

令和 6 年 7 月 2 日現在

機関番号：37103

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11104

研究課題名（和文）施設入所高齢者の低脂肪豆乳摂取による栄養状態改善効果の検証

研究課題名（英文）Verification of the nutritional status improvement effect of low-fat soy milk intake in institutionalized elderly people

研究代表者

塩田 由紀（Shiota, Yuki）

九州女子大学・家政学部・教授

研究者番号：50883245

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,300,000円

研究成果の概要（和文）：ラグビー部の男子学生35名を対象とし、3群に分け、400mlの試料を12週間摂取させ、4期間に各3日間の食事調査を実施した。

植物タンパク質摂取による食事摂取量の増加について、大豆たんぱく質が食欲に何らかの影響を与えているのではないかと示唆された。また、植物タンパク質群は骨格筋量が増加した。大豆たんぱく質摂取によるTNF- α の低下については抗炎症作用への有用性を確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、植物タンパク質摂取により食事摂取量が増加したことは、意義があることであると考えられる。また、大豆たんぱく質の生理作用に加え、付加した栄養素以上に筋肉合成に必要な栄養素を満たすことができ、骨格筋量が増加したことはアスリートにとって有用な結果である。さらに、大豆たんぱく質摂取によるTNF- α の低下については動物実験やヒト試験における報告がみれるが、今回アスリートに対しても同様の結果を得たことから抗炎症作用への有用性を確認できた。

研究成果の概要（英文）：The study involved 35 male students from the rugby club, divided into three groups, who consumed 400ml of the sample for 12 weeks, and conducted a dietary survey for three days in each of four periods.

The increase in food intake due to plant protein intake suggested that soy protein may have some effect on appetite. In addition, the plant protein group experienced an increase in skeletal muscle mass. The reduction in TNF- α due to soy protein intake confirmed its useful anti-inflammatory effect.

研究分野：臨床栄養

キーワード：TNF- α 大豆たんぱく 栄養状態 アスリート

1. 研究開始当初の背景

(1)

本研究室における先行研究(日本栄養士会雑誌投稿中)として、「軽費老人ホーム入所高齢者の低脂肪豆乳摂取による栄養状態改善および抗炎症作用検討のための予備試験」を実施し、高齢者施設入居中の70歳以上の17名を対象とし、「低脂肪豆乳(不二製油(株))」を味噌汁にたんぱく質4.7gになるよう2か月間添加し、摂取させた。その結果、食事の提供量を増やすことなく体重の増加、摂取エネルギー量、たんぱく質量が増加し、炎症を通した生体防御機構に深く関わるサイトカインであるTNF- α が摂取8週で有意に低下したことから、低脂肪豆乳の有用性が示唆された。また、摂取前後で腎機能の評価に用いられる血中クレアチニン、尿素窒素に変化が見られなかったことから、低脂肪豆乳の摂取は70歳以上の高齢者へのたんぱく質の投与を腎に負担をかけずに可能とし、抗炎症作用、腎負担の軽減に寄与すると考えられた。

2. 研究の目的

本研究は福岡市南区の社会医療法人喜悦会 那珂川病院との共同研究で実施し、当病院の一般病棟に入院中の70歳以上の高齢者30名を対象とし、2か月間低脂肪豆乳(不二製油(株))あるいは普通牛乳「みどり牛乳」(九州乳業(株))を200ml摂取させ、摂取前後の栄養状態、血液データなどを比較し、豆乳と牛乳が及ぼす影響について比較検討する事を目的とした。

しかし、コロナ禍により、高齢者施設での研究が出来なくなったことから、対象者を大学生アスリートに変更し、コントロール群、植物プロテイン群、牛乳群の3群間で栄養素等摂取状況、体組成、血液検査および主観的評価アンケートに及ぼす影響を検討した。また、強度の高い運動はTNF- α やIL-6等の炎症性サイトカインの産生を高め、筋損傷や筋の炎症反応と関係していることが報告されている(12)ことから、IL-6やTNF- α など抗炎症作用に関する項目を中心に確認試験を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

1. 対象

九州共立大学スポーツ学部ラグビー部所属の男子学生35名。

2. 試験飲料およびプラセボ飲料

植物プロテイン群: 植物プロテインドリンク(不二製油(株))200ml×2回/日。

牛乳群: 普通牛乳200ml×2回/日。

コントロール群: 通常通りの食事のみとし、ハイプロテインドリンクおよび牛乳の提供は行わない。

3. 試験期間

2022年8月～2023年12月

4. 試験デザイン

被験者35名を介入前の調査結果をもとにBMI、体脂肪率をクラスター分析後、各クラスターを均等に3群に割り付けし、試験デザインの通り実施した。試験食摂取前に事前調査を

行い、1週から12週を摂取期とし1週から6週までを摂取期6週、7週から12週までを摂取期12週とし、植物性プロテイン群は「植物性プロテイン飲料」を、牛乳群はプラセボ飲料として 普通牛乳を摂取させた。12週以降を摂取終了後4週とする。

| | 摂取前 | | 摂取期(12週間) | | | | 摂取終了後4週 | |
|------------------------|-------|---|--------------|---|----------|---|---------|--|
| | | | (摂取期6週) | | (摂取期12週) | | | |
| コントロール群 | | | 試験食非摂取 | | | | | |
| 植物性プロテイン群 | | | 植物性プロテイン飲料摂取 | | | | | |
| 牛乳群 | | | 牛乳摂取 | | | | | |
| 1) エネルギー・ 栄養素摂取量の評価 | 食事調査 | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | |
| 2) 主観的アンケート | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| 3) 身体計測、 体組成測定 | ・体重 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | ・筋肉量 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | ・体脂肪量 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| 4) 握力測定 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| 5) 血液検査 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |

図 1. 試験スケジュール

6. 調査項目

1) 3日間の食事調査

食事調査は各期に土日の休日1日と平日2日の3日間行い、エネルギーおよび栄養素摂取量の平均値を算出する。喫食状態を確認するため、食事の写真をスマートフォンで撮影し、同時に摂取したすべての食品と飲料について、献立名、材料名、材料の重量、市販食品のメーカー、商品名を食事記録表に記載するように依頼した。食事記録表は提出時に管理栄養士が写真を見ながら喫食率、残食率等の記録内容を確認した。栄養価算定は日本食品標準成分表2020年版(八訂)を食品データベースとした栄養指導支援システム((株)コアソリューションズ)を用いて行った。

2) 身体計測、体組成の測定

身体測定は、毎回同じ時刻同じ曜日に行う。身長はデジタル身長計(YG-200, ヤガミ)で計測し、体重、体組成(筋量、体脂肪量)は体成分分析装置(Inbody770, (株)インボディ・ジャパン)で測定した。

3) 血液検査

採血は朝食前の空腹時に行った。

4) 握力測定

握力計(ES-100, ツツミ)を用い、kg単位で右・左交互に2回ずつ計測し、各高記録を平均化して評価した。

5) 主観的評価

主観的評価アンケートは図2に示す調査用紙を用い、朝食・昼食・夕食・間食の摂取頻度、飲料の種類および摂取量、睡眠や眠気、排便、食欲・空腹感、体力、集中力、だるさ、意欲、ストレスに関する計24項目について自記式調査を行った。

7. 評価項目

7.1 主要評価項目 (Primary outcomes)

栄養状態、血清鉄、フェリチン、トランスフェリンなどの鉄代謝に関わる項目

7.2 副次的評価項目 (Secondary outcomes)

IL-6 や TNF- α など抗炎症作用に関する項目

8. 評価方法

エネルギーおよび栄養素摂取量、身体計測、体組成、血液検査の結果より、3 群間の分散分析および変化量データを解析し、評価する。主観的評価アンケートはすべての有意水準を両側 5%、信頼係数を両側 95%とする。

| | 摂取前 | | 摂取期(12週間) | | | | 摂取終了後4週 | |
|------------------------|-------|---|--------------|---|----------|---|---------|--|
| | | | (摂取期6週) | | (摂取期12週) | | | |
| コントロール群 | | | 試験食非摂取 | | | | | |
| 植物性プロテイン群 | | | 植物性プロテイン飲料摂取 | | | | | |
| 牛乳群 | | | 牛乳摂取 | | | | | |
| 1) エネルギー・ 栄養素摂取量の評価 | 食事調査 | | | | | | | |
| 2) 主観的アンケート | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| 3) 身体計測、 体組成測定 | ・体重 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | ・筋肉量 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | ・体脂肪量 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| 4) 握力測定 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| 5) 血液検査 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |

は調査ポイントを示す

図3 試験スケジュール

4. 研究成果

(1) 結果

コントロール群、植物性プロテイン群、牛乳群の摂取前、摂取期 6 週、摂取期 12 週、摂取終了後 4 週の栄養素摂取量の比較を行った。その結果、摂取期 6 週においては、植物性プロテイン群のみ、エネルギー、たんぱく質、脂質、鉄、ビタミン B1、B2 摂取量が有意に増加した。摂取期 12 週においては植物性プロテイン群のみ、鉄摂取量が有意に増加した。カルシウム摂取量は植物性プロテイン群、牛乳群の両群で摂取期 6 週、摂取期 12 週で有意に増加した。

植物性プロテイン群摂取期 6 週の

エネルギー、たんぱく質摂取量増加に影響する食品群の検討を行った結果、食品群別摂取量には 3 群間 4 期間で有意な差はみられなかった。しかし、エネルギー摂取量、たんぱく質摂取量は植物性プロテイン群のみ摂取期 6 週で有意に増加したことから、増加に起因する食品群について重回帰分析を行った。その結果、エネルギーたんぱく質摂取量の

エネルギー摂取量に影響する食品群

| 食品群 | 標準化係数(β) |
|-----|------------------|
| 穀類 | 0.675 |
| 肉類 | 0.503 |
| 魚介類 | 0.270 |
| 卵類 | 0.016 |
| 乳類 | 0.231 |
| いも類 | 0.387 |
| 野菜類 | -0.145 |
| 果実類 | -0.104 |
| 砂糖類 | -0.115 |
| 油脂類 | 0.311 |

重回帰分析, n=12

たんぱく質摂取量に影響する食品群

| 食品群 | 標準化係数(β) |
|-----|------------------|
| 穀類 | 0.500 |
| 肉類 | 0.757 |
| 魚介類 | 0.326 |
| 卵類 | 0.314 |
| 乳類 | -0.099 |
| いも類 | 0.445 |
| 野菜類 | -0.338 |
| 果実類 | -0.057 |
| 砂糖類 | 0.036 |
| 油脂類 | -0.004 |

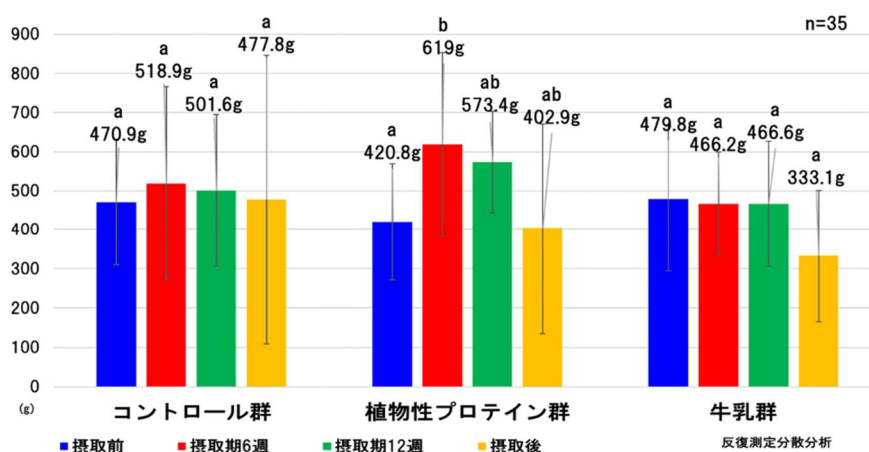
重回帰分析, n=12

※多重共線性を分析した結果、豆類はVIF(分散拡大係数)が10を超え、多重共線性を認めることから、結果から除外した。

増加には穀類、肉類が影響していることが分かった。

2020年に実施した研究において、ご飯の摂取量が増加していたことから、3群間、4期間のご飯の摂取量を比較した。その結果、ご飯の摂取量は植物性プロテイン飲料群のみ摂取前と比較して摂取期6週で有意に増加した。

ご飯摂取量の比較



(2)考察

植物性プロテイン群は摂取期6週にエネルギー摂取量、たんぱく質摂取量が有意に増加しており、増加の要因には穀類特にご飯の摂取量および肉類の摂取量増加が関与していると示唆され、植物性プロテイン群は食欲が増加したと示唆された。

大豆たんぱく質と食欲の関係について、これまでに *in vitro* 試験で大豆たんぱく質の - コングリシニンの N 末端にある酵素消化物が食欲増進作用を持つグレリン分泌を刺激することが報告されている¹⁾。また、*in vivo* 試験においても、マウスへの経口投与により食餌摂取量の増加が確認されている¹⁾。

現在、大豆摂取による食欲増加に関するヒト試験の報告はみられないことから詳細なメカニズムは不明であるが、先行研究および本研究結果より、大豆たんぱく質が食欲に何らかの影響を与え、ご飯の摂取量が増加したのではないかと示唆された。

(3)結語

今回の確認試験において、穀類(ごはん)および肉類の摂取量が増加していたことから、植物性プロテイン飲料摂取による食事摂取量の増加を確認できた。

食事摂取量の増加が大豆たんぱく質によるものであるのか今後さらなる検証が必要である。

<引用文献>

1) Nakato, J., Aoki, H., Iwakura, H., et al.: Soy-ghrelin, a novel ghrelin-releasing peptide derived from soy protein. FEBS. Lett., 590, 2681-2689(2006).

現在、論文投稿に向けてさらなる解析を行っている。

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 新富 瑞生、山本 亜衣、塩田 由紀、武曾 歩、井上 悠、河野 光登、巴 美樹 |
| 2. 発表標題 男子大学生アスリートへの植物性プロテイン飲料摂取が食欲、体組成、血液検査へ及ぼす影響1報－食欲に関する報告－ |
| 3. 学会等名 栄養改善学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山本 亜衣、新富 瑞生、塩田 由紀、武曾 歩、井上 悠、河野 光登、巴 美樹 |
| 2. 発表標題 男子大学生アスリートへの植物性プロテイン飲料摂取が食欲、体組成、血液検査へ及ぼす影響2報－体組成、血液検査結果－ |
| 3. 学会等名 栄養改善学会 |
| 4. 発表年 2023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 | 巴 美樹 (Tomoe Miki) (60596584) | 九州女子大学・家政学部・教授 (37103) | |
| 研究分担者 | 山本 亜衣 (Yamamoto Ai) (80461474) | 九州女子大学・家政学部・講師 (37103) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 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 | 新富 瑞生 (Shintomi Tamaki) (30613426) | 九州女子大学・家政学部・講師 (37103) | |

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 |
|---------|---------|
| | |