

# 食品の摂取順序による血糖値上昇の抑制効果

## —健康者における、ほうれん草、鶏卵、鶏肉での検討—

Inhibitory effect of the ingestion order of food on elevated blood glucose levels:

Studies on spinach, egg, and chicken in healthy persons

高柳尚貴\*, 加藤 忠\*, 長幡友実\*, 西堀すき江\*

Naoki TAKAYANAGI, Tadashi KATO, Tomomi NAGAHATA, Sukie NISHIBORI

キーワード：血糖値、摂取順序、上昇曲線下面積

Key words : Blood glucose level, Ingestion order, Incremental area under the curve

### 要約

糖尿病は食生活との関連が深く、食事をバランスよく摂ることが血糖値をコントロールするためには必要といわれているが、料理を食べる順序が食後の血糖値動態に及ぼす影響に関する詳細な研究はあまり報告されていない。本研究では、食後急激な血糖値上昇抑制を目的とし、主食、主菜、副菜の食べる順序が血糖値上昇に与える影響を検討した。さらに、どのような順で食べると最も血糖値上昇抑制効果が期待できるかを上昇曲線下面積 (IAUC) によって比較した。実験食は、主食として米飯 (R)、主菜は、卵 (E)、鶏もも肉 (C)、副菜は、ほうれん草 (S) を用いた。被験者は、様々な組み合わせ順序で摂取した。血糖値は、自己採血により空腹時、食後 15 分後、30 分後、60 分後、120 分後に FreeStyle Freedom Lite を用いて測定し、IAUC を求めた。その結果、SER の IAUC は、R 摂取した場合と比較して最も有意に低値であった ( $p < 0.05$ )。以上のことから、主食、主菜、副菜の食べる順序によって血糖値上昇抑制効果が期待でき、今後の栄養指導において、食べる食品や摂取量だけでなく順序を考慮することで、血糖コントロールを行うことができる可能性が示唆された。しかし、本研究の被験者の血糖値動態に個人差があり、さらなる検討が必要である。

### Abstract

Diabetes incidence is closely related to lifestyle in terms of diet. Blood glucose levels must be controlled with a balanced diet. However, few studies have reported the association

---

\* 東海学園大学健康栄養学部管理栄養学科

between the ingestion order of food and changes in blood glucose levels. Therefore, this study examined the effect of the ingestion order of food on elevated blood glucose levels and subsequent incremental area under the curve (IAUC) changes. Subjects ingested experimental meals containing rice (R), eggs (E), chicken (C), and spinach (S) in various orders. Blood glucose levels were measured using the FreeStyle Freedom Lite on fasting and at 15, 30, 60, and 120 min after meals, and IAUC was calculated. IAUC for the ingestion order S, E, and R was significantly lower than that for R only ( $p < 0.05$ ). Findings show that, the ingestion order of food has an inhibitory effect on elevated blood glucose levels. Nutritional education regarding food ingestion order of food may diabetics with aid controlling blood glucose levels. However, further examination, taking into account the individual differences in blood glucose level changes, is required.

## 1. 緒言

現在、生活習慣病のひとつである糖尿病患者数が多くなってきている。平成28年国民健康・栄養調査結果によると「糖尿病が強く疑われる者（糖尿病予備軍）」は約1,000万人と推計され、成人男性の16.3%、成人女性の9.3%であり、平成9年の調査以降、男女ともに増加傾向にある。また、「糖尿病の可能性を否定できない者」は平成19年以降は減少しているも、糖尿病予備軍が約1,000万人と推計されていることから早急な対策が必要となる（厚生労働省2016）。

食後の血糖値スパイクは心血管疾患の予測因子であり、網膜症発症の危険因子の上昇と関連することが明らかにされていることから（DCCT Research Group 1995; Tominaga et al. 1999）、食後高血糖の是正が重要である（Ceriello 2005; 細谷 2011）。糖尿病における食後血糖値の管理に関するガイドライン2011によると、食後高血糖の目標値は食後の時間にかかわらず、160mg/dL未満といわれているため、健常者でも食後高血糖と判断される可能性がある（国際糖尿病連合2011）。

食事療法のひとつとして、「GI値（グリセミックインデックス）」という血糖管理の指標がある（Chung et al. 2011; Jenkins et al. 1981）。GI値は糖質を含む食品摂取後の血糖値の変化を測定し、血糖上昇の度合いを基準食に対する比率として相対的に示したものである。GIが高い食品は摂取後に血糖値が上昇しやすく、GI値が低い食品は摂取後の血糖値が上昇しにくい食品であるとされている。また、食事中の脂質はグルコースの吸収を遅延させ、食物繊維はグルコースの吸収を抑制することからGI値を低下させる（Björck et al. 2003; 藍谷他 2003）。さらに、インスリン分泌刺激は、蛋白質やアミノ酸を糖質と同時に摂取した場合に高まるため、蛋白質やアミノ酸含有量の多い食品のGI値は低い。つまり、GI値は食品中に含まれる糖質以外の栄養素含有量により規定されている（Monro 2002; Monro 2003; 亀山他 2003）。

近年、食事の最初に食物繊維を多く含む野菜を食べることの健康への効果がメディアで取り上げられている。また、野菜を最初に食べることを推進している自治体もある。食品や料理の食べる順序による血糖値上昇抑制の報告（今井他 2010a；今井他 2010b；今井他 2012）は、いくつかあるが、糖尿病患者を対象としたものが多い。一方で、川崎らは健常な女性を対象とし、日常的な和食メニューでの野菜先食べの血糖値上昇抑制効果を示している（川崎他 2016）。また、平成 27 年国民健康・栄養調査結果から、現在、主食・主菜・副菜の揃っていない食事をする日本人が多く、中でも食物繊維の摂取が期待できる副菜が揃っていない割合が高い（厚生労働省 2017）ことが報告されている。

そこで、本研究では、主食、主菜、副菜が揃った食事を摂取し、副菜の血糖値抑制効果を検討すると同時に、副菜の食べる順番を変えた際の効果についても検討を行なうこととした。

## 2. 方法

### (1) 対象及び試験試料

被験者は糖尿病の遺伝的素因のない 21 歳の健康な女子学生 7 名とした。試験食材は、先行研究を参考に、主食として米飯 200g（中島 2012）、主菜として卵 50g（久野他 1997）とした。さらに本研究では、先行研究による報告はないが、比較的購入しやすい鶏もも肉（皮付き）70g、副菜としてほうれん草 80g も用いた。試験食材のエネルギー量及び栄養素量は表 1 に示した。卵は割卵し、かき混ぜ、塩で味付けしたものを焼いて使用した。鶏もも肉は、焼いて塩で味付けしたものを使用した。ほうれん草は、茹でてしょうゆ（3g）で味付けしたものを使用した。なお本研究では、米飯（R）、卵（E）、ほうれん草（S）、鶏もも肉（C）として摂取した順序をアルファベットの順で表した。被験者は、米飯のみ（R）、米飯→卵（RE）、卵→米飯（ER）、米飯→鶏もも肉（RC）、鶏もも肉→米飯（CR）、米飯→ほうれん草（RS）、ほうれん草→米飯（SR）、米飯→卵→ほうれん草（RES）、ほうれん草→卵→米飯（SER）、米飯→鶏もも肉→ほうれん草（RCS）、ほうれん草→鶏もも肉→米飯（SCR）の 11 種類の試験食のいずれかを摂食し、間隔を 3 日設け順次 11 試行を行った。なお、本研究は、東海学園大学の研究倫理委員会の承認（承認番号：26-6）を得て行った。

表 1. 試験食材のエネルギー量及び栄養素量

|    | エネルギー<br>(kcal) | 炭水化物<br>(g) | たんぱく質<br>(g) | 脂質<br>(g) | 食物繊維<br>(g) |
|----|-----------------|-------------|--------------|-----------|-------------|
| 主食 | めし(200g)        | 336         | 74.2         | 5.0       | 0.6         |
| 主菜 | 卵(50g)          | 76          | 0.2          | 6.2       | 5.2         |
|    | 鶏もも肉(70g)       | 140         | 0.0          | 11.3      | 9.8         |
| 副菜 | ほうれん草(80g)      | 16          | 2.5          | 1.8       | 0.3         |
|    | しょうゆ(3g)        | 2           | 0.3          | 0.2       | 0.0         |

\*七訂食品成分表 2016 本表編参照

## (2) 実験方法

### 1) 血糖値測定

血糖値は、FreeStyle Freedom Lite (ニプロ株式会社) を用いて測定した。測定前日 20 時以降、水分補給以外は絶食とし、測定当日は 8 時以降水分の飲用も禁止した。採血は、ランセットを用いた自己採血とし、測定当日の午前 9 時 30 分に空腹時血糖値を測定した。その後、指定された摂取群の試験食を 15 分以内に完全に摂取し、摂取開始 15 分後、30 分後、60 分後、120 分後にそれぞれの血糖値を測定した。

### 2) 上昇曲線下面積 (Incremental Area Under the Curve : IAUC)

IAUC は血糖値 0mg/dL を基線とし、食前空腹時 (0 分) から摂取後 120 分までの血糖曲線との間の面積を Excel を用いた台形法により求めた。

## (3) 統計解析

血糖値は、空腹時血糖値を 85.0mg/dL に補正したデータを示した。有意差検定は、一元配置分散分析を行ない、その後、Tukey-Kramer を用いて多重比較検定を行った。IAUC は、Student's t-test を行った。結果は、平均値 ± 標準誤差で示し、すべて  $p < 0.05$  を有意とした。

## 3. 結果

表 1 に摂取した食品のエネルギー及び栄養素量を、七訂食品成分表 2016 本表編 (香川 2016) を用いて算出した結果を示した。また、全対象者の空腹時平均血糖値が、 $85.8 \pm 0.6$ mg/dL であったため、85.0mg/dL に補正した結果で示した。

### (1) 米飯、卵もしくは鶏もも肉、ほうれん草のうち 2 品の摂取順序の違いによる血糖値動態

図 1a に R、RE、ER の血糖値動態を示した。R、RE は、食後 30 分で最大値を示したが、ER は、食後 120 分で最大値を示した。ER の食後 30 分の血糖値  $129.2 \pm 6.6$ mg/dL は、R の  $159.1 \pm 5.6$ mg/dL と比較して、有意に低値を示した ( $p < 0.05$ )。しかし、食後 120 分の血糖値  $130.0 \pm 5.4$ mg/dL は、R の  $121.0 \pm 3.4$ mg/dL と比較して、有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。

図 1b に R、RC、CR の血糖値動態を示した。全群食後 30 分で最大値を示した。CR の食後 30 分の血糖値  $122.5 \pm 10.0$ mg/dL は、R の  $159.1 \pm 5.6$ mg/dL と比較して、有意に低値を示した ( $p < 0.05$ ) が、その後他群同様、食後 60 分で低下した。CR のみ食後 120 分で上昇を示したが有意差は認められなかった。

図 1c に、R、RS、SR の血糖値動態を示した。全群食後 30 分にピークを示した。SR の食後 30 分の血糖値  $123.8 \pm 10.6$ mg/dL は、R の  $159.1 \pm 5.6$ mg/dL と比較して、有意に低値を示し ( $p < 0.05$ )、食後 60 分においても SR の血糖値  $111.8 \pm 8.8$ mg/dL は、R の  $143.6 \pm 7.0$ mg/dL と

比較して、有意に低値を示した ( $p < 0.05$ )。しかし、食後 120 分で SR の血糖値は、他群より低値を示したが有意差は認められなかった。

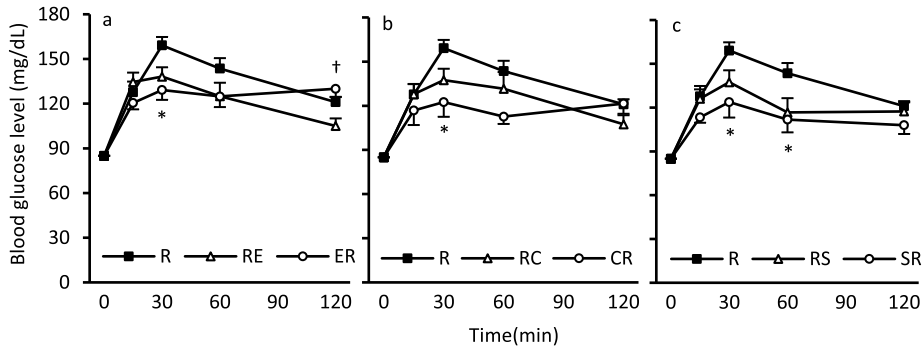


図 1. 米飯、卵もしくは鶏もも肉、ほうれん草のうち 2 品の摂取順序の違いによる血糖値動態

a R: 米飯のみ, RE: 米飯→卵, ER: 卵→米飯.

b R: 米飯のみ, RC: 米飯→鶏もも肉, CR: 鶏もも肉→米飯.

c R: 米飯のみ, RS: 米飯→ほうれん草, SR: ほうれん草→米飯.

平均値 ± 標準誤差 (n=7). \*:  $p < 0.05$  vs R, †:  $p < 0.05$  vs RE

(2) 米飯、卵、ほうれん草の 3 品の摂取順序の違いによる血糖値動態

図 2 に、R、RES、SER の血糖値動態を示した。食後 15 分では、RES の  $137.2 \pm 6.7\text{mg/dL}$  と比較して、SER の  $111.0 \pm 5.9\text{mg/dL}$  は、有意に低値を示した ( $p < 0.05$ )。食後 30 分では、R と比較して、SER の  $128.4 \pm 5.0\text{mg/dL}$  は、有意に低値を示し ( $p < 0.05$ )、食後 60 分でも、R と比較して、SER の  $117.4 \pm 5.3\text{mg/dL}$  は、有意に低値を示した ( $p < 0.05$ )。

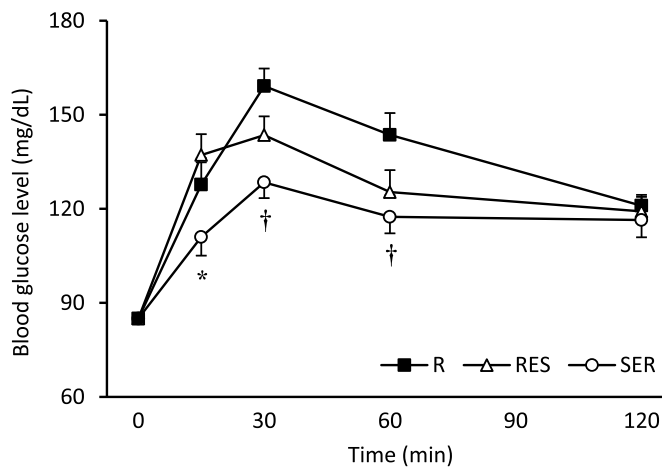


図 2. 米飯、卵、ほうれん草の 3 品の摂取順序の違いによる血糖値動態

R: 米飯のみ, RES: 米飯→卵→ほうれん草, SER: ほうれん草→卵→米飯.

平均値 ± 標準誤差 (n=7). \*:  $p < 0.05$  vs RES, †:  $p < 0.05$  vs R.

### (3) 米飯、鶏もも肉、ほうれん草の3品の摂取順序の違いによる血糖値動態

図3に、R、RCS、SCRの血糖値動態を示した。食後15分では、RCSの $138.3 \pm 6.3\text{mg/dL}$ と比較して、SCRの $105.7 \pm 6.7\text{mg/dL}$ は有意に低値を示した ( $p < 0.05$ )。その後、SCRは、30分、60分で、他群より低値を推移したが、120分後は高値を示した。

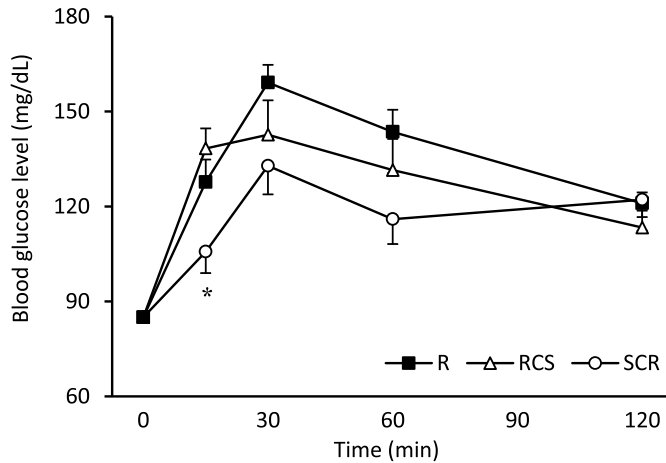


図3. 米飯、鶏もも肉、ほうれん草の3品の摂取順序の違いによる血糖値動態

R: 米飯のみ, RCS: 米飯→鶏もも肉→ほうれん草, SCR: ほうれん草→鶏もも肉→米飯  
 平均値±標準誤差 (n=7). \*:  $p < 0.05$  vs RCS.

### (4) 血糖曲線下面積値 (IAUC)

図4に、空腹時(0分)から摂取後120分まで血糖値を用いて算出したIAUCの結果を示した。

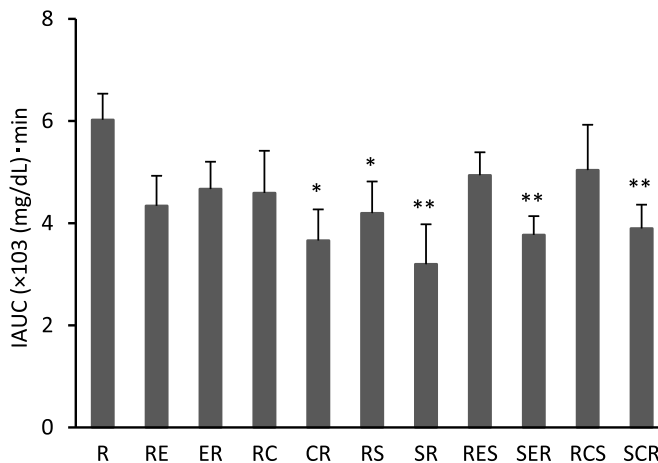


図4. 血糖曲線下面積値 (IAUC)

R: 米飯のみ, RE: 米飯→卵, ER: 卵→米飯, RC: 米飯→鶏もも肉, CR: 鶏もも肉→米飯, RS: 米飯→ほうれん草, SR: ほうれん草→米飯, RES: 米飯→卵→ほうれん草, SER: ほうれん草→卵→米飯, RCS: 米飯→鶏もも肉→ほうれん草, SCR: ほうれん草→鶏もも肉→米飯.  
 平均値±標準誤差 (n=7). \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$  vs R.

R の  $6024.6 \pm 510.7(\text{mg/dl}) \cdot \text{min}$  と比較して、CR の  $3661.3 \pm 607.9(\text{mg/dL}) \cdot \text{min}$  ( $p < 0.05$ )、RS の  $4196.8 \pm 619.0(\text{mg/dL}) \cdot \text{min}$  ( $p < 0.05$ )、SR の  $3196.3 \pm 781.9(\text{mg/dL}) \cdot \text{min}$  ( $p < 0.01$ )、SER の  $3769.3 \pm 368.5(\text{mg/dL}) \cdot \text{min}$  ( $p < 0.01$ )、SCR の  $3896.8 \pm 465.2(\text{mg/dL}) \cdot \text{min}$  ( $p < 0.01$ ) は、有意に低値であった。

#### 4. 考察

本研究は、食事の食べる順序の違いが食後の血糖値動態にどのように影響を与えるか検討するため、主食（米飯）、主菜（卵、鶏もも肉）、副菜（ほうれん草）を用いて摂食実験を行い、どのような順で食べると最も血糖値上昇抑制効果が期待できるかを検証した。試験食は、普段の食事をイメージするため、主食に主菜と副菜を組み合わせた。その結果、副菜→主菜→主食の順に摂取することで最も血糖値上昇抑制効果があることが認められた。

主食の米飯のみを摂取した場合の血糖値上昇の変化は、他の食品を組み合わせで食べた場合に比べ、血糖値の上昇が最も高く、IAUC が最も高値を示した。この結果は、米飯は糖質含有量が多く高 GI 値を示している先行研究と一致する (Ciok et al. 2006)。また、米飯のみの摂取は他群の食事内容より総エネルギー量及び栄養素量が少ないため、アミラーゼの作用を受けやすく、消化吸収が他群と比較して速いことが要因と考えられる。一方、主食→主菜→副菜の順に食べた場合、食後 15 分で主食のみより急激な上昇が見られた。これは、食物摂取による急激な咀嚼回数の増加が要因として考えられる。Yong らは、咀嚼回数の増加によって食後急性的に血糖値が上昇することを報告している (Yong et al. 2013)。これは、柳澤らが報告しているように唾液  $\alpha$ -アミラーゼの分泌が上昇し (柳沢他 1991)、糖質含有量の多い米飯から摂取したことで一時的に消化吸収が促進されたと推測する。その後、たんぱく質や脂質含有量の多い卵や鶏もも肉を摂取したことで胃内滞留時間が延長し、消化吸収速度が遅延したことで食後 30 分の血糖値上昇率を抑えることができたと考えられる。これは、主食→主菜の群においても同様のことが言える。

今回、副菜→主菜→主食の順に摂取することで最も血糖値上昇抑制効果が高く、副菜→主食の順に食べた場合も、他群に比べて血糖値上昇抑制効果が認められた。要因として、ほうれん草に含まれる食物繊維が考えられる。食物繊維は、血糖値上昇抑制効果が報告されている (Bornet et al. 2007; 今井他 2016; Jenkins et al. 2000)。水溶性食物繊維は体内においてもゼリー状の粘性を保つため、消化が遅くなり急激な血糖上昇を抑制できる。一方、不溶性食物繊維は粘性がなく、消化の遅延効果はないが、水や酵素がデンプンに入り込むのを遅らせる物理的障壁として働くため、結果的に消化が遅くなることが知られている (細谷 2011)。ほうれん草 (ゆで) には、食物繊維が 100g あたり 3.6g (水溶性 0.6g、不溶性 3.0g) 含まれているため、水溶性食物繊維と不溶性食物繊維の作用が期待できる。

副菜に続いて主菜を摂取したことで、主菜に含まれるたんぱく質や脂質の分解産物が、小腸に



流れ込むことにより各種の消化管ホルモンが分泌されて胃の活動を抑制し、胃内滞留時間を延長させたと考えられる。矢部らの報告によると、たんぱく質と脂質からなる食品を米飯より先んじて摂取することで、GLP-1分泌が促進され、胃内容物排出時間が延長することが確認されている(矢部他 2016)。また、卵に比べ、鶏もも肉を摂取した群で15分後の血糖値上昇抑制効果を認めたのは、摂取量や食品成分による消化吸収速度の違いによる(Meng et al. 2017)。鶏肉は、血糖値調節作用を有するアンセリン・カルノシンを含むことが知られており、今回の結果にも影響したと思われる(Nagai et al. 2003)。さらに、糖質含有量の多い米飯を最後に摂取したことで、これらの影響を受け、急性的な血糖値の上昇は抑制されたと推察する。しかし、主菜→主食群の食後120分において血糖値が上昇した結果を踏まえると、副菜→主菜→主食群は120分以降に糖質の消化吸収が促進し、血糖値が上昇する可能性は否定できない。

GI値は糖質を含む食品摂取後の血糖値の変化を測定し、血糖値上昇の度合いを基準食に対する比率として相対的に示したものであるが、本研究では基準食を設けておらず、米飯200gのIAUCを基準に比較した。この量は、おにぎり2個分に相当する。村上らは、食物繊維摂取量とGI値は負の相関があることを報告している(Murakami et al. 2007)。また、食物繊維摂取はBMIと負の相関があることも示している。本研究では、副菜→主食(SR)、副菜→主菜→主食(SER、SCR)の順で摂取した場合のIAUCが特に低値を示したことから、副菜に含まれる野菜や食物繊維の摂取するタイミングによって、高血糖による肥満や糖尿病、その他疾患のリスクを低減できる可能性が考えられる。しかし、食べる順序が血糖値の動態に影響することから、食品のGI値の大小だけでは血糖値上昇の有無を言い切ることは難しいと思われる。

本研究は、主食、主菜、副菜の摂取順序による血糖値上昇抑制効果について実験を行なったが、被験者の血糖値動態に個人差があり、データのばらつきが認められた。これは食生活や食べる速度、心理状態(中島他 2009; 中島他 2010; 中島他 2011)の影響が考えられる。また、本研究の被験者が7名という少人数の結果であり、今回の結果を一般化することは難しいかもしれない。しかし、今後の栄養指導において、摂取する料理の内容だけでなく、摂取する順序も考慮することで血糖コントロールを行うことができる可能性が示唆された。普段の食事において主食・主菜・副菜を揃え、副菜を摂取するタイミングを意識することにより、食後血糖値の上昇を抑制することが出来れば、未病の段階で糖尿病予備軍への進行を防ぐことができる。さらには、医療費の削減にも貢献するものと考えられる。

## 参考文献

- 藍谷教夫, 西村明, 濱田広一郎他, 2003. 月見草エキスのヒトにおける食後血糖値上昇抑制作用. 日本食品化学工学会誌 50(10):451-456.
- Björck I, Elmstahl HL., 2003. The glycaemic index: importance of dietary fibre and other food properties.



- Proc Nutr Soc 62(1):201-6.
- Bornet FR., Jardy-Gennetier AE., Jacquet N., et al. 2007. Glycaemic response to foods: impact on satiety and long-term weight regulation. *Appetite* 49:535-553.
- Ceriello A., 2005. Postprandial hyperglycemia and diabetes complications: is it time to treat?. *Diabetes* 54: 1-7
- Chung-Jung Chiu., Simin Liu., Walter C Willett., et al. 2011. Informing food choices and health outcomes by use of the dietary glycemic index. *Nutr Rev* 69(4): 231-24.
- Ciok J., Dolna A., 2006. The role of glycemic index concept in carbohydrate metabolism. *Przegl Lek* 63 (5): 287-91.
- DCCT Research Group., 1995. The relation ship of glycemic exposure (HbA1c) to the risk of development and progression of retinopathy in the Diabetes Control and Complication Trial. *Diabetes* 44: 968-983
- 久野一恵, 原口美和, 1997. 食品の組み合わせが健全な大学生の食後血糖値に及ぼす影響. *栄養学雑誌* 55 (1) : 23-29.
- 細谷憲政, 2011. 臨床栄養のための Glycemic Index 食後の血糖値上昇抑制への効果と活用. 第一出版株式会社. 1-148.
- 今井佐恵子, 松田美久子, 藤本さおり他, 2010. 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.a
- 今井佐恵子, 松田美久子, 東川千佳子他, 2010. 外来患者に対する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. *日本栄養士会雑誌* 53:1084-1091.b
- 今井佐恵子, 梶山静夫, 2012. 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 : 1-5.
- 今井佐恵子, 梶山静夫, 2016. 食事療法エビデンス: 食べる順番の血糖上昇抑制効果. *総合リハビリテーション* 44(5) : 389-394.
- Jenkins DJ., Wolever TM., Taylor RH., et al. 1981. Glycaemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 34:362-366.
- Jenkins DJ., Axelsen M., Kendall CW., et al. 2000. Dietary fibre, lente carbohydrates and the insulin-resistant diseases. *Br J Nutr* 83(1):S157-63.
- 香川芳子, 2016. 七訂食品成分表 2016 本表編. 女子栄養大学出版部, 東京.
- 亀山詞子, 丸山千寿子, 2013. 見直される糖尿病の食事療 2. GI とカーボカウント. *糖尿病* 56 : 906-909.
- 川崎美也子, 捧園子, 橋本通子他, 2016. 料理の食べる順番と血糖値の違いについての検討. *日本未病システム学会雑誌* 22(1) : 64-67.
- 国際糖尿病連合, 2011. 糖尿病における食後血糖値の管理に関するガイドライ, *International Diabetes Federation*.
- 厚生労働省, 2016. 平成 27 年国民健康・栄養調査結果の概要.
- 厚生労働省, 2017. 平成 28 年国民健康・栄養調査結果の概要.
- Meng H., Matthan NR., Ausman LM., et al. 2017. Effect of macronutrients and fiber on postprandial glycemic responses and meal glycemic index and glycemic load value determinations. *Am J Clin*

- Nutr 105(4):842-853.
- Monro JA., 2002. Glycaemic glucose equivalent: combining carbohydrate content, quantity and glycaemic index of foods for precision in glycaemia management. *Asia Pacific J Clin Nutr* 11(3):217-225.
- Monro JA., 2003. Redefining the Glycemic Index for Dietary Management of Postprandial. *Glycemia J Nutr* 133(12):4256-8.
- Murakami K., Sasaki S., Okubo H., et al. 2007. Dietary fiber intake, dietary glycemic index and load, and body mass index: a cross-sectional study of 3931 Japanese women aged 18-20 years. *Eur J Clin Nutr* 61(8):986-95.
- Nagai K., Nijima A., Yamano T., et al. 2003. Possible Role of L-Carnosine in the Regulation of Blood Glucose through Controlling Autonomic Nerves. *Exp Biol Med* 228(10):1138-1145.
- 中島英洋, 笠間基寛, 中井麻美他, 2009. 慢性期糖尿病合併症の予防・軽減のための研究 -運動強度の食後時間変動に対する影響-. 大阪青山大学紀要2:9-17.
- 中島英洋, 吉江弘樹, 中沢翔太他, 2010. 慢性期糖尿病合併症の予防・軽減のための研究(2)-運動負荷タイミングの食後血糖変動に対する影響-. 大阪青山大学紀要3:21-6.
- 中島英洋, 吉江弘樹, 中沢翔太他, 2011. 行動負荷の翌朝食後血糖変動への影響. 大阪青山大学紀要4:63-70.
- 中島英洋, 2012. 米飯負荷による血糖変動曲線の日内変動の検討. 大阪青山大学紀要5:7-15.
- Tominaga M., Eguchi H., Manaka H., et al. 1999. Impaired glucose tolerance is a risk factor for cardiovascular disease, but not impaired fasting glucose. The Funagata Diabetes Study. *Diabetes Care* 22:920-924.
- 柳沢幸江, 若林孝雄, 1991. 飯の物理的性状がでんぷんの消化・吸収速度に及ぼす影響第1報 咀嚼によるでんぷん消化の要因分析. *日本咀嚼学会雑誌* 1(1):45-52.
- 矢部大介, 桑田仁司, 清野裕, 2016. 4. 食後血糖と栄養摂取の順番. *糖尿病* 59(1):30-32.
- Yong Zhu., Walter H. Hsu., James H. Hollis., 2013. Increasing the number of masticatory cycles is associated with reduced appetite and altered postprandial plasma concentrations of gut hormones, insulin and glucose. *British Journal of Nutrition* 110:384-390.