介入後 16.3 ± 4.5 回、運動なし群は介入前 17.5 ± 7.5 回、介入後 18.2 ± 6.1 回となり、運動なし群は不変であったが、屋外群および屋内群において介入後に増加した(図3)。なお、握力、閉眼片足立ち、3分間歩行、2ステップテスト、10m全力歩行については、介入前後に差はみられなかった。

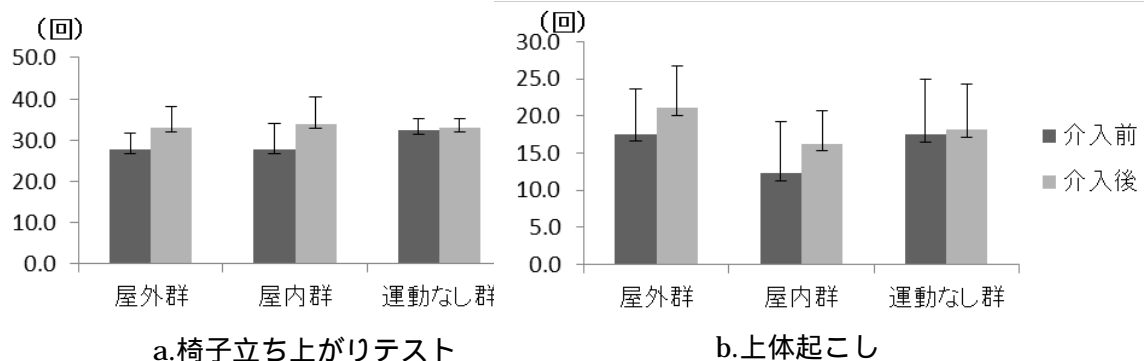


図3. 体力項目の変化

近年、中高齢者の問題として挙げられているロコモティブシンドロームが若年女性の間にも存在していることが知られている。ロコモティブシンドロームの原因としては、運動器自体の疾患と、加齢による運動器機能不全とされているが、若年女性においては極端な身体活動・運動不足により、筋力や持久力、バランス能力の低下が生じることによって発症していると考えられる。椅子立ち上がりテストは下肢筋力を簡便に評価するための測定方法であり、実際に等尺性膝関節筋筋力と有意な相関関係が認められている。また、上体起こしについても、新体力テストにて、子供～高齢者までの幅広い年齢で筋持久力を評価するためのテストとして奨励されている。本研究において、運動を実施した屋外群と屋内群において下肢筋力と筋持久力といった健康関連体力が向上したことから、介入方法として実施した週3回30分以上の運動は効果があると可能性が示唆された。

また、実際の運動内容については、最も多かったのが「通学時でのウォーキング」で、他には「昼休みのレクリエーションスポーツ」「ジムでの運動」「テレビゲーム機を利用した運動」「映像を見ながらの運動」であった。「通学時のウォーキング」は、運動の強度としてはそれほど高くはない(平均3メッツから4メッツ)が、一日中授業などで部屋から出ない学生にとっては、日照のある時間帯に屋外にて実施できる効果的な運動である。しかし、季節によっては、

紫外線量の少ない時間での実施となるため、十分な日照時間がとれないことが本研究の結果より推定された。よって、冬期などの季節によっては屋外での運動実施だけでなく、食事やサプリメントなどでの積極的なビタミンDの補給も必要になると考えられる。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

Maruyama-Nagao A, Sakuraba K, Suzuki Y. Seasonal variations in vitamin D status in indoor and outdoor female athletes. *Biomedical Reports* 5(1):113-117, 2016 DOI : 10.3892/br.2016.671

Suzuki Y, Maruyama-Nagao A, Sakuraba K, Kawai S Level of serum undercarboxylated osteocalcin correlates with bone quality assessed by calcaneal quantitative ultrasound sonometry in young Japanese females. *Experimental and Therapeutic Medicine* 13(5):1937-1943, 2017 DOI : 10.3892/etm.2017.4206

Suzuki Y, Sakuraba K, Shinjo T, Maruyama-Nagao A, Nakaniida A, Kadoya , Shibata M, Matsukawa T, Itoh H, Yokoyama K Physical inactivity associated with the risk of non-communicable diseases in Japanese working mothers with young children: A cross-sectional study in Nagano city, Japan. *Experimental and Therapeutic Medicine* 13(6):3103-3108, 2017 DOI : 10.3892/etm.2017.4311

〔学会発表〕(計4件)

丸山麻子, 櫻庭景植, 鈴木良雄, 中嶽誠 大学男子バスケットボール選手における栄養状態と骨量および骨代謝関連マーカーとの関係 . 第17回日本骨粗鬆症学会 2015

中嶽誠、櫻庭景植、鈴木良雄、丸山麻子、青木和浩、山崎紀春 男子大学生のビタミン栄養状態と骨強度の季節変動 . 第24回日本健康体力栄養学会大会 2017

柴田広大, 櫻庭景植, 寶川美月, 新生暁子, 丸山麻子, 鈴木良雄 減量期のたんぱく質量が体組成に及ぼす影響 . 第29回日本臨床スポーツ医学会学術集会 2018

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名 :

ローマ字氏名 :

所属研究機関名 :

部局名 :

職名 :

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者

研究協力者氏名 :

ローマ字氏名 :

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。