

切干大根の米飯摂取後の血糖上昇抑制効果

～切干大根 生・煮食の比較と食べる順番の検討～

末田 香里*¹⁾ 浅野 藍*²⁾ 加藤 幸巳*³⁾ 門脇 夏美*⁴⁾

佐藤 祥子*⁵⁾ 長谷川 里沙*⁶⁾ 酒井 映子*¹⁾

【目的】食物繊維は、血糖上昇抑制効果が知られている。そこで、食物繊維を豊富に含む切干大根で、調理法による違いについて検討した。また、「野菜を先に食べると良い」と言われていることから、切干大根の食べる順番の検討を行った。

【方法】

被験者：21～22歳の女子大学生10名(BMI: $20.5 \pm 1.4 \text{ kg/m}^2$ (Mean \pm SD))。

基準食・切干大根検査食：基準食は米飯150gを用い、飲み物はお茶200mlとした。切干大根食(生・煮)は、切干大根15g+だし醤油5gと米飯とし、炭水化物量が50gになるよう米飯量を調節した。

切干大根の食べる順番の検討：切干大根を米飯の15分前摂取(略15分前食)、切干大根と米飯同時摂取(略同時食)、切干大根を米飯摂取15分後に摂取(略15分後食)で血糖上昇に影響があるかどうかを検討した。

測定方法：血糖値は自己血糖測定器(SMBG)グルテスト Neo スーパー(三和化学研究所)を用い、測定した。血糖値を基準食と同時食、15分後食では米飯摂取前(0)、15、30、45、60、90、120分後の計7回、15分前食では米飯摂取の15分前(-15)を加えた計8回測定した。それらの値から血糖上昇曲線下面積(血糖 AUC: Area Under the Curve)を算出した。

統計処理：データはMEAN \pm SDで示し、血糖値、血糖 AUCはpaired t-testで比較し、有意差は5%以下とした。

【結果と考察】

1) 切干大根生・煮食の比較：基準食の血糖値と比較した結果、生食では摂取後45分、60分で低下($p < 0.01$)し、煮食では、摂取後60分で低下した($p < 0.01$)。血糖 AUCでは、基準食と比較して、生食で低下した($p < 0.01$)。煮食で効果が見られなかったのは、この水溶性食物繊維(ペクチン)が加熱により、分解され可溶化し、摂取する量が少なくなったためであると推察された。

2) 切干大根生食の食べる順序の検討：基準食と比較し、15分前食では0分、15分で血糖値が上昇し($p < 0.05$)、また15分前食と同時食で、45分、60分で低下した(いずれも $p < 0.01$)。また15分前と比較し、同時食が15分で低下した($p < 0.001$)。血糖 AUCでは、基準食と比較し、15分前食と同時食で低値(それぞれ $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$)を示した。

【結語】切干大根生食で米飯の15分前および同時に摂取することで、血糖上昇抑制効果がみられた。大根中の食物繊維により胃排泄ならびに腸管からの吸収が緩やかになったためであろう。

キーワード：食後血糖、米飯、切干大根、食物繊維

* 1) 愛知学院大学大学心身科学部健康栄養学科

* 2) ヤマダイ食品株式会社

* 3) エームサービス株式会社

* 4) 医療法人尚徳会 ヨナハ総合病院

* 5) 株式会社パローホールディングス

* 6) 株式会社グリーンハウス

(連絡先) 末田香里 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 愛知学院大学大学心身科学部健康栄養学科

目的

厚生労働省から発表された平成25年11月実施の国民健康栄養調査¹⁾の結果では、糖尿病の可能性を否定できない者(糖尿病予備軍)1100万人、糖尿病が強く疑われる者(糖尿病有病者)は約950万人であり合計2050万人という結果となっている。糖尿病有病者は60万人増で過去最多となった。

糖尿病は一度発症すると完治することはなく予防や進行を遅らせる上で血糖コントロールが重要となる。これらの治療には、食生活の改善が基本となり、空腹時血糖のみならず、食後の血糖上昇を避ける血糖コントロールが必要である。食後高血糖は空腹時高血糖よりも糖尿病合併症の一つである心臓血管病と高い相関があることが報告されている²⁾ため、食後高血糖を抑制することが糖尿病や、合併症の予防に重要である。

従来は、食品に含まれる糖質の量に比例して血糖値は上がるものと考えられてきたが、Jenkins等³⁾は糖質量が同じでも食後の血糖上昇が異なることを見出した。食後の血糖上昇は糖質の量だけではなく、食品に含まれる糖質の種類や構造、食品を加工、調理する方法、更に同時に摂取するたんぱく質や脂質、食物繊維の影響も受けると言われている。なかでも、食物繊維は現在、保水性の良さによる便量の増加や腸の蠕動運動の促進や、余分な脂肪などの物質を吸着し排出する、糖などを吸着し消化吸収を緩やかにする。食物繊維は主に、水溶性食物繊維(ペクチン、グルコマンナン、アルギン酸、アガロース、アガロペクチン、カラギーナン、ポリデキストロース等)と不溶性食物繊維(セルロース、ヘミセルロース、キチン・キトサン、リグニン等)に分けられる⁴⁾。不溶性食物繊維は、保水性が高く、水を吸着して糞便量が増加し、適度な固さにするとともに、大腸通過時間が短縮される。また、水溶性食物繊維は、吸着性・発酵性・粘性をもち、腸内細菌により発酵を受け、腸内環境を好ましい状態にしたり、水に溶けると高い粘性を示し、食事内容物の胃内滞留時間を延長させ、小腸内で糖質の消化・吸収をゆるやかにし急激な血糖値の上昇を抑える⁵⁾と言われている。

日本人の食事摂取基準(2015年版)を見ると、18歳~69歳で男性20g/日、女性18g/日の摂取が目標として定められている⁶⁾。一方、平成27年の国民健康・栄養調査⁷⁾によるとその摂取量は平均で14.2g/日に

留まっている、特に、20代~40代の摂取量が12g/日前後という結果になっている。

現代の日本人の多くが目標量に達するだけの食物繊維を摂れていないため、食物繊維の豊富な食材を知りそれを積極的に食事に取り入れ、バランスの良い食事を摂っていくことが必要であり、またそれに向けて、積極的な情報提供を行っていくことが大切だと考える。

厚生労働省のe-ヘルスネットでは、「食物繊維は魚介類や肉類などの動物性食品にはほとんど含まれておらず、豆類・野菜類・果実類・きのこ類・藻類などに多く含まれている。特にそば・ライ麦パン・しらたき・さつまいも・切干大根・かぼちゃ・ごぼう・たけのこ・ブロッコリー・モロヘイヤ・糸引き納豆・いんげん豆・あずき・おから・しいたけ・ひじきなどは、(1食あたり)普通に食べる量の中に食物繊維が2~3gも含まれており、効率的に食物繊維を摂るには、これらの食材を毎日の食事の中にうまく取り入れると良い。」としている⁸⁾。

今井ら⁹⁾は「食べる順番を重視し「毎食最初に野菜をよく噛んで食べること」を食事療法の基本として患者教育を行っている。食事療法はすべての糖尿病患者にとって治療の基本である。従来、糖尿病患者に対する食事療法は食品交換表を用いているが、食品交換表を熟知し、実際に使用できる患者は少ない。今井らの2型糖尿病患者を対象に行った短期および長期研究¹⁰⁾では、野菜を米飯の前に摂取したときには食後血糖値及びインスリン分泌が抑制することを報告している。

そこで、本研究では食物繊維を多く含む食材で入手しやすく、干していることで生で食べるより量を食べられそうな、切干大根を用いて、血糖上昇抑制効果の検討を行った。その調理法と食べる順番の違いで、血糖上昇抑制効果にどのような変化があるのかを検討した。

方法

1. 被験者:

本学女学生10名を被験者とした。年齢は21~22歳、体格指数は $20.5 \pm 1.4 \text{ kg/m}^2$ (Mean \pm SD)であった。被験者は口頭ならびに文章で実験計画についての説明を受け、被験者になることに同意し、かつ同意書を提出した。また、本実験は愛知学院大学心身科学部の「ヒトを対象とする研究に関する委員会」の承諾を

得て行った。

2. 基準食・検査食：

基準食は、米飯150gとお茶200mlし、検査食は米飯127gと切干大根15g（生・煮）にだし醤油をかけたもの、お茶200mlとした。基準食・検査食ともの炭水化物量が50gになるように米飯の量を調節した。基準食、検査食の栄養素を表1に示す。包装米飯はサトウのご飯（サトウ食品）、お茶は伊右衛門（伊藤園）を使用した。

1) 実験1) 切干大根 生・煮食の比較

切干大根の調理法による食後血糖上昇抑制効果を検討した。： 基準食は米飯（150g、炭水化物50g）とお茶200mlとした。検査食は切干大根生食と切干大根煮食とした。切干大根生食（以下、生食と略）：切干大根15gを100mlの水で戻した後、5mlの出汁醤油をかけたものと、米飯とお茶200mlを摂取した。切干大根煮食（以下、煮食とする。）：切干大根15gを100mlの水と5mlの出汁醤油で10分間煮たものと、米飯とお茶200mlを摂取した。

2) 実験2) 切干大根 生食-食べる順番の検討

切干大根の食べる順番による食後血糖上昇抑制効果を検討した。1) 米飯摂取15分前切干大根食（15分前食と略）：切干大根15g生を摂取してから15分後に、米飯・お茶を摂取する。2) 米飯と切干大根を同時摂取（以後、同時食と略）：切干大根15g生と同時に米飯・お茶を摂取する。3) 米飯摂取15分後切干大根食（以後、15分後食と略）：米飯127gとお茶200mlを摂取、15分後に切干大根15g生を摂取した。

3. 実験実施法：

1) 2015年4月～6月、実施時間は9：00～12：00

であった。

2) 基準食、検査食の負荷は、一週間の間隔を空けての無作為化比較試験にて行った。食品摂取は10分以内に終了した。被験者は検査前10時間以上の絶食を保持し、検査前日に過度な運動・夜更かし・暴飲暴食・飲酒を避けることを条件とした。当日参加できなかった被験者に関しては、別日に同様の条件で測定を行った。

3) 血糖値の測定は自己血糖測定器（SMBG）グルテストNEOエース（三和化学研究所）を用いて被験者自身で測定した。実験1) 生食・煮食の比較：基準食・生食・煮食で、米飯摂取前空腹時（0）、15、30、45、60、90、120分後の計7回、血糖値を測定した。実験2) 食べる順番の検討：基準食・同時食・15分後食で、米飯摂取前空腹時（0）、15、30、45、60、90、120、分後の計7回、血糖値を測定した。15分前食では米飯摂取の15分前空腹時（-15）を加えた計8回測定した。

4. 血糖AUC（Area under the curve）の算出ならびに統計処理

1) 血糖上昇曲線下面積（血糖AUC：Area Under the Curve）の算出は不等辺四角形の原理で算出した¹¹⁾。

2) データは平均値±標準偏差で表した。血糖値の比較・血糖AUCの比較ともにSPSSのANOVA（一元配置分散分析法）を用い、その後Scheffeによる多重比較を行った。有意水準は5%以下を有意差ありとした。

表1 基準食、切干大根食のエネルギー、栄養素およびエネルギー密度

	重量	エネルギー	タンパク質	脂質	炭水化物	食物繊維			エネルギー密度
	g	kcal	g	g	g	水溶性 g	不溶性 g	g	kcal/g
基準食									
米飯	150	221	3.2	0	50	0.5	0		1.47
お茶	200								
合計	350	221	3.2	0	50	0.5	0		0.63
検査食(切干大根生・煮)									
米飯	127	188	2.7	0	42.8	0.4	0		1.48
切干大根	15	42	0.9	0.1	10.1	0.5	2.6		2.80
だし醤油	5	4	0.2	0	0.6	0	0		0.80
お茶	200								
合計	347	234	3.8	0.1	53.5	0.9	2.6		0.67

結果

1. 基準食、切干大根生と切干大根煮食の食後血糖

基準食の血糖値は摂取45分後にピークを示した、一方生食と煮食では摂取30分後にピークを示した。血糖値では、基準食に対して、生食では摂取後45分、60分有意に低値 ($p < 0.01$) を示した。また、基準食に対して、煮食では、摂取後60分有意に低値 ($p < 0.05$) であった。

基準食の血糖 AUC と比較して、生食の血糖 AUC は有意に低値 ($p < 0.01$) であったが、基準食の血糖 AUC と煮食の血糖 AUC の間には有意な差はなかった。また生食と煮食の血糖 AUC の間にも、有意差はなかった。

以上、基準食と比較して、切干大根生食で血糖 AUC に有意の低下がみとめられた、以下食べる順番の検討では切干大根生食を用いた。

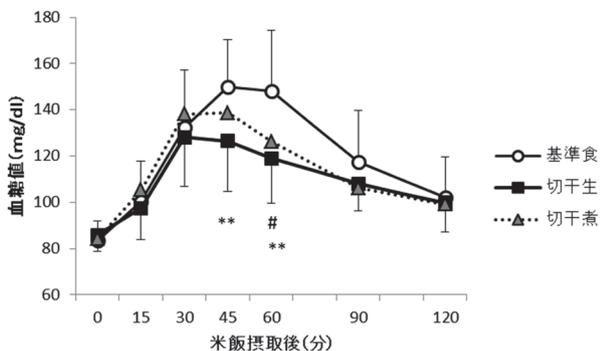


図1 基準食、切干大根生食・切干大根煮食の食後血糖
Mean±SD (n=10)、** ; $P < 0.01$ (基準食 vs. 切干生食)
; $P < 0.05$ (基準食 vs. 切干煮食) を示す。

2. 切干大根生食の食べる順番が食後血糖に及ぼす効果

切干大根生食を、食べる順番を変えた場合の、食後血糖を検討した。基準食の血糖値と比較し15分前食では0分、15分で血糖値が有意に高値 ($p < 0.05$) であり、その後45分、60分有意に低値 ($p < 0.01$) であった。同時食では、基準食に比べ、45分、60分 (いずれも $p < 0.01$) で血糖値が低値であった。15分後食では、基準食と比較して、食後の各時点で有意差はなかった。15分前食と比較し、同時食では米飯摂取後15分有意に低値 ($p < 0.001$) であった。

基準食の血糖 AUC と比較して、15分前生食血糖

AUC および同時生食血糖 AUC では有意に低値 (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.01$) を示した。切り干し大根15分前食、同時食、15分後食の3群間の血糖 AUC には差はなかった。

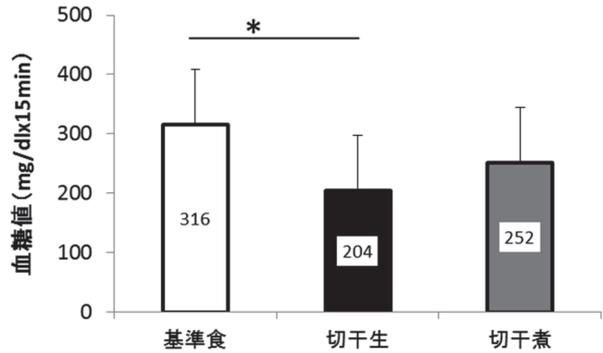


図2 基準食、切干大根生食・煮食の血糖 AUC
Mean ± SD (n=10)、* ; $P < 0.05$ を示す。

考察

1. 切干大根生・煮食の比較

基準食と比較して、生食での食後血糖 AUC は有意に低値であり、血糖上昇抑制効果が認められた。煮食と生食の米飯摂取後の経時的血糖値に差はなかった。

生食：基準食の水溶性食物繊維0.5g、不溶性食物繊維0gの食物繊維総量0.5gに比べ、検査食(切干大根生・煮食)では、水溶性食物繊維が0.9g、不溶性食物繊維が2.6g、食物繊維総量3.5gが含まれている。

生食で血糖上昇が有意に抑えられたのは、切干大根の食物繊維が持つ、粘性や吸着性により消化管で、食内容物の胃内停留時間を延長させ、糖質の消化・吸収をゆるやかにしたためだと考える^{4) 9-10)}。

淵上等¹²⁾ や加賀田等¹³⁾ は、加熱によりペクチン質が分解し可溶化すると報告しており生食に比べ、煮食では血糖上昇が有意に低くなると仮説を立てていたが、結果としては生食と煮食の間に有意差はなかった。

今回の切干大根食では、切干大根15g中の水溶性食物繊維が0.5gと少なかつたため、溶出する量も少なく、切干生と切干煮の間に有意差が出なかったと推測した。加賀田等¹³⁾ は、切干大根を作る際の加熱・乾燥によってもペクチン質が分解し可溶化すると報告しており、生大根から切干大根になる過程で、すでにペ

クチン質が失われているため、切干大根を加熱した際に失われるペクチン量は、損失量が少なかったことも、生食と煮食で有意差がでなかった要因の一因ではないかと推察された。加熱した方が摂取しやすいこともあり、煮食・生食をうまく組み合わせて摂取する事も大切ではないかと考える。

以上より、生食・煮食共に血糖値の上昇を抑制する効果があると認められた。基準食血糖 AUC と比較して、生食の血糖 AUC は有意に低値であった、以後の実験には生食を用いて検討を行った。

2. 切干大根生食のたべる順番の検討

切干大根生食を、ご飯の15分前もしくは同時摂取にすることで食後の血糖上昇抑制効果が認められた(図3)。15分後食では血糖値、血糖 AUC とともに、血糖上昇抑制効果は認められなかった。3つの切干大根生食血糖 AUC は、食べる順番による3つの間で有意差はなかった。

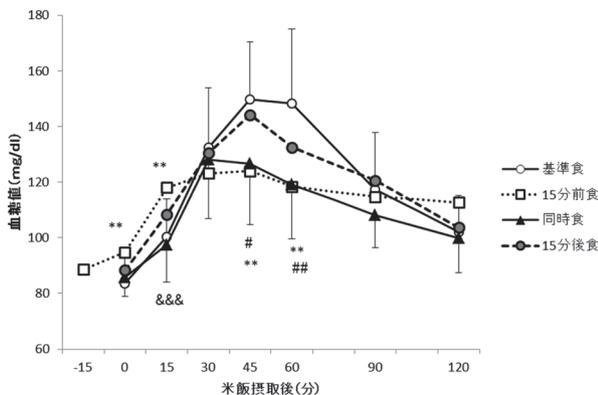


図3 基準食および切干大根生食の食後血糖
Mean± (n=10) で示した。***; P<0.01 (基準食 vs. 15分前食), #; P<0.05, ##; P<0.01 (基準食 vs. 同時食), ならびに &&&; P<0.01 (15分前食 vs. 同時食)

「15分前生食」では、基準食比較し0分、15分で血糖値が有意に高値 (p<0.05) であった。これは米飯摂取15分前の切り干し大根の糖質7.0g (10.1-3.1=7.0 (炭水化物-食物繊維=糖質概算)) が影響したと考えられる。基準食と比較して、「15分前生食」と「同時生食」では、ともに45, 60分で血糖値が有意に低値であった。

血糖上昇抑制効果の機序として、上述したごとく、水溶性食物繊維が持つ保水力や吸着力によって、食物

の消化管内の通過時間が延長され、糖質の消化吸収がゆるやかになったと考えられる⁴⁾。綿田¹⁴⁾は、食後高血糖と血糖変動を抑えることで動脈硬化が抑制できると報告しており、動脈硬化の発生を抑制するという点においても、15分前生食および同時食も有益である。

胃の排泄能に関するエネルギー密度は、基準食0.63 kcal/g に対して、検査食 (切干大根食) 0.67 kcal/g と差は小さい (表1)。さらに切干大根食中に含まれるタンパク質脂質含有量 (3.8g・0.1g) は、基準食のタンパク質・脂質含有量 (3.8g・0g) と比較して、差はない。故に切干大根摂取により、脂質とたんぱく質の摂取によるインクレチンの分泌促進は考えにくい¹⁵⁻¹⁶⁾。

前報¹⁷⁾において卵食(半熟卵3個と米飯組み合わせ)を、今回と同様米飯の15分前、同時および15分後に摂取した時の米飯後の食後血糖を検討した。その結果は、切干大根の場合と同様、食べ方としては卵を米飯の前・同時にたべると血糖上昇抑制効果がみられ、15分後食では食後血糖上昇抑制効果はなかった。卵は食物繊維を含まないし、また卵中のタンパク質・脂質 (21.7g・15.5g) は豊富である、ゆえにインクレチンの分泌を介してインスリン分泌亢進作用も考えられる。

切干大根と卵では作用機序は異なると想像されるが、1) 共に米飯前、米飯と同時に摂取すると血糖上昇が抑えられる、2) 切干大根と卵を米飯の15分後に摂取すると食後血糖上昇が抑えられないという結果を得た。牛乳摂取については、米飯の15分前、同時および15分後においても、米飯摂取後の血糖上昇を抑える結果¹⁸⁾を得ている、牛乳の場合はインスリン分泌亢進を認めた。

今井らは、2型糖尿病感において、炭水化物を食べる前に野菜を食べた時と、反対に炭水化物を食べる前に野菜を後に食べた時の食後血糖を比較すると、食後30, 60分において、野菜を先に食べた時の血糖値ならびにインスリン値が低かったことを報告している^{9-10) 19)}。さらに「炭水化物を食べる前に野菜を食べよう」と2型糖尿病患者に指導し、2か月から2年にわたって追跡調査を行なった結果、指導しなかった対照群と比較して、指導群にはHbA1cが有意に低下したことを報告している。

以上、切干大根を米飯の15分前および米飯と同時に摂取すると、食後血糖上昇抑制効果が認められ、良い食べ方だといえる。

要約

1. 基準食、切干大根生食および煮食の食後血糖

基準食に対して、生食で摂取後45分、60分で有意に低下 ($p<0.01$) した。また、基準食に対して、煮食では摂取後60分で有意に低下した ($p<0.05$)。以上、切干大根生・煮食はともに食後血糖上昇抑制作用があった。基準食血糖 AUC と比較して、切干大根生食血糖 AUC は有意に低値であった。

2. 切干大根生食の食べる順番

基準食と比較して、切干大根生15分前食では米飯摂取後0分、15分で有意に高値を示し、45分と60分では有意に低値を示した。同時食では、45分と60分では有意に低値を示した。15分後食では血糖上昇抑制効果はみとめられなかった。以上、切干大根生を米飯の15分前、同時に摂取した際に、血糖上昇抑制効果を認めた。米飯摂取後で切干大根摂取による食後血糖上昇抑制作用は認められなかった。

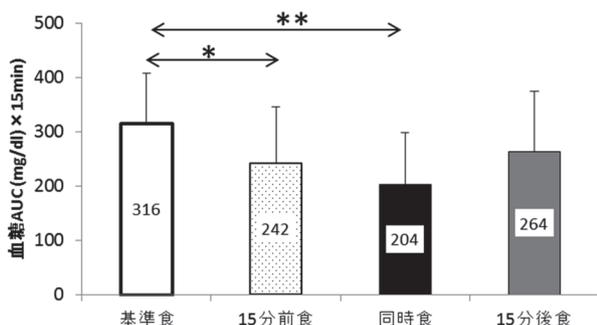


図4 基準食と切り干し大根生食の血糖 AUC Mean ± SD (n=10)、* ; $P<0.05$, ** ; $P<0.01$ を示す。

引用文献

- 厚生労働省：平成25年国民健康・栄養調査
- 古木美香, 田代晶子, 小川恒夫, 杉山佳子：耐糖能異常を示した女子学生の血糖値に及ぼす食事組成の影響—管理栄養士養成課程へのセルフマネジメント教育導入の試み—。南九州大学研報 41 : 15-21, 2011
- Jenkins DJ, Wolever TM Taylor RH et al. : Glycemic index of food. A physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 34 (3) : 362-6, 1981
- 中山行穂：食物繊維の構造と機能 (2) 物理・科学的性質と食物繊維含有量。生活衛生 35 (2) : 88-93, 1991
- 高橋陽子：繊維質と食物繊維。日本食品科学工学会誌 58 (4) : 186, 2011
- 厚生労働省：日本人の食事摂取基準 (2015年版)
- 厚生労働省：平成27年国民健康・栄養調査
- 厚生労働省：生活習慣病予防のための健康情報サイト「e-ヘルスネット」
- 今井佐恵子, 松梶山静夫：食品の摂取順序を重視した糖尿病栄養指導の血糖コントロール改善効果。糖尿病 55 (1) : 1-5, 2012
- 今井佐恵子, 松田美久子, 藤本さおり, 宮谷秀一, 長谷川剛二, 福井道明, 森上眞弓, 小笹寧子, 梶山静夫：糖尿病患者における食品の摂取順序による食後血糖上昇抑制効果。糖尿病 53 (2) : 112-115, 2010
- 杉山みち子：グリセミックインデックスとは。栄養緑書—これでいいのか日本の栄養問題、細谷憲政 (監), 日本医療企画, 東京, 2004, 71-85
- 淵上倫子：野菜の加熱とペクチン質。日本調理科学会誌 40 (1) : 1-9, 2007
- 加賀田江里, 小宮山展子, 林真愉美, 淵上倫子, 松浦康：切り干しダイコンの煮えにくさとペクチンの状態。日本家政学会誌 59 (8) : 575-582, 2008
- 綿田裕孝：糖尿病と動脈硬化：第10回臨床血圧脈波研究会 16, 8-11, 2010
- Elliott RM, Morgan LM, Tredger JA, et al. : Glucagon-like peptide-1 (7-36) amide and glucose-dependent insulinotropic polypeptide secretion in response to nutrient ingestion in man. acute post-prandial and 24-h secretion patterns. *J Endocrinol* 138 : 159-166, 1993
- Deacon CF. What do we know about the secretion and degradation of incretin hormones? *Regul Pep* 128 : 117-124, 2005
- 末田香里, 伊藤萌子, 島崎榛名, 鈴木千秋, 平田麗菜, 八合加奈, 酒井映子：卵の食後血糖上昇抑制効果—卵の形体及び食べる順序の検討—。愛知学院大学論叢 心身科学部紀要 11, 27-33, 2015
- 末田香里, 酒井映子, 宇野智子, 佐藤祐造：牛乳の食後血糖上昇抑制効果：米飯と牛乳の飲む順序の検討。日本病態栄養学会誌 19 (3) : 369-376, 2016
- Saeko Imai, Michiaki Fukui and Shizuko Kajiyama: Effect of eating vegetables before carbohydrates on glucose excursions in patients with type 2 diabetes. *J Clin Biochem Nutr* 54 (1), 7-11, 2014

(平成28年12月27日受理)

Effect of Pre, Co and Post Load of Dried Stripped Radish with a Rice on Postprandial Glycemia in Healthy Women Students

Kaori SUEDA, Ai ASANO, Yuko MACHIDA, Miyuki KATOH, Natsumi KADOWAKI,
Shouko SATOH, Risa HASEGAWA and Eiko SAKAI

Abstract

Postprandial hyperglycemia is associated with increased risk for macrovascular disease. The object was how to eat Dried Strips of Raddish (DSR) , which are rich in dietary fiber, to suppress the postprandial blood glucose. The present study aimed to compare the effect of DSR, when consumed before / co / after a rice, on postprandial blood glucose in healthy students.

Subjects: A total of 10 females, non-diseased subjects, aged 21–22 y and BMI 20.5 ± 1.4 (mean \pm SD) kg/m^2 were included.

Methods: Ten subjects were served the total 50g carbohydrate of the white rice alone, or together with 15g dried strips of radish (DSR) . In experiment 1 (control meal) , white rice (carbohydrate 50g) was provided. In experiment 2 (test meals) , three 15g DSR with white rice (total carbohydrate 50g) were provided. Three studies were conducted, 1) 15min before 2) together with, and 3) 15min after a white rice consumption, three 15g DSR were provided to the subjects. This was a randomized, cross over design study where subjects consumed test meals on separate occasion, followed by the measuring blood glucose (fasting (0) , 15, 30, 60, 45, 60, 90 and 120 min) . The area under the curves for glucose (GAUC) were calculated. Comparisons of blood glucose, GAUC among meals were analyzed based on paired t-test.

Results: 1) Compared with the rice only (control) , the blood glucose of DSR before 15min was significantly high at 0min, 15min (both $P < 0.05$) and then it was low at 45min, 60min (both $p < 0.01$) . Compared with control, the blood glucose of DSR together with was significantly low 45 min, 60min (both $p < 0.01$) . 2) 15g DSR before 15min / together with had significantly lowered the GAUC values, compared to control ($p < 0.001$, $P < 0.05$, respectively) . 3) There are no GAUC differences between DSR after and control.

Conclusions: The loading of DSR, 15min before and together with a rice, lowers postprandial blood glucose concentrations, probably by slowing gastric emptying and intestinal absorption of the function of dietary fiber.

Key words: postprandial blood glucose; rice; dried stripped raddish; preload; dietary fiber