

豆乳摂取は大学生のストレス状態を改善する

中本真理子^{*1,2}・酒井 徹¹

¹徳島大学大学院医歯薬学研究部実践栄養学分野

²国立研究開発法人国立長寿医療研究センターNILS-LSA活用研究室

Soy Milk Intake Improves Stress Status in University Students

Mariko NAKAMOTO^{*1,2} and Tohru SAKAI¹

¹Department of Public Health and Applied Nutrition, Institute of Biomedical Sciences, Tokushima University Graduate School, Tokushima 770-8503

²Section of Longitudinal Study of Aging, National Institute for Longevity Science (NILS-LSA), National Center for Geriatrics and Gerontology, Obu 474-8511

ABSTRACT

Soy milk intake might be inversely associated with physical and mental stress, possibly because of its potential beneficial effects on improvement of inflammatory and oxidant stress. Clinical trials evaluated the effects on soy milk intake on stress status are limited in other ethnic people. The objective was to evaluate a short-term effect of soy milk intake on change of stress status in young people. The study was conducted in 13 healthy young men and woman (aged 18-25 years old) in this cross-over trial (200 mL soy milk compared with water). We used salivary amylase measurements and score of psychological test, including the State Trait Anxiety Inventory and the Center for Epidemiologic Studies Depression Scale, for assessment of stress status. Difference between change on stress status during soy milk group and water group were analyzed by paired *t*-test. The change in salivary amylase concentration was different between soy milk and water groups significantly [The change from baseline 53.1 ± 37.6 (kU/L) on water group vs 17.5 ± 13.6 (kU/L) on soy milk group, $p=0.008$]. There was no significant difference in the change of two mental stress variables between soy milk and water groups. Our results indicate that soy milk intake might be associated with a change in salivary amylase. *Soy Protein Research, Japan* **18**, 182-187, 2015.

Key words : soy milk; stress; salivary amylase; university students; a cross-over trial

*〒770-8503 徳島市蔵本町3-18-15

近年、うつ病をはじめとする精神疾患の増加が問題になっている。平成24年の人口動態統計によると、男女ともに15～34歳までの若年層における死因の第1位は自殺であった¹⁾。その背景と考えられる抑うつ症状、社会的孤立などを個人レベルあるいは社会的レベルで改善することが求められている。特に学生において、「頭が重い」、「疲労感が取れない」などの何となく体調が悪いという不定愁訴を抱えるものは多い。不定愁訴は、検査をしても原因となる病気が見つからないものの、ストレス負荷が影響している可能性が考えられている。

一方、大豆製品は日本の食卓に古くから存在する食品のひとつで、良質なたん白質源である他に、ミネラル、ビタミン、食物繊維といった栄養素や、大豆イソフラボンのような栄養機能性成分が含まれていることから、健康に良好な効果を示すことが期待されている²⁾。実際に、大豆や大豆に含まれる成分が、糖代謝³⁾や炎症⁴⁾、酸化ストレス⁵⁻⁷⁾、神経心理学的症状⁸⁾などの改善に効果が見られるといういくつかの報告がある。

これまでに、若年成人において疲労や抑うつは食事と密接に関連することが報告されている⁹⁾。若年期での食生活や食事内容は精神的な状態に対して大きく影響を与えることから、若年成人における大豆やその含有成分（大豆たん白質や大豆イソフラボン）の摂取状況が、ストレス負荷によって生じる心身のストレス応答反応に対して何らかの良好な作用を示す可能性がある。しかしながら、大豆製品を摂取することが、精神的ストレス状態や身体的疲労から起因するような症状の緩和につながるかを検討したものは少なく¹⁰⁾、対象者の年齢、性別、国籍、食習慣、介入期間の違いにより、これまでの研究に関する見解が一致していない。そこで本研究では、日本人の若年成人において、豆乳飲用が心身ストレス状態を軽減するか検討した。

方 法

対象者

本研究対象となりうるT県の18～25歳の健康な大学生にパンフレットあるいはメールで募集を行った。自由意思で参加した16名のうち、介入試験を完遂した13名（男性1名、女性12名）を解析対象とした（Fig. 1）。本研究は徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会で承認されたものである（受付番号1973）。また本研究の実施に際して、対象者に研究に関する説明を行い、インフォームドコンセントを得た後に実施した。

研究デザイン

コインを用いて対象者をランダムに割り付けし、初回に豆乳を飲み、2回目に水を飲むGroup1（7名）と、初回に水を飲み、2回目に豆乳を飲むGroup2（6名）の2群に分けたクロスオーバー・デザインの介入試験を行った。2日間の介入日間に4週間のwash out期間を設け、介入日までは普段通りの生活を送るようお願いした。介入試験当日は、試験飲料の介入前後にアミラーゼ活性測定および調査票の回答を実施した。研究の流れをFig. 2に示した。

試験飲料

本研究では、試験飲料として豆乳（ハイ！調整豆乳／不二製油株式会社）200 mL、プラセボ飲料として水200 mLを用いた。豆乳は市販済の製品を用い、その成分はTable 1に示すとおりである。

ストレス状態評価

本研究のストレス評価は、唾液アミラーゼ活性測定と心理検査により行った。

唾液アミラーゼ活性測定にはドライケミストリーシステムに基づく唾液アミラーゼモニター（ニプロ社）を用いた。本研究では、対象者に測定用チップを30秒間、舌の下においてもらった後、唾液を含んだチップをすぐに測定器に挿入し測定した。

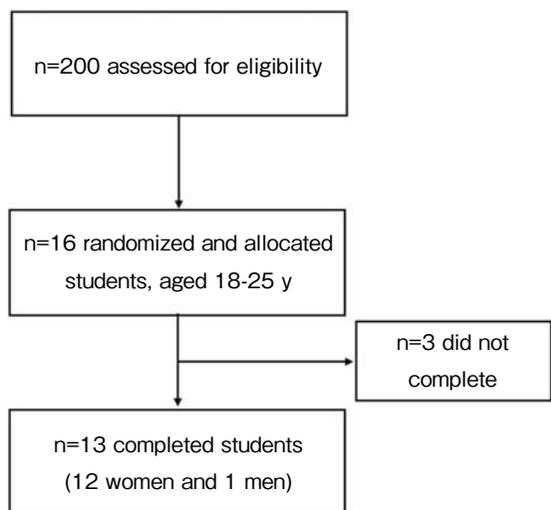


Fig. 1. Participants flow. Out of the 16 participants who were randomized and allocated, three participants withdrew from this study. The 13 participants completed this study.

心理検査は、40項目（4件法；得点可能範囲20-80）の質問で構成され、状態あるいは特性不安を評価するState-Trait Anxiety Inventory (STAI) の日本語版¹¹⁾と、20項目（4件法；得点可能範囲0-60）の質問で構成され、抑うつ状態を判定するthe Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D) の日本語版¹²⁾を用いた。STAIは高得点であるほど不安傾向が強いと評価される。CES-Dは得点が高いほど抑うつ状態が高く、16点以上で抑うつ状態ありと判別さ

れる。本研究では、STAIの合計得点を標準化し連続変数として使用した。また、CES-Dについては合計得点を連続変数として用いた。

その他測定項目

自己記入式の調査票を用いて、性別、年齢、身長、体重、生活習慣（睡眠、飲酒・喫煙習慣、現病歴など）、身体活動量、アルバイト、サークル活動について尋ねた。エネルギー摂取量、豆類摂取量については、過去1ヶ月間の食事について、1週間単位で摂取量と摂取頻度を尋ねる食事摂取頻度調査法に基づいた「エクセル栄養君 食事摂取頻度調査FFQg ver.2.0調査票」（建帛社）を使用した¹³⁾。

Table 1. Ingredient per soy milk in this study (200 mL)*

	Unit	
Energy	kcal	105
Protein	g	7.6
Soy protein	g	6
Fat	g	6.4
Carbohydrate	g	4.2
Sodium	mg	150
Calcium	mg	100
Magnesium	mg	30
Vitamin A	μg	54
Vitamin E	mg	8
Cholesterol	mg	0
Soy isoflavone	mg	16

*Hi! Quality governing soy milk (Fuji Oil. Co, Osaka, Japan)

統計解析

結果は、連続変数の場合に平均値±標準偏差、頻度の場合に人数（%）を示した。初回および2回目の介入時点および介入の有無による各変数の比較は、独立2群のt検定、介入前後での水飲用時と豆乳飲用時の各指標の変化量の比較は対応のあるt検定を用いた。両側検定で0.05未満を有意とし、すべての統計解析は、SAS統計パッケージ（version 9.3）を用いて行った。

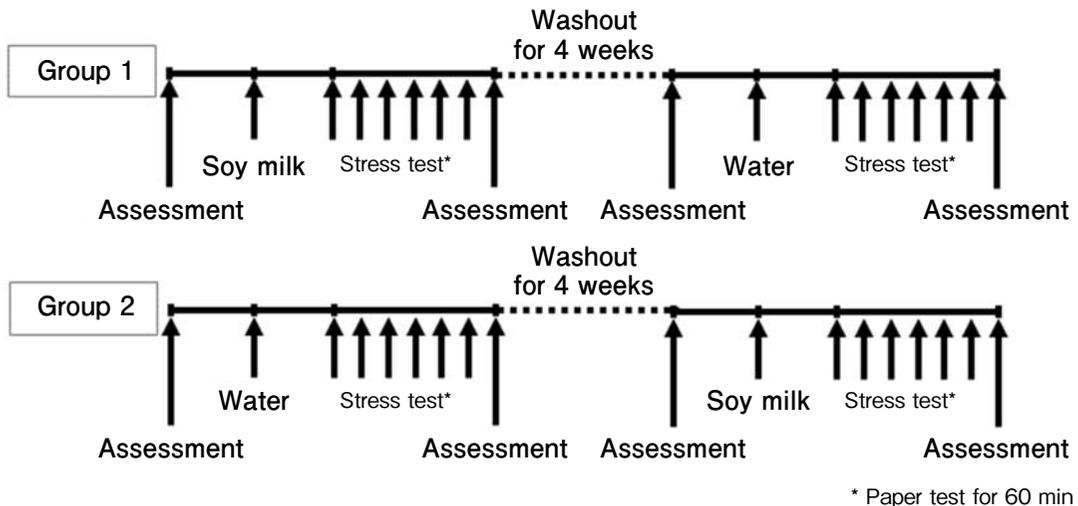


Fig. 2. Study flow. The study was conducted at the University of Tokushima, in Japan. The study design was a quasi-randomized, controlled, cross-over trial, so that each participant served as his or her own control and received both drinks in a random order. The test-drinks were soy milk or water, separated by a four week washout period to remove any potential carryover effect. There were two study days: baseline and follow-up visits, respectively. The salivary amylase measurements and psychological tests were assessed at pre- and post-intervention.

Table 2. General characteristics of the participants depending on test day in this study

	1st test day (n=13)	2nd test day (n=13)	p value
Age (years)*	20.7 ± 1.9		
Sex (Men) †	1 (7.7)		
Body mass index (kg/m ²)*	16.6 ± 10.0	16.7 ± 10.0	n.s.
Leisure-time physical activity (Yes) †	6 (46.2)	7 (53.8)	n.s.
Regular menstruating (Yes) †	8 (61.5)	8 (61.5)	n.s.
Sleeping time (hours)*	5.5 ± 2.0	5.4 ± 2.0	n.s.
Smoking habit (cigarettes/day)*	0.2 ± 0.4	0.2 ± 0.4	n.s.
Total side job time (hours/week)*	6.2 ± 5.8	5.9 ± 6.4	n.s.
Total club activity time (hours/week)*	3.0 ± 2.7	3.3 ± 2.9	n.s.
Total alcohol intake (g/day)*	17.9 ± 21.1	23.2 ± 37.6	n.s.
Total energy intake (kcal/day)*	1812.0 ± 295.8	1720.4 ± 255.5	n.s.
Total legum intake (g/day)*	36.7 ± 28.5	35.0 ± 26.8	n.s.
Salivary amylase concentration (kU/L)*	13.2 ± 8.3	13.1 ± 8.4	n.s.
STAI (points)*	87.8 ± 13.3	86.9 ± 16.4	n.s.
CES-D (points)*	11.8 ± 4.8	11.2 ± 8.0	n.s.

* Mean ± SD † No. (%)

The paired *t*-test, Chi-square tests or Fisher's exact test was used to determine significant differences between the characteristics of participants according to test day.

The stress state measurements including salivary amylase concentration, STAI and CES-D were shown the value at pre-intervention.

Abbreviations: STAI, State-Trait Anxiety Inventory; CES-D, Center for Epidemiologic Studies Depression Scale; SD, standard deviation.

結果と考察

本研究対象者は、平均年齢が20.7±1.9歳の集団であった。介入試験日の1～2ヶ月前の食習慣について、両日間で有意な変化は認められなかった。また基本的な生活習慣についても、両日間に有意な差は認められなかった (Table 2)。

ストレス状態に与える豆乳飲用の効果を検討したところ、水飲用時においてストレス負荷による影響を受け、唾液アミラーゼ活性は介入前に比べ介入後で大きく増加した。一方、豆乳飲用時においてもストレス負荷の影響により、介入前に比べ介入後に唾液アミラーゼ活性は増加したが、その増加量は水飲用時と比べると低かった。唾液アミラーゼ活性の変化量について、水飲用時と豆乳飲用時で比較したところ、有意な差が認められた (Table 3, Fig. 3)。一方、心理検査を用いたストレス評価指標としてSTAI得点およびCES-D得点について、水飲用時と豆乳飲用時の介入前後を比較したところ、両指標ともに有意な変化は認められなかった (Table 3)。以上の結果は、男性 (1名) を除外した分析でも変わらなかった。

これまでに、大豆含有成分 (大豆イソフラボン、大豆たん白質) サプリメントの継続摂取が、若年者や閉

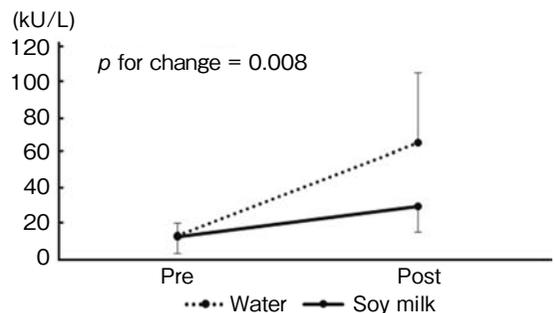


Fig. 3. The effect of test drink on salivary amylase concentration. The change in salivary amylase concentration was different between the soy milk and water groups significantly; the change in salivary amylase concentration from pre-intervention were 17.5 ± 13.6 (kU/L) on soy milk and 53.1 ± 37.6 (kU/L) on water (p=0.008).

経女性を対象とした介入研究で炎症や酸化ストレスを軽減する効果があることを報告している⁵⁻⁷⁾。本研究の結果は、若年成人において豆乳飲用が急性のストレス反応を軽減する可能性を示唆している。対処可能なストレス負荷に対しては生体のホメオスタシス機能によって心身バランスは保持されるが、ストレス負荷が持続し対処能力を超えると心身は重大な影響を受け、

Table 3. The comparison of change between in water and in soy milk

	Water	Soy milk	<i>p</i> value
Salivary amylase concentration (kU/L)			
Pre-intervention	13.6 ± 7.1	12.6 ± 9.4	
Post-intervention	66.7 ± 40.0	30.2 ± 14.8	
Change	53.1 ± 37.6	17.5 ± 13.6	0.008
STAI (points)			
Pre-intervention	89.0 ± 15.3	85.8 ± 14.3	
Post-intervention	86.5 ± 12.1	84.3 ± 14.1	
Change	-2.5 ± 8.2	-1.5 ± 6.0	0.635
CES-D (points)			
Pre-intervention	12.4 ± 6.5	10.7 ± 6.7	
Post-intervention	13.2 ± 7.1	11.0 ± 7.3	
Change	0.77 ± 2.9	0.31 ± 2.7	0.577

Mean ± SD

The paired *t*-test was used to determine significant differences between change according to test drink.

Abbreviations: STAI, State-Trait Anxiety Inventory; CES-D, Center for Epidemiologic Studies Depression Scale; SD, standard deviation

その結果様々な精神・身体症状が生じることが報告されている¹⁴⁾。そのため、ストレス負荷時における豆乳飲用であっても、ストレス負荷からの早期回復という観点からみて重要であると考えられる。

ストレス負荷時の多様な身体症状の発現の経路のひとつに視床下部-交感神経-副腎髄質系の刺激があり、精神的ストレスによって交感神経系が興奮することに伴い、唾液アミラーゼ活性が増加すると報告されている¹⁵⁾。豆乳をはじめとした大豆製品に多く含まれる大豆イソフラボンは、ストレス時に交感神経系の興奮を増進させるカテコールアミン分泌や生合成の促進反応を抑制することが報告されていることから¹⁶⁾、豆乳飲

用によって交感神経系の興奮を抑制し、唾液アミラーゼ活性の増加を軽減した可能性が考えられる。

本研究結果から、豆乳飲用が若年成人のストレス軽減効果を有する可能性が見出された。しかしながら、本研究にはいくつかの限界がある。まず、対象者数が少ない点である。第2に、本研究で認められた豆乳のストレス軽減効果が得られる具体的な飲用量や期間などについては明らかに出来なかった点である。そのため、今後対象者数を増やすことに加え、豆乳の摂取量や摂取期間などを考慮したさらなる検討を行うことが必要である。

要 約

本研究の目的は、健康な日本の若年成人において、豆乳飲用が心身ストレス状態を軽減するか明らかにすることである。18～25歳の健康な大学生13名を対象とし、2日間の介入日間に4週間のwash out期間を設けたクロスオーバー試験を行った。介入試験では、試験飲料が与えるストレス軽減効果を評価した。試験飲料は豆乳(200 mL)、プラセボ飲料は水(200 mL)とした。介入前後における、試験飲料がストレス状態に及ぼす影響を評価するために、唾液アミラーゼ活性測定、心理検査を実施した。豆乳飲用時と水飲用時での介入前後におけるストレス指標の変化量の比較は、対応のある*t*検定を用いた。唾液アミラーゼ活性の変化量について水飲用時と豆乳飲用時で比較したところ、有意な差が認められた。心理検査の得点については有意な変化は認められなかった。本研究から、豆乳摂取により、心身ストレス状態を改善する可能性が示された。

文 献

- 1) 厚生労働省 (2012) : 平成25年我が国の人口動態. 厚生労働省, 東京. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/81-1a2.pdf> [access date : 2015.04.22]
- 2) Ren MQ1, Kuhn G, Wegner J and Chen J (2001): Isoflavones, substances with multi-biological and clinical properties. *Eur J Nutr*, **40**, 135-146.
- 3) Liu ZM1, Chen YM, Ho SC, Ho YP and Woo J (2010): Effects of soy protein and isoflavones on glycemic control and insulin sensitivity: a 6-month double-blind, randomized, placebo-controlled trial in postmenopausal Chinese women with prediabetes or untreated early diabetes. *Am J Clin Nutr*, **91**, 1394-1401.
- 4) Beavers KM1, Serra MC, Beavers DP, Cooke MB and Willoughby DS (2009): Soy milk supplementation does not alter plasma markers of inflammation and oxidative stress in postmenopausal women. *Nutr Res*, **29**, 616-622.
- 5) Pusparini, Dharma R, Suyatna FD, Mansyur M and Hidajat A (2013): Effect of soy isoflavone supplementation on vascular endothelial function and oxidative stress in postmenopausal women: a community randomized controlled trial. *Asia Pac J Clin Nutr*, **22**, 357-364.
- 6) Engelman HM1, Alekel DL, Hanson LN, Kanthasamy AG and Reddy MB (2005): Blood lipid and oxidative stress responses to soy protein with isoflavones and phytic acid in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*, **81**, 590-596.
- 7) Celec P1, Hodosy J, Pálffy R, Gardlík R, Halčák L and Ostatníková D (2013): The short-term effects of soybean intake on oxidative and carbonyl stress in men and women. *Molecules*, **18**, 5190-5200.
- 8) Thorp AA1, Sinn N, Buckley JD, Coates AM and Howe PR (2009): Soy isoflavone supplementation enhances spatial working memory in men. *Br J Nutr*, **102**, 1348-1354.
- 9) 倉恒弘彦, 田島世貴, 小川正 (2010) : 【疲労と機能性食品】女子大学生における疲労・抑うつと食との関連について. *Functional Food*, **3**, 305-317.
- 10) Hellhammer J1, Fries E, Buss C, Engert V, Tuch A, Rutenberg D and Hellhammer D (2004): Effects of soy lecithin phosphatidic acid and phosphatidylserine complex (PAS) on the endocrine and psychological responses to mental stress. *Stress*, **7**, 119-126.
- 11) 肥田野直, 福原真知子, 岩脇三良, 曾我祥子, & Spielberger, C. D. (2000) : 新版STAIマニュアル, 実務教育出版, 東京.
- 12) 島 悟, 鹿野達男, 北村俊則, 浅井昌弘 (1985) : 新しい抑うつ性自己評価尺度について. *精神医学*, **27**, 717-723.
- 13) 高橋啓子, 吉村幸雄, 開元多恵, 國井大輔, 小松龍史, 山本 茂 (2001) : 栄養素および食品群別摂取量推定のための食品群をベースとした食物摂取頻度調査票の作成および妥当性. *栄養学雑誌*, **59**, 221-232.
- 14) 日本運動生理学会 (2003) : 運動生理学シリーズ 4 運動とストレス科学. 竹宮 隆, 下光輝一 編, 杏林書院, 東京.
- 15) 山口昌樹, 金森貴裕, 金丸正史, 水野康文, 吉田 博 (2001) : 唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか. *医用電子と生体工学*, **39**, 234-239.
- 16) 柳原延章, 豊平由美子, 上野 晋, 筒井正人, 篠原優子, 劉 民慧 (2008) : 植物性エストロゲンのカテコールアミン生合成・分泌への影響. *日本薬理学雑誌*, **132**, 150-154.