

令和 5 年 6 月 17 日現在

機関番号：34409

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19728

研究課題名（和文）発育期審美系女子スポーツ選手における骨量増加と食事パターンの関連

研究課題名（英文）Association between bone mass gain and dietary patterns in junior aesthetic female athletes.

研究代表者

角谷 雄哉（Kakutani, Yuya）

大阪樟蔭女子大学・健康栄養学部・講師

研究者番号：00815863

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,500,000円

研究成果の概要（和文）：発育期審美系女子スポーツの骨量増加に関連する食事パターンを明らかにすることを目的し、2つの研究課題に取り組んだ。研究課題として望ましい栄養素摂取と関連する食事パターンを検討した。その結果、食事バランスガイド（JFG）に基づき開発された修正版JFGスコアで評価した食事パターンが望ましい栄養素摂取と関連することを示した。

研究課題として、修正版JFGスコアと骨量増加との関連を、女子中学生ダンス選手を2年追跡し検討した。その結果、修正版JFGスコアと骨量増加との関連はみられなかった。これらより、適切な栄養素摂取と関連する食事パターンであっても、明確に骨量増加に影響するとはいえないことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発育期審美系女子スポーツ選手において、適切な栄養素摂取と関連する食事パターンを明らかにした点が本研究の重要な成果である。適切な栄養素摂取を実現するためにさまざまな食事パターンが示されており、その代表が食事バランスガイドである。しかし、食事バランスガイドに沿った食事が適切な栄養素摂取に繋がるかどうかは十分には明らかにされていなかった。そのような状況下で、限られた特徴の集団ではあるものの、スポーツに取り組む者においても適切な栄養素摂取に繋がる可能性を示した。この食事バランスガイドに基づいた食事を推奨することの根拠となり、学術的にも社会的にも意義のある成果と言える。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to identify dietary patterns associated with increased bone mass in junior aesthetic female athletes. As Research 1, we examined dietary patterns associated with adequate nutrient intake. The results showed that dietary patterns assessed by the modified JFG score, which was developed based on the Japanese Food Guide (JFG), were associated with adequate nutrient intake.

As Research II, the relationship between the modified JFG score and bone mass gain was examined in female junior high school dance athletes followed for two years. These results indicate that even dietary patterns associated with adequate nutrient intake do not clearly affect bone mass gain.

研究分野：運動栄養学

キーワード：食事パターン 女性スポーツ選手 骨量 疲労骨折 主食・主菜・副菜

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 審美系スポーツ選手における疲労骨折

スポーツ選手において頻度が高いケガに疲労骨折がある。疲労骨折とは、一度には骨折が起こらない程度の外力が繰り返し加わった場合に生じる骨折である。疲労骨折のリスクは女性で高く、日本の女子スポーツ選手においても頻発しており、そのほとんどが中学生から高校生の間に起きている(能瀬ら、日本臨床スポーツ医学会誌 2014;22(1):67-74.)。特に、新体操やダンスなどの審美系スポーツは、他の種目と比べても疲労骨折の発生数が多い。疲労骨折は、運動中の疼痛やパフォーマンスの低下、トレーニング時間の短縮を引き起こす。疲労骨折が原因で引退に追い込まれるケースもあることから予防的対策が必要である。

女子スポーツ選手における疲労骨折の主なリスクファクターとして、低骨量・骨密度や低BMI、過度な運動・トレーニング量などが挙げられている(Barrack et al., Am J Sports Med. 2014;42(4):949-958.)。中学生から高校生の発育期は20歳前後の最大骨量に向けて骨量が増加する途中であり、この時期に十分骨量が増加しなければ疲労骨折のリスクが増加すると考えられる。

骨量増加には食事が重要な要因となっている。女子クロスカントリー選手125名(年齢:平均値22.1歳、標準偏差2.6歳)を約2年間追跡し骨量の増加と食事摂取量との関連を検討した研究が報告されている(Nieves, et al., PM R. 2010;2(8):740-750.)。この研究によると、骨量増加に関連する要因はカルシウムや乳製品など単独の栄養素や食品の摂取量だけでなく、低脂肪乳や野菜・果物の摂取が特徴の食事パターンも影響していることが示されている。つまり、食事全体の質が骨量増加に寄与する可能性が示唆されているといえる。

#### (2) 食事全体の質の評価

これまでの食と健康に関する研究では、単独の栄養素や食品と健康との関連に着目することが多かった。しかし、人は毎日さまざまな食品を摂取しており、栄養素を単独で摂取することはなく、健康と単独の栄養素との関連を検討する研究結果を応用するには限界がある(Hu FB. Curr Opin Lipidol. 2002;13:479-487.)。そこで近年、食事パターンを評価する手法として、事前に設定された食品や栄養素の摂取基準に基づき計算する食事の質スコアが注目されている(Ocké MC. Proc Nutr Soc. 2013;72(2):191-199.)。例えば、米国の食事ガイドに従って食事の質を評価するthe Healthy Eating Index (HEI) (Krebs-Smith SM et al., J Acad Nutr Diet. 2018;118(9):1591-1602.)や地中海地域の伝統食に基づいたthe Mediterranean Diet Score (MDS) (Trichopoulou A et al. Am J Clin Nutr. 1995;61(6 Suppl):1346S-1350S.)などがよく知られている。いずれも望ましい栄養摂取や健康状態と関連することが示されている。

日本においても食事バランスガイドに基づいた食事の質スコアが開発され、望ましい栄養素摂取との関連が示されている(Kuriyama N et al. J Nutr Sci. 2016;5:e41.)。しかし、この研究では対象者は成人に限られており18歳未満は含まれていない。また、発育期の骨量に関連する食事パターンを示した研究はこれまでに報告されていない。そこで、本研究で取り組む問いは以下の通りである。『発育期審美系スポーツ選手の骨量増加に関連する食事パターンはどのようなものなのか。』

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、発育期審美系スポーツ選手の骨量に関連する食事パターンを明らかにすることである。この目的を達成するために、2つの研究課題を設定した。まず始めに、発育期審美系スポーツ選手において、複数の食事の質スコアと栄養素および食品群の摂取量との関連の検討をおこなった(研究課題I)。これにより、各スコアで評価される食事パターンがどのような栄養素・食品群の摂取で特徴付けられるのかを明らかにする。つぎに、各食事の質スコアと骨量増加との関連を検討した(研究課題II)。発育期審美系スポーツ選手を2年間追跡し、発育期における骨量増加と関連する食事パターンを検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 研究課題I

本研究は、大阪樟蔭女子大学研究倫理委員会の承認を受け実施した(申請番号:30-29)。樟蔭中学校、樟蔭高等学校に通う女子生徒のうち審美系スポーツクラブに所属する272名を対象とし、各クラブの顧問の承認のもと、2020年11月に調査を行った。対象クラブの内訳は、中学生と高校生を合わせて新体操部58名、ダンス部108名、バトントワリング部65名、ポンポンチア部41名であった。対象者には調査の目的と内容について説明を行い、その保護者へは紙面にて説明を行うことで同意書への署名を得た。本調査では、同意を得られなかった139名を除く133名を調査対象とした。

簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ: brief-type self-administered diet history questionnaire)の小学生・中学生・高校生版であるBDHQ15yと、月経状態に関する質問紙を対象者全員に配布した。

調査対象とした 133 名の内、記入漏れがある者(n=21)、エネルギー摂取量に極端な過小もしくは過大申告の疑いがある者(n=8)は除外した。過小および過大申告の除外基準は、Okubo・Sasaki (Public Health Nutr 7, 911-917, 2004) の報告を参考に、身体活動レベルが I (低い)のときの推定エネルギー必要量(EER: estimated energy requirement)の 0.5 倍未満を過小、III(高い)のときの EER の 1.5 倍以上を過大申告と判断した。最終的に 104 名(新体操部 21 名, ダンス部 50 名, バトントワリング部 23 名, ポンポンチア部 10 名)を解析対象とした。

修正版 JFG スコアおよび HEI-2015 を用いて食事パターンを評価した。修正版 JFG スコアは Kuriyama らの報告 (J Nutr Sci 5, e41, 2016) に基づき、主食、副菜、主菜、果物、牛乳・乳製品、菓子類、調味料・香辛料類の計 7 項目を、1 項目 10 点満点の計 70 点満点で評価した。HEI-2015 は、アメリカ人のための食事ガイドライン 2015~2020 年版の遵守を評価するための尺度である。Krebs-Smith らの報告 (J Acad Nutr Diet 118, 1591-1609, 2018) を参考に、摂取が推奨される 9 つの要素(全果物, ジュースを除く果物, 全野菜, 緑野菜と豆類, 全粒穀物, 乳製品, たんぱく質供給源, 魚介類と植物性たんぱく質供給源, 脂肪酸比(多価および一価不飽和脂肪酸:飽和脂肪酸))と、摂取を控えるべき 4 つの要素(精製穀物, ナトリウム, 添加糖類, 飽和脂肪酸)の 13 項目でスコア化した。修正版 JFG スコア、HEI-2015 の値の三分位値で対象者を分け、それぞれ T1、T2、T3 とした。

## (2) 研究課題II

中学校のダンス部に所属する女子選手を対象に、2019 年 7 月から 2021 年 12 月にかけて追跡調査を行った。最終的な解析対象者は 20 名であった。調査内容は、簡易型自記式食事歴法質問票 (BDHQ) の小中高生用である BDHQ15y による食事調査、超音波測定法による骨評価値 (OSI) の算出、生体電気インピーダンス法による体組成測定である。計 4 回の食事調査で得られた食品群・栄養素摂取量に基づき、食事バランスガイド (JFG) および地中海食の遵守度を評価した。評価には修正版 JFG スコア (0~70 点) および地中海食スコア (0~8 点) を用い、4 回の平均スコアの中央値で二分した 2 群間 (D1、D2) で骨評価値の変化を比較した。

## 4. 研究成果

### (1) 研究課題I

日本人の食事摂取基準 (2020 年版) と各群の栄養素摂取量を比較し、EAR または DG を満たしていない者の割合を算出した。その結果、修正版 JFG スコアでは、スコアが高いほど食事摂取基準を満たしていない者の割合が有意に低い栄養素はカリウム、マグネシウム、ビタミン B<sub>1</sub> の 3 つであった (p<0.05)。HEI-2015 では、スコアが高いほど食事摂取基準を満たしていない者の割合が有意に低い栄養素は脂質、食物繊維、マグネシウム、ビタミン B<sub>1</sub>、飽和脂肪酸の 5 つであった (p<0.05)。

次に、EAR または DG を満たしていない栄養素の数を個人内で数え、群間で比較を行った(表 1)。修正版 JFG スコアに関して、EAR を満たしていない栄養素数の平均値は、T1、T2、T3 でそれぞれ 1.79 種類、1.63 種類、0.97 種類であり、スコアが高い群ほど有意に少なかった (p<0.05)。また、DG を満たしていない栄養素数の平均値はそれぞれ、4.65 種類、4.06 種類、3.77 種類であり、スコアが高い群ほど有意に少なかった (p<0.01)。HEI-2015 に関して、EAR を満たしていない栄養素数の平均値は、T1、T2、T3 でそれぞれ、1.74 種類、1.69 種類、0.97 種類であり、スコアが高い群ほど有意に少なかった (p<0.01)。また、DG を満たしていない栄養素数の平均値はそれぞれ、4.65 種類、4.23 種類、3.60 種類であり、スコアが高い群ほど有意に少なかった (p<0.001)。

表1 各スコア点数別EAR<sup>†</sup>およびDG<sup>‡</sup>を満たしていない栄養素の数

	全体 (N=104)	T1 (n=34)	T2 (n=35)	T3 (n=35)	p <sup>¶</sup>
修正版JFGスコア <sup>§</sup>					
EARを満たしていない栄養素の数	1.46 (1.65)	1.79 (1.67)	1.63 (1.90)	0.97 (1.25)	0.02
DG満たしていない栄養素の数	4.15 (1.31)	4.65 (1.28)	4.06 (1.41)	3.77 (1.09)	0.002
HEI-2015 <sup>  </sup>					
EARを満たしていない栄養素の数	1.46 (1.65)	1.74 (1.40)	1.69 (1.86)	0.97 (1.58)	0.002
DG満たしていない栄養素の数	4.15 (1.31)	4.65 (1.10)	4.23 (1.29)	3.60 (1.33)	<0.001

平均値 (標準偏差) を示す。

<sup>†</sup> EAR : Estimated Average Requirement (推定平均必要量)

<sup>‡</sup> DG : Tentative Dietary Goal for Preventing Life-style related diseases (目標量)

<sup>§</sup> JFG : Japanese Food Guide, 0~70点で評価される。スコアの三分位値でT1, T2, T3に分類した。

<sup>||</sup> HEI : Healthy Eating Index, 0~70点で評価される。スコアの三分位値でT1, T2, T3に分類した。

<sup>¶</sup> Jonckheere-Terpstraの傾向検定。p<0.05で有意差ありとする。

本研究では、修正版 JFG スコア、HEI-2015 の両スコアにおいて、スコアが高い群ほど適切な栄養素摂取ができていることがわかった。以上より、修正版 JFG スコア、および HEI-2015 で

高く評価される食事を摂取することが、適切な栄養素摂取につながる可能性があることが示唆された。本研究は横断研究であったため、今後これらのスコアの点数と適切な栄養素摂取との因果関係を明らかにするためには、縦断研究などによるさらなる検討が求められる。

## (2) 研究課題II

修正版 JFG スコアについて、各群のスコア平均値（標準偏差）は D1 で 39.3（2.9）点、D2 で 48.0（3.8）点であった。地中海食スコアについて、各群のスコア平均値は D1 で 2.9（0.8）点、D2 で 5.0（0.8）点であった（図 1）。いずれのスコアにおいても、2 群間で骨評価値の変化に有意な差はみられなかった（図 2）。対象者がスポーツ選手であったことから、骨量の変化に対し、食事以上に強く影響を及ぼす要因があったと考えられる。

これらより、適切な栄養素摂取と関連する食事パターンであっても、明確に骨量増加に影響するとは言いえないことが示された。

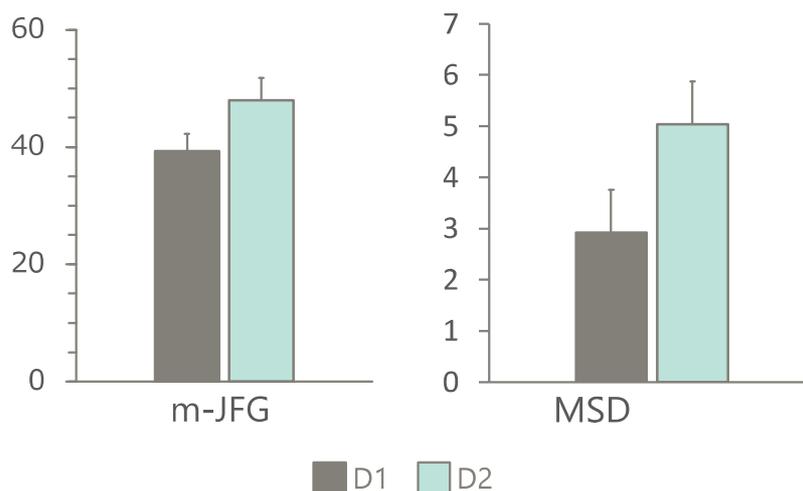


図 1 . スコアの中央値で二分した群別平均スコア得点  
\*m-JFG：修正版 JFG スコア、MSD：地中海食スコア

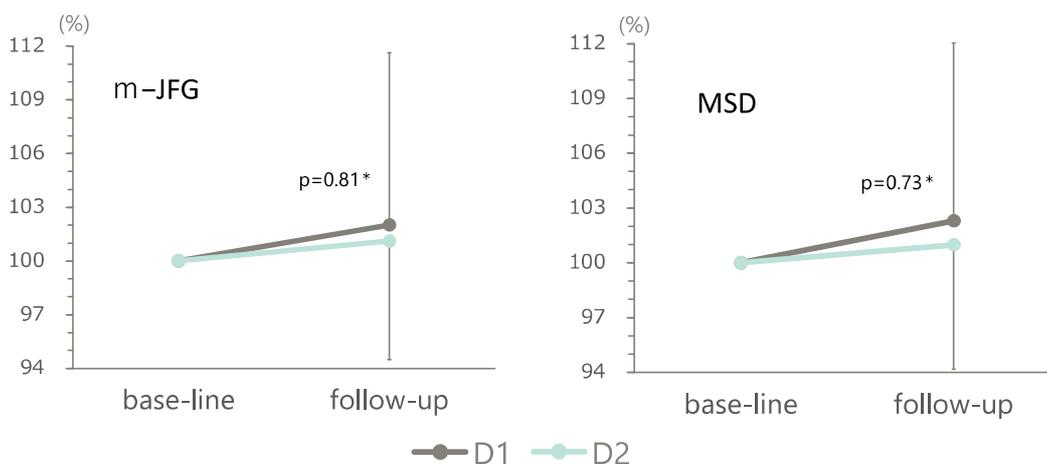


図 2 . スコアの中央値で二分した群別、骨評価値の変化率  
\*m-JFG：修正版 JFG スコア、MSD：地中海食スコア

## (3) 今後の展開

本研究では、対象者の競技種目および競技レベルが偏っていたことが限界点としてあげられる。今後は、本研究で対象とした競技種目や競技レベル以外での検討が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中村萌香、角谷雄哉
2. 発表標題 発育期女子審美系スポーツ選手における食事の質スコアが超音波法による骨評価値の変化に及ぼす影響
3. 学会等名 第77回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大道あみ、西川詩乃、中村萌香、角谷雄哉
2. 発表標題 適切な栄養素摂取と関連する食事の質スコアの探索－女子中学生・高校生審美系スポーツ選手における検討－
3. 学会等名 第69回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2022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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------