

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：32696

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25750058

研究課題名(和文) 最大骨量獲得のための栄養素摂取および栄養教育効果についての検討

研究課題名(英文) Effects of nutrient intake and nutritional education on maximizing peak bone mass

## 研究代表者

曾我部 夏子(SOGABE, NATSUOKO)

駒沢女子大学・公立大学の部局等・准教授

研究者番号：30459937

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：若年期に最大骨量(ピーク・ボーン・マス)を高めるために食生活は重要な要素であるが、骨代謝と栄養摂取との関連については不明な点が多い。本研究では、女子サッカーのユースチームに所属する選手の栄養摂取状況と骨形成マーカーの骨型アルカリホスファターゼ(BAP)との関連を調べ、骨代謝関連栄養素を適切に摂取することが骨形成を高める可能性があること等、栄養教育に活用できるエビデンスを得ることができた。

研究成果の概要(英文)：Nutrient intake is one of the most important factors to get higher peak bone mass during youth. In this study, we investigated the relationship between nutrient intake and bone metabolism marker; bone-specific alkaline phosphatase (BAP). We demonstrated the possibility that adequate amounts of nutrient intake have positive effects on bone metabolism marker, and promote bone formation. We obtained useful data for development of nutritional education program for improving bone metabolism.

研究分野：栄養学

キーワード：食生活 骨代謝 若年者 栄養教育

## 1. 研究開始当初の背景

骨粗鬆症は、低骨量と骨組織の微細構造の異常を特徴とし、骨の脆弱性が増大し、骨折の危険性が増加する疾患と定義されている。高齢者人口の増加に伴い、骨粗鬆症患者はさらに増加することが予想され、骨粗鬆症予防の重要性が一層強くなると考えられている。

骨量は、遺伝因子と環境因子の相互作用により決定されると考えられているが、いまだ明らかにされていない点が多い。そこで、環境因子のなかで重要な因子のひとつである栄養が骨代謝に及ぼす作用を解明するために、様々な研究が進められている。我々が行った *in vivo* 系研究では、ビタミン K1 摂取群では骨密度が有意に増加し、ビタミン K2 では骨強度、骨塩量、骨幅が有意に増加していること、さらにビタミン K1 および K2 群のどちらにおいても内臓脂肪量、血清トリアシルグリセロール値が有意に低値となることが明らかとなった。つまり、ビタミン K などの食事性因子の骨代謝への作用メカニズムの解明には、脂質代謝など他の代謝への作用を合わせて検討する必要があることが示された (Sogabe N et al. Bone 48:1036-1042, 2011)。

また、ヒトの生涯の骨量変化を考えると、骨量は成長期に増加し、その後、骨量維持期を経て、女性は閉経後から、男性においても加齢とともに骨量が減り、骨粗鬆症の発症リスクが高くなる。そこで、若年期にできるだけ最大骨量(ピーク・ボーン・マス)を高めることが骨粗鬆症予防のために重要である。一生の骨量の最大値である最大骨量には、20 歳代で達すると考えられているが、個人における最大骨量を高めるために有効な食生活については不明な点が多い。一方、日本の若年者の食生活は、朝食の欠食、野菜の摂取不足など問題点が多い。特に、骨代謝に重要なカルシウムは不足しがちな栄養素であるため、給源となる乳製品、野菜類、豆類等を心がけて取る必要がある。しかし、我々の研究では、カルシウムが多い食品を摂るように心がけ

ているものは男子学生で 37%と低く、女子学生でも 50%であったことが示されている(曾我部夏子他、食生活学会誌 18:64-69, 2007)。また、若い女性に低体重(やせ)が増加しており、最大骨量の獲得に悪影響を及ぼす要因の一つとなっている。我々が実施した若年者を対象とした先行研究においても、やせの者は、普通体重の者に比べて骨量が低いことが示された(曾我部夏子他、栄養学雑誌 67:58-64 2009)。これらのことから、適正体重を維持し、骨代謝を良好な状態に保つために、適正エネルギーおよび栄養素摂取の重要性を若年者が理解できるような、栄養教育が必要とされている。

## 2. 研究の目的

最大骨量(ピーク・ボーン・マス)を獲得する大切な時期である若年期において、食生活と骨代謝との関連について明らかにされていない点が多い。そこで、若年期の栄養摂取状況と骨代謝マーカーとの関連について研究し、得られた結果を用いて、最大骨量を高めるために有効な栄養教育方法について検討することを目的とする。

## 3. 研究の方法

(1)対象：東京都内の女子サッカーのユースチームに所属する中学生、高校生および大学生を対象とした。比較群として、運動習慣のない女子大学生についても調査を実施した。研究への参加依頼の文書にて研究の趣旨を提示し、調査への協力は任意であることを説明した。同意書は、本人および未成年の被験者からは保護者からも得て実施した。本研究は駒沢女子大学・短期大学研究倫理委員会の承認を得て行われた。

(2)調査内容：対象者の栄養摂取状況を把握するため、採血実施前の 3 日間の留め置き法による食事調査、体格状況(身長、体重、体脂肪量)、血液中の骨代謝マーカーである骨型アルカリホスファターゼ(BAP)、および 1

型コラーゲン C-テロペプチド (ICTP) の測定、インスリン様成長因子 (IGF-1) の測定、月経状況についての調査を行った。

#### 4. 研究成果

##### (1) 体格状況

サッカー選手を月経未発来中学生 (月経未発来群)、月経あり中学生群、高校生・大学生群に分け、運動習慣なし大学生群の4群で検討した。身長、体重、体脂肪率は、月経未発来群が最も低く、年齢が上がるにつれて増加していた (図1)。

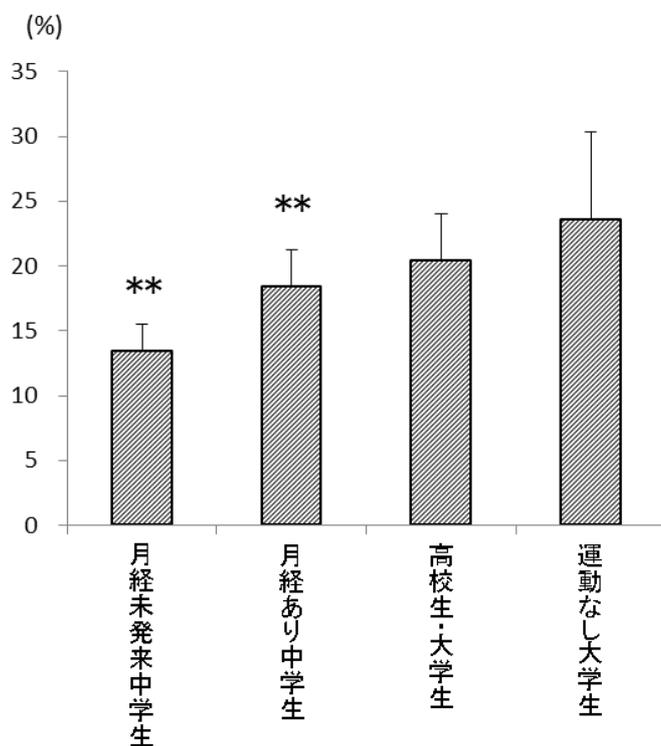


図1: 体脂肪率の平均値  
( \*\*: 2群間で有意な差あり、 $p < 0.01$  )

##### (2) 骨代謝マーカー

骨は、骨を形成する骨形成と骨を壊す骨吸収を常に行っており、このことを「骨リモデリング」と呼ぶ。BAP は骨形成マーカー、ICTP は骨吸収マーカーである。BAP、ICTP のどちらも月経未発来群が他の群に比べ、有意に高いことが示された。このことから、月経発来前に骨代謝が最も活発に行われており、特に骨形成が亢進していることが示された (図2)。一方、IGF-1 は、月経あり中学生が最も高い

値であり、ピーク出現が骨形成マーカーである BAP と異なることが明らかとなった。

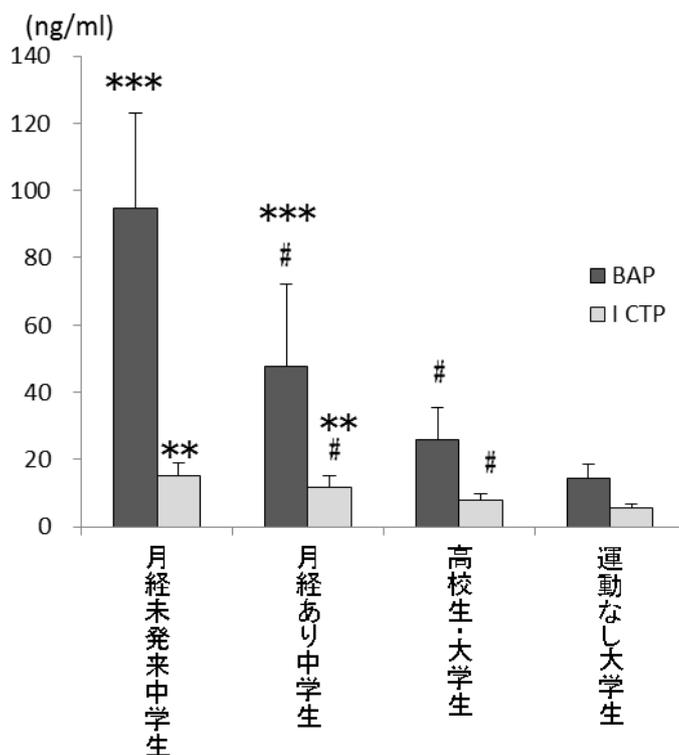


図2: BAP、ICTP の平均値  
( 同じ記号の2群間で有意な差あり、  
\*\*\*:  $p < 0.001$ 、 \*\*:  $p < 0.01$  #:  $p < 0.05$  )

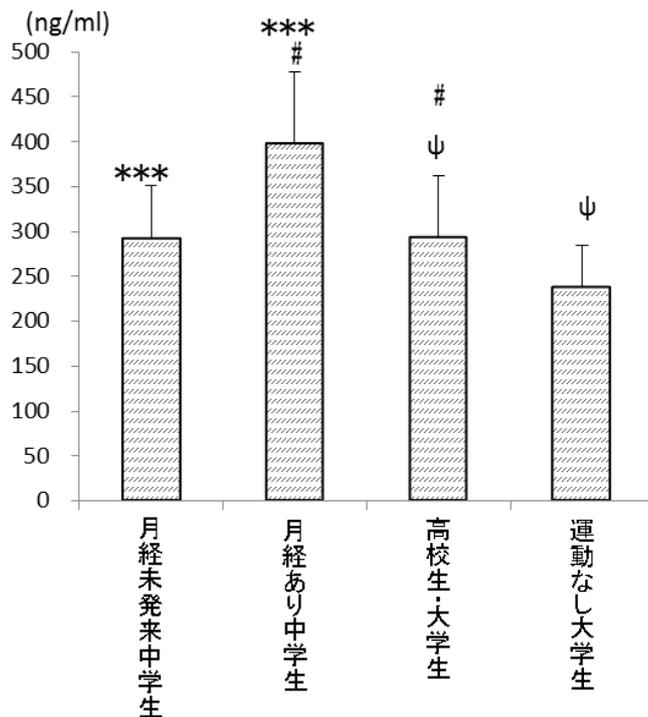


図3: IGF-1 の平均値  
( 同じ記号の2群間で有意な差あり、  
\*\*\*:  $p < 0.001$ 、 #:  $p < 0.01$  ;  $p < 0.05$  )

### (3) 栄養摂取状況

エネルギー、たんぱく質、炭水化物、脂質、カルシウム、鉄などの栄養素等摂取状況を比較すると、月経未発来群が最も多く、次いで月経あり中学生群、高校生・大学生群の順に少なくなる傾向がみられた。

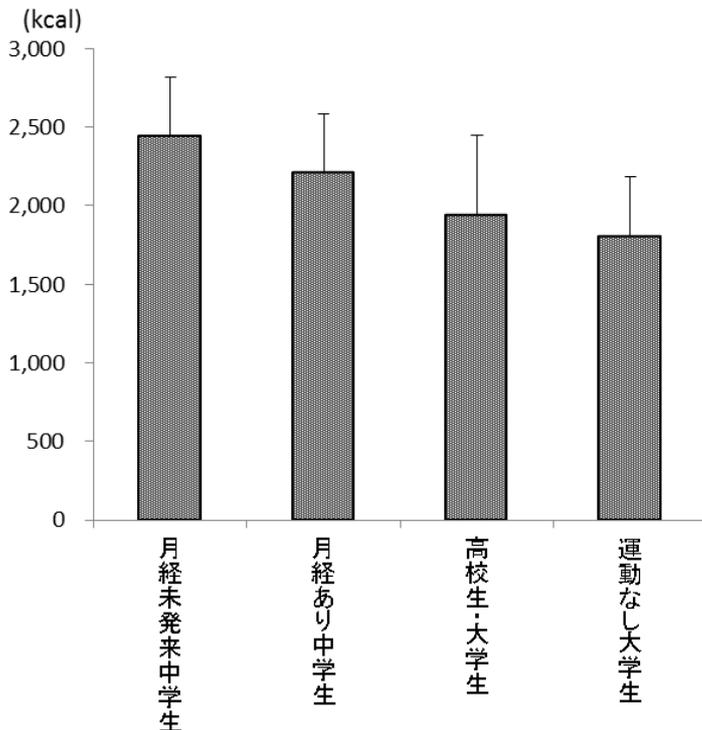


図4: エネルギー摂取量の平均値

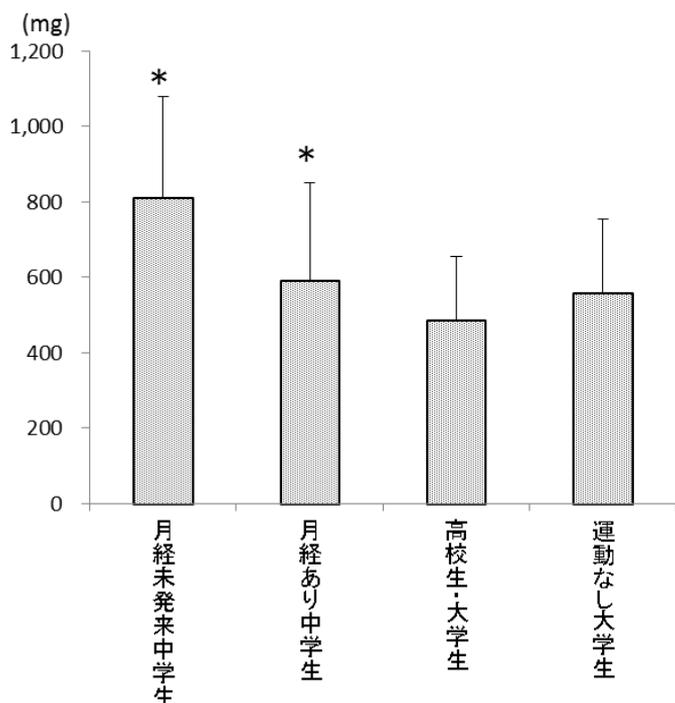


図5: カルシウム摂取量の平均値

(\* : 2 群間で有意な差あり、 $p < 0.05$ )

### (4) BAP と栄養摂取状況との関連

BAP の各群の平均値で、高値群、低値群の2群に分けて、栄養摂取状況を比較したところ、月経あり中学生群、高校生・大学生群において、体重あたりのエネルギー摂取量はBAP 高値群がBAP 低値群に比べて高いことが示された(図6)。たんぱく質やカルシウムも同様な傾向を示した。

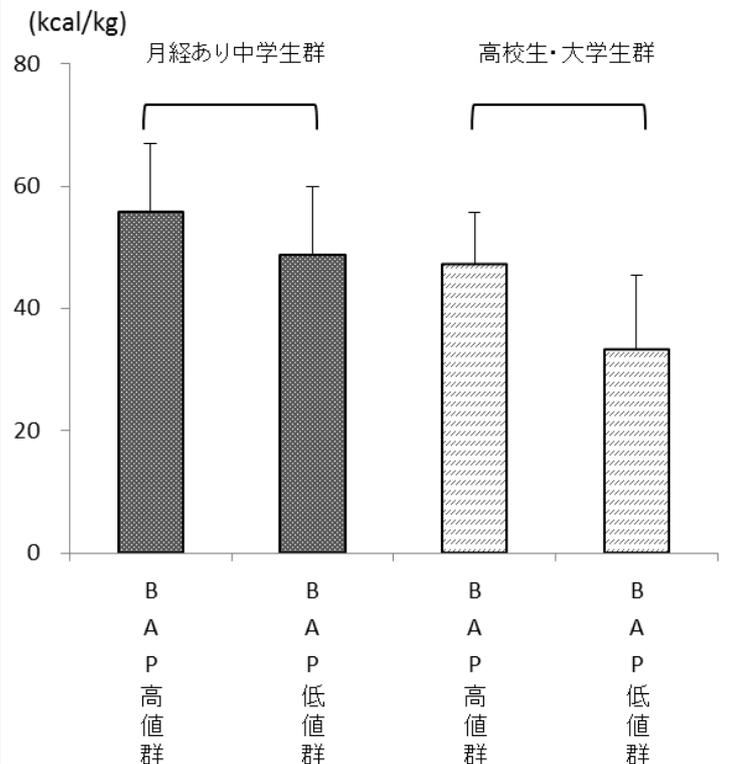


図6: 体重あたりのエネルギー摂取量の平均値

これらのことから、骨形成マーカーであるBAP が低下してくる月経発来後においても、適正なエネルギー、たんぱく質等の摂取があればBAP を高められること、つまり、骨形成を促進することができる可能性が示唆された。特に、本研究の対象者であったサッカー選手など成長期のスポーツ選手は、エネルギー消費量に見合った適正量のエネルギー摂取量が確保されていないと、骨代謝のみならず、身体に様々な問題が出てくる場合がある。

今回の結果は、自分で食事を選択する機会が増える高校生・大学生選手は、中学生に比べると栄養素等摂取状況が少ないことが明らかになった。今回の結果は、骨代謝を良好な状況に保ち、最大骨量を高めるために、成長期にあるスポーツ選手に効果的な栄養教育を実施していく重要性が示された。今後も研究を続け、エネルギーやたんぱく質の摂取量の少なかった選手が、栄養教育によって摂取量を増加させることができた場合に、BAP 値がどのように変化するか、検討を続けていきたいと考えている。

#### 5 . 主な発表論文等

( 研究代表者は下線 )

[ 学会発表 ] ( 計 1 件 )

Natsuko Sogabe, Masaki Okada, Yoshiko Tokita, Yoshiko Shinohara, and Ichiro Nishiyama : The relationship between nutrient status and bone turnover markers of young female football players  
12<sup>th</sup> Asian Congress of Nutrition ACN2015  
2015 年 5 月 16 日 パシフィコ横浜  
( 神奈川県横浜市 )

#### 6 . 研究組織

(1) 研究代表者

曾我部 夏子 ( SOGABE NATSUKO )

駒沢女子大学 人間健康学部

健康栄養学科 准教授

研究者番号 : 30459937

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし