

# 牛乳・乳製品を活用したグリセミック・インデックス (GI) 教育法に関する研究

神奈川県立保健福祉大学栄養学科 杉山 みち子  
東京大学大学院医学系研究科 天野 由紀

## 要 約

日本人の主食である米飯を中心とし、牛乳・乳製品を活用した低グリセミック・インデックス (GI) 食を栄養教育に取り入れるため、地域栄養教室参加者を対象として、食事のGIと栄養評価指標との関連を検討した。食事のGIと摂取食品との関連では、食事のGIは、米と正の相関、牛乳・乳製品とは負の相関が見られた。食事のGIと糖代謝指標との関連では、FPG、IRIと有意な正の相関がみられた。これらのことから、牛乳・乳製品を取り入れた低GI食は、疾患の予防や治療に有効であると考えられた。そこで、本結果および杉山らの先行研究によって得られた知見を基に、牛乳・乳製品を活用したGI教育方法を検討し、教材「ご飯食を基本にした低GI食のすすめ—食後の血糖上昇を抑えよう—」を開発した。教材を用いたGI教育により、牛乳・乳製品の総摂取量は有意に増加した。また、総糖質摂取量に占める低GI食品による糖質摂取割合は有意に増加し、対象者の食事のGIは有意に低下した。

日本人を対象とした食事とGIの関連および、杉山らの先行研究の知見に基づいて検討したGI教育手法によって、対象者の食事のGIが低下した。したがって、次年度の継続研究におけるランダム化比較試験による低GI食の有効性の評価に向けて、GI教育手法を確立することができた。

Key Words：グリセミック・インデックス、糖尿病、血糖値、教育手法、教材

## 背 景

これまで、糖尿病患者や肥満者などに対する栄養教育は、エネルギーや栄養素摂取の「量」に主に着目した形で実践されてきた。食後の血糖値に関しても、従来は食物に含まれる糖質の量に比例して上昇すると考えられてきた。しかし、糖質の量が同じでも、食品によって、あるいは食品の加工・調理形態や精製度などによって血糖の上昇度合いが異なることが提唱されて以来<sup>(1)</sup>、食品の食後血糖上昇能を示すグリセミック・インデックス (以下GI)、あるいはglycemic loadと、糖代謝や脂質代謝との関連を観察した研究が盛んに行われてきた。栄養教育において食事のGIを教育することは、糖質に対する生体反応の指標、すなわち糖質の質的評価指標を活用した食習慣の改善という点で重要と考えられる。欧米においては、近年ランダム化比較試験の結果などから、血糖コントロールにおける低GI食の有効性が示されている<sup>(2)</sup>。また、国際GI表<sup>(3)</sup>が作成されるなど、生活習慣病予防のための栄養教育への活用が推進

されてきている。このような国際的な動向を背景にして、食習慣や食文化が欧米とは異なるわが国において低GI教育を活用するため、杉山らは米飯を基準とした低GI食についての基礎的研究を行い、米飯を基準食とすることの信頼性・妥当性の検証、米飯食のGI表を作成してきた<sup>(4-8)</sup>。一連の研究の中では、牛乳・乳製品を米飯と組み合わせて摂取することにより、米飯のGIが単独で摂取した場合と比較して低くなることを明らかにした。個人差の大きい糖尿病患者に対する栄養指導をより有効なものにするためには、日本人に適用できるGI教育法を開発することが必要である。しかしながら、日本人を対象としたGIの研究は少なく、食事のGIを評価し、食品や栄養素等摂取状況とどのように関連するか検討した研究は見られない。杉山らが行ってきた基礎的研究を栄養教育で応用するためには、食品の摂取状況、特に牛乳・乳製品の摂取が、食事のGIとどのように関連するか検討する必要がある。さらに、食事のGIが、食後血糖のみならず、他の糖代謝指標に対しても関連が観察されれば、食事のGIを栄養教育に活用することの有効性が示される。そこで、日本人の主食である米飯の食べ方を中心としたGI教育を行うために、

1. 地域栄養教室参加者において、天野らの先行研究における食事のGI計算手法を用いて食事のGIを計算し、栄養評価指標との関連を検討すること、
2. 杉山らの基礎研究結果および、食事のGIと食品の摂取状況との関連などから、教材開発を含めた牛乳・乳製品を活用したGI教育手法を検討することを、本研究の目的とした。教育法の検討では、教材の作成および教材・教育方法の形成評価を行い、有用性の高い教材を開発する（本年度）。さらに、この開発した教材を用いたGI教育の有効性を検討するため、3ヶ月間の介入教育を行い、教育実施から3ヶ月後の血液データをベースライン時およびGIを教育しなかった群（対照群）の値と比較する（次年度）。

## 方 法

### 方法1—地域栄養教室参加者における食事のGIと栄養評価指標との関連

#### 1-1 対象者およびデータの収集

対象者は都内某区健康センターにおける減量プログラム参加者38名とした。食事調査には3日間（平日2日、休日1日）の食事記録法を用いた。身体計測および血液採取、医師による問診は、食事記録の回収と同日にセンターにおいて実施した。生活習慣および既往歴・現疾患などは、問診表および医師による問診によって把握した。血液採取は朝食を抜いた空腹時であることを条件に行い、血糖（以下FPG）、インスリン（以下IRI）を測定した。

#### 1-2 食事のGIの算出および栄養評価指標との関連の検討

食事のGIは、天野らの手法によって算出した<sup>(9)</sup>。すなわち、五訂日本食品標準成分表<sup>(10)</sup>に対応して作成されたGI一覧表を元に、断面研究等で広く用いられてきた以下の計算式を用いて算出した<sup>(11)</sup>。

食事のGI =  $\sum$ （食品のGI × 摂取量あたりの食品の糖質量） / 1日の総糖質摂取量

食品、栄養素等摂取量および食事のGIは、1日ごとに算出した値の3日間の平均値を用いた。栄養評

価指標との関連は、食事評価指標（食品、栄養素等摂取量）と、糖代謝指標（FPG、IRI）について検討した。食事のGIと食事評価指標（食品・栄養素等摂取量）との関連の検討には、スピアマンの順位相関を用いた。さらにFPG、IRIについては、BMIで調整した偏相関を用いて食事のGIとの関連を検討した。

## 方法2—GI教育方法の検討と教材の開発

### 2-1 食事のGIと牛乳・乳製品摂取量との関連の検討

GI教育における評価基準を設定するため、具体的な数値を伴う低GI食の定義を検討した。

方法1の対象者38名をGIの3分位によって分類し、3群間における食事評価指標を比較した。GIの3群間における食事のGIの平均値は、I群（以下低GI群）が68、II群が77、III群（以下高GI群）が84であった。これらの群間における、牛乳乳製品の摂取量、低GI食品からの糖質摂取割合などを比較した。群間比較にはKruskal-Wallis検定、対比較にはBonferroni法を用いた。さらに、先行研究における低GI食の教育方法も参照し、本研究における教育のための低GI食の定義を検討した。

### 2-2 教材の開発と形成評価

作成したGI一覧表および、「ごはん食とGlycemic Indexに関する研究」から得られた知見を基に、共同研究者による教材開発班を設置し、教材の内容、教育方法について検討した。教材の項目には、血糖上昇と食事の関連、GIの概念、米飯を基本とした低GI食の実践の仕方、調理例、外食・調理済み食品の選択

表1 教材の項目と達成目標

項目	目標
1 食事と血糖上昇の関連	食後の血糖上昇には炭水化物の量と質が関係することがわかる 炭水化物を多く含む食品を選択肢の中から選べる
2 GIの概念	GIは血糖上昇反応に基づいた炭水化物の質の指標であることがわかる
3 1日に必要な炭水化物の量	最低限摂るべき炭水化物量(ご飯の量)がわかる。
4 主食におけるGIの特徴と栄養バランス	米飯は比較的栄養バランスが取りやすく、麺類は栄養バランスに注意が必要であることがわかる。
5 主食の食べ方	高GI食品は低GIになる食品(牛乳・乳製品など)と組み合わせること、麺類は栄養バランス、全体量に注意が必要になることがわかる
6 おかず、デザート選び方	GIと全体的なバランスを考慮して食品を選択できる。
7 食品単品のGI	食品分類(主食、菓子類など)ごとに、大まかなGIの高低がわかる
8 メニューの組み立て方、外食料理の選び方	低GIになる組み合わせを料理群から選ぶことが出来る 脂質量などを考慮することが出来る
9 目標設定	高GIの食事を低GIにアレンジする方法が具体的に言える
10 低GI食チェック表	自分の食事の内容を把握し、低GI食になっているか確認できる

方法と組み合わせ方、個人の食事改善目標設定・計画立案用紙、低GI食チェック表などを含めた(表1)。

教材を完成させるための評価は、糖尿病教育用教材を開発した先行研究を基に次の手順で行った<sup>(12-13)</sup>。作成した教材の原案は、健康増進、栄養教育などを専門とする研究者、医師など4名、病院、保健センターの栄養指導に従事している管理栄養士1名が評価し、一次修正を行った。次に、実施上の問題を明らかにし、修正するために、栄養教育、応用栄養、看護などの専門職3名、医療・保健の糖尿病指導現場において糖尿病の予防、治療に携わってきた管理栄養士12名、合計15名による教材の形成評価を行った。この場合、内容に関する項目には、わかりやすいか(対象者にとってわかりにくい表現、あるいは誤解を生むような表現がないか)、情報内容および情報量が適切か(誤った情報、不要な情報、足りない情報はないか)、図表は内容の理解に役立つか、などについて設定した。また、見た目については、文字、イラストの量は適切か、イラストが適切な場所に配置されているか、フォント(種類・サイズ)、色使いは適当かなどの項目を設定した。各設定項目に対し、5段階(1. 十分適切だ、2. 適切だ、3. 許容できる、4. 多少改善が必要、5. かなり改善が必要)で回答する定量的な評価と、評価得点の根拠となった教材の欠点および具体的な修正方法を記載する自由解答欄を設けた。評価内容によって教材を項目ごとに再検討し、修正した。

### 2-3 GI教育の影響評価

教材を用いたGI教育によって対象者が低GI食を実践できるか評価するため、教材を用いた教育を実施し、影響評価を行った。ここでは、教育後の知識の獲得、教育から1ヵ月後の食事内容の変化、牛乳・乳製品摂取量への影響評価を行った。さらに、指導時間ならびに指導時における相互コミュニケーションの状況を録音して実施上の問題分析を行った。

#### a. 対象者

公募による案内に対して参加意思を表明したもののうち、食事療法を継続している糖尿病患者(自分に必要だった情報が明確なため、問題点が指摘しやすい)2名、耐糖能異常、肥満、高脂血症などの生活習慣病のリスクを持つもの3名、健康人1名の計6名(男性3名、女性3名)を対象とした。対象者の平均年齢は60.8±6.6歳、平均BMIは25.4±2.6であった。平均FPGは109.8±17.1mg/dL、平均HbA1cは6.3±1.3であった。薬剤を服用しているものは3名で、内訳は血糖降下剤2名、抗高脂血症薬1名であった。過去に栄養指導を受けた経験のある者は2名いたが、継続指導は受けていなかった。

#### b. 介入方法

対象者は、教育を受ける前に3日間の食事記録(平日2日、休日1日)をあらかじめ記入し、教育の当日に提出した。教育は1回2~3名の集団指導とし、項目ごとに教材を用いた説明と、自分の食事記録を見ながら問題点、解決方法を考えるグループワークを繰り返しながら進めた。教材の説明の後、低GIチェック表によって現在の食事を評価した。また、これに基づいて個人が自分で今後1ヶ月間の食事目標を立てた。1ヵ月後、対象者から3日間の食事記録と共に教育に対するアンケートを回収した。その際、実施に伴って生じた疑問点、問題点等を個人面接によって把握した。

### c. 評価方法

教材を用いて説明した前後の食事評価指標、牛乳・乳製品の摂取状況および知識テストの得点の変化によって、教育の有効性を評価した。

食事評価指標のうち、低GI食の実践状況の評価は、食事のGI（食べあわせを考慮して計算したもの）、総糖質摂取量に占める低GI食品（組み合わせによるものも含む）による糖質摂取割合、主食のGIを下げる食品（牛乳、ヨーグルト、チーズ、酢、納豆、きなこ）の摂取量および組み合わせ頻度（組み合わせた回数/高GIの主食を食べた回数）によって評価した。食事のGIは、方法1で用いた手法によって算出した。栄養素等摂取量については、エネルギー摂取量、3大栄養素のエネルギー割合、食物繊維摂取量の変化も評価した。食事評価指標は、1日ごとに算出した値の3日間の平均値を用いた。

知識テストの形式は全問選択肢による回答とし、次の5項目を設定した：①血糖値が上がりやすい栄養素、②炭水化物の多い食品、③食事と血糖上昇に関する正誤問題、④適切なご飯の量、⑤食べ合わせによってご飯が低GIになる食品。

先行研究および方法1の結果より、食事のGIはほぼ正規分布することがわかっているため、教育前後の比較には、対応のあるt検定を用いた。

なお、本研究におけるインフォームドコンセントならびに情報管理は、文部科学省/厚生労働省の疫学研究に関する倫理指針に基づいて行った。

## 結 果

### 結果1 地域栄養教室参加者における食事のGIと栄養評価指標との関連

#### 1-1 対象者の特性

対象者38名（女性32名、男性6名）の平均年齢は51.6±7.9歳、平均BMIは26.3±2.6で、糖代謝に影響する薬剤を服用しているものはいなかった。運動習慣者は42.1%で、アルコールを1日平均1合以上飲む習慣のあるものは0%、喫煙習慣のあるものは7.9%であった。栄養素等摂取量の平均は、エネルギー：1887±304kcal、たんぱく質のエネルギー%（以下E%）：15.3±2.0%、脂質E%：27.8±5.3%、炭水化物E%：53.8±7.4%であった。

#### 1-2 食事のGIの算出および栄養評価指標との関連の検討

食事のGIは、平均値が77±7で、中央値は77であった。また、食事のGIに占める個々の食品の割合は、主食（米類、パン類、麺類、朝食シリアル）だけで76%を占め、菓子類が9%、砂糖が5%、果実類が4%であった。

食事のGIと栄養評価指標の関連を表2に示した。食品・栄養素等摂取量のうち食事のGIと正の関連を示したのは、穀類（ $r=0.48$ ,  $p<0.01$ ）、米類による糖質摂取割合（ $r=0.81$ ,  $p<0.01$ ）、炭水化物E%

( $r=0.47$ ,  $p<0.01$ ) であった。負の相関を示したものは、牛乳・乳製品 ( $r=-0.44$ ,  $p<0.01$ )、脂質E% ( $r=-0.52$ ,  $p<0.01$ ) であった。BMIによって調整した糖代謝指標との関連は、食事のGIとFPG ( $r=0.38$ ,  $p<0.05$ )、IRI ( $r=0.40$ ,  $p<0.01$ ) の間に有意な正の関連が見られた。

表2 食事のGIと食事評価指標の相関係数

	相関係数 <sup>1</sup>
食品(g)	
牛乳・乳製品	-0.44 **
肉類	-0.33 *
果実類	-0.30
菓子類	-0.24
豆類	-0.14
その他の野菜	-0.12
緑黄色野菜	-0.05
砂糖類	-0.01
穀類	0.48 **
米類による糖質割合(%)	0.81 **
栄養素等摂取量	
エネルギー(kcal)	-0.25
タンパク質E%	-0.26
脂質E%	-0.52 **
炭水化物E%	0.47 **
食物繊維(g/100kcal)	-0.18
糖代謝指標 <sup>2</sup>	
空腹時血糖(mg/dl)	0.38 *
IRI( $\mu$ g/ml)	0.40 *

<sup>1</sup>スピアマンの順位相関

<sup>2</sup>BMIによって調整した偏相関

\*  $P<0.05$

\*\*  $P<0.01$

## 結果2 -GI教育方法の検討と教材の開発

### 2-1 食事のGIと牛乳・乳製品摂取量との関連の検討

総糖質摂取量に占める、低GI食品 ( $GI \leq 70$ ) による糖質摂取量の割合を低GI群 (食事のGIの平均=68) と高GI群 (食事のGIの平均=84) で比較したところ、低GI群は総糖質摂取量の45%を低GI食品から摂取しており、高GI群と比較して有意に高かった ( $P<0.001$ )。一方、Millerは、低GI食の血糖コントロールにおける有効性を評価したメタアナリシスの中で、低GI食の定義を「糖質の50%以上を低GI食品から摂取していること、あるいは1日2食以上を低GI食にアレンジしていること」と定めている<sup>(2)</sup>。この定義は、本研究の低GI群が摂取していた食事のGIの違いとほぼ一致する。したがって、本研究においては、「1日の糖質摂取量のうち、45%以上を低GI食品 ( $GI \leq 70$ ) から摂っていること」とした<sup>(14)</sup>。

また、低GI群と高GI群の食品摂取状況を比較したところ、低GI群は米類による糖質摂取割合が低く (25% vs 54%,  $P<0.001$ )、脂質E%が高かった (32% vs. 25%,  $p<0.001$ )。牛乳・乳製品の摂取量は、低GI群の平均値が高GI群より100g以上高かった (189g/日 vs 75g/日,  $P=0.06$ )。

つまり、米飯の摂取量の少ない低GI群は高脂肪食である傾向が見られたため、海外で主に行われてきた低GI食品を摂取することだけを推奨するGI教育の手法では、栄養バランスの点で問題が生じる恐れがある。日本のPFC比率は世界的に見て理想的なバランスであると言われているが、これは米飯を主食として達成されているともいわれている。このため、主食である米飯と食材の組み合わせ方も取り入れた低GI食を教育する必要があることが示された。

以上の結果より、米飯を牛乳・乳製品などの食後高血糖を抑制する食品と組み合わせた場合にも、低GI食品を摂取したと評価することとした。評価の対象となる食品（以下組み合わせ食品）は、牛乳、ヨーグルト、チーズ、酢、納豆、きなことした。基準量は、杉山らの先行研究において、米飯と組み合わせたGIが70以下となった組み合わせに用いられた分量とした。つまり、米飯150gに対し、乳製品は牛乳200g（パック1）、ヨーグルト100g（小～中1個）、チーズ20g（スライスチーズ1枚、6Pチーズ1個）とし、納豆は30g（小1パック、大パック1/2）、きなこ20g（大きじ3）とした。米飯と酢の物の組み合わせでは、平均132g（118～141g）の米飯に対し、酢の重量が8～15g（平均11g；小さじ2強）であったことから、ご飯茶碗1杯（150g）にたいし、10gの酢を食べ合わせていた場合に、米飯を低GI食品とみなした。基準量以上の組み合わせ食品と同時に摂取した米飯のGIは、一律に70とした。

## 2-2 教材の開発

教材開発過程においては、大部分の評価者から、GIを栄養指導に導入するには患者の混乱を招かないよう、表現方法などに様々な指摘を受け、5段階スケールの平均値は2～4であった。評価者から出た具体的意見に基づいて教材を修正し、GI教育に用いる教材「ご飯食を基本にした低GI食のすすめ—食後の血糖上昇を抑えよう—」を作成した<sup>(4)</sup>。

## 2-3 GI教育の牛乳・乳製品などの食品選択、摂取行動への影響評価

### a) 栄養素等摂取量

表3に教育前後の栄養素等摂取量の平均値を示した。教育前の栄養素等摂取量の平均値は、エネルギーが2019±207kcal、たんぱく質のエネルギー比（以下E%）が15.8±1.6%、脂質E%が25.1±3.0%、炭水化物E%が59.1±4.0であった。教育後の栄養素等摂取量の平均値は、エネルギーが2004±102kcal、たんぱく質E%が15.7±1.1%、脂質E%が23.4±2.7、炭水化物E%が60.9±3.3であった。飽和脂肪酸は教育前と比べ、教育後に有意に低下した（P<0.05）。

### b) 食事のGI

表3に、食事のGIと関連する食品の摂取状況等を示した。食事のGIを、前述の低GI食の定義に従い、基準量以上の組み合わせ食品（牛乳、ヨーグルト、チーズ、酢、納豆、きなこ）を高GI主食（米類、パン類）と食べ合わせた場合に、その主食のGIを70として算出すると、食事のGIの平均は、教育前が74.1±3.1、教育後が69.3±5.7と有意に減少した（P<0.05）。また、総糖質摂取量に対する低GI食品による糖質摂取量の占める割合は、34.7±8.1%から48.1±11.1%に有意に増加した（P<0.05）。高GIの主食

表3 教育前後の食事評価指標

	教育前		教育後	
	平均 ± SD	範囲	平均 ± SD	範囲
<b>栄養素等摂取量</b>				
エネルギー(kcal)	2019 ± 207	( 1715 ~ 2292 )	2004 ± 102	( 1875 ~ 2112 )
たんぱく質E%	15.8 ± 1.6	( 14.0 ~ 19.0 )	15.7 ± 1.1	( 14.0 ~ 17.0 )
脂質E%	25.1 ± 3.0	( 22.0 ~ 30.0 )	23.4 ± 2.7	( 18.0 ~ 26.0 )
飽和脂肪酸(g)	18.1 ± 3.4	( 13.7 ~ 22.8 )	14.3 ± 3.5	( 10.5 ~ 20.0 )*
一価不飽和脂肪酸(g)	18.8 ± 2.3	( 16.5 ~ 21.9 )	17.1 ± 2.4	( 13.6 ~ 20.9 )
多価不飽和脂肪酸(g)	11.5 ± 1.2	( 10.2 ~ 13.7 )	13.0 ± 2.3	( 10.8 ~ 16.0 )
炭水化物E%	59.1 ± 4.0	( 54.0 ~ 64.0 )	60.9 ± 3.3	( 59.0 ~ 67.0 )
食物繊維総量(g)	14.2 ± 3.6	( 11 ~ 21.0 )	15.8 ± 2.9	( 12.3 ~ 21.0 )
水溶性食物繊維(g)	3.2 ± 0.8	( 2.3 ~ 4.7 )	3.5 ± 0.9	( 2.7 ~ 5.0 )
不溶性食物繊維(g)	10.3 ± 3.1	( 7.7 ~ 16.0 )	11.7 ± 2.5	( 9.3 ~ 16.3 )
食塩(g)	10.9 ± 2.6	( 8.3 ~ 14.3 )	11.2 ± 2.9	( 7.7 ~ 14.3 )
<b>食事のGI<sup>1</sup></b>				
低GI食品 <sup>2</sup> による糖質摂取割合(%)	34.7 ± 8.1	( 21.8 ~ 45.5 )	48.1 ± 11.1	( 35.4 ~ 66.3 )*
組み合わせ食品との同時摂取割合(%) <sup>3</sup>	39.4 ± 16.3	( 10.0 ~ 57.1 )	54.9 ± 13.5	( 33.3 ~ 66.7 )
<b>低GIになる組み合わせ食品</b>				
酢(g)	4.1 ± 3.5	( 0.0 ~ 9.3 )	12.8 ± 8.5	( 0.0 ~ 24.3 )*
酢漬け食品(g)	5.1 ± 5.8	( 0.0 ~ 14.0 )	6.8 ± 13.3	( 0.0 ~ 33.3 )
乳製品合計(g)	103.1 ± 108.9	( 16.7 ~ 300.0 )	206.5 ± 88.4	( 83.3 ~ 313.3 )*
チーズ(g)	6.4 ± 7.5	( 0.0 ~ 16.7 )	1.1 ± 2.7	( 0.0 ~ 6.7 )
ヨーグルト(g)	56.7 ± 58.1	( 0.0 ~ 133.3 )	105.7 ± 55.4	( 33.3 ~ 197.3 )
牛乳(g)	40.0 ± 79.4	( 0.0 ~ 200.0 )	93.1 ± 92.3	( 0.0 ~ 205.0 )
乳製品の菓子(g)			6.7 ± 16.3	( 0.0 ~ 40.0 )
納豆(g)	15.0 ± 18.1	( 0.0 ~ 40.0 )	11.4 ± 19.4	( 0.0 ~ 50.0 )
きなこ(g)	5.6 ± 8.6	( 0.0 ~ 16.7 )	0.9 ± 1.4	( 0.0 ~ 3.3 )

\*対応のあるt検定(P&lt;0.05)

<sup>1</sup>基準量以上の低GIになる組み合わせ食品(酢、チーズ、ヨーグルト、牛乳、納豆、きなこ)を高GI主食(ご飯、パン類)と食べ合わせた場合に、その主食のGIを70として算出<sup>2</sup>GI ≤ 70<sup>3</sup>組み合わせ食品と同時に高GI主食を摂取した回数/高GI主食を摂取した回数

を摂取した回数に占める、組み合わせ食品と同時に摂取した回数の割合は教育前39.4±16.3%と比較して教育後54.9±13.5%に増加したものの、有意ではなかった。組み合わせ食品の摂取量は、牛乳・乳製品および酢が有意に増加した(P<0.05)。

### c) 知識の変化

教育前および教育後に同じ内容の知識テストを実施した結果、各問題の平均正解率は56.7%から95.8%に増加した。また、個人ごとの正解数は3.0±1.1から4.0±0.6に増加した。

## 考 察

### 考察1 地域栄養教室参加者における食事のGIと栄養評価指標との関連

本研究で作成したGI一覧表によって、総糖質摂取量の91%を計算することができ、先行研究<sup>(15,16)</sup>に

照らし合わせても十分な糖質量を計算できた。また、食事のGIに占める主食の割合が76%であったことから、食事のGIはほぼ主食で決定されることが明らかになった。特に、米類による糖質摂取割合がGIの最も大きな決定要因であった。各地の観察研究における食事のGI平均値（範囲）とGIの決定要因となった食品、関連する栄養素は、ヨーロッパの1型糖尿病患者<sup>(17)</sup>では食事のGIの平均が68（49～94）で、主食の種類（白パン、パスタ）、ポテトの摂取量が大きな決定要因であった。カナダの2型糖尿病患者<sup>(18)</sup>では、食事のGIの平均が72（55～82）で、砂糖、乳糖、果糖などが食事のGIと負の相関を示した。オランダの男性高齢者<sup>(19)</sup>ではGIの平均が68（66-71）で、パン、砂糖が正の相関を示し、果物、牛乳が負の相関を示した。本研究では、GIと摂取食品の関連については、先行研究の結果とほぼ一致した。しかし、本研究は対象者数が少なく、対象特性が異なる。そのため先行研究と値そのものの比較は直接は出来ないが、炭水化物E%が欧米よりも高く、米を主食としている日本では、諸外国（じゃがいもを主食とする地域を除く）よりもGIが高くなるものと思われた。

食事のGIと糖代謝指標との関連では、FPGおよびIRIの間に有意な関連が観察され、先行研究を裏付ける結果であった。したがって、食事のGIは食事評価指標として有用であると考えられた。しかし、米類よりもパンや麺類の摂取量が多い低GI食は高脂肪摂取と関連したことから、栄養教育において食事のGIを考慮する場合、他の栄養評価指標との関連を見ながら評価していくことが必要である。

## 考察2—GI教育方法の検討と教材の開発

開発した教材「ご飯食を基本にした低GI食のすすめ—食後の血糖上昇を抑えよう—」の対象者には、外来栄養指導における耐糖能異常者および初期2型糖尿病患者を想定した。しかし、今後、高脂血症や肥満など、他の疾患にも利用できるメリットを持たせるため、糖尿病の食事療法の前提（食事療法の意義、適正体重など）は含めず、炭水化物の質の概念であるGIを栄養教育に取り入れるための教材とした。したがって、個人の適正体重、適正エネルギー量については、本教材とは別に教育する必要がある。しかしながら、今回の対象者には、1回のGI教育において、適正エネルギーなどの量的な説明を兼ねて説明したため、教育後1ヶ月間の食事目標には量に関する項目が多く見られた。食後高血糖を是正するためには、体重管理も重要であるため、来年度からの教育においては、低GI食を説明する前に、目標体重などに関する講義が事前に必要と考えられた。

教育後の食事については、算出した食事のGIが教育前と比較して有意に低下した。総糖質摂取量に対する低GI食品による糖質摂取量の占める割合は、教育前 $34.7 \pm 8.1\%$ から教育後 $48.1 \pm 11.1\%$ に有意に増加した。これは、教育によって対象者の食事が低GI食の定義を満たす食事内容に変化したことを示している。ただし、組み合わせ食品を摂取していても、量の基準に達していなかったために、高GI主食を低GI食品と見做せない食事も多く観察された。これは、教育においてご飯と組み合わせ食品の重量のバランスに対する説明が不十分であったためと考えられる。

教育前後の組み合わせ食品の変化は、牛乳・乳製品および酢の摂取量が有意に増加した。特に牛乳・乳製品は、教育後に対象者全員が摂取量を増やしており、米飯との組み合わせだけではなく、間

食の菓子をヨーグルトなどの乳製品に代替した対象者もいた。乳製品および酢の物は、特に低GI食の継続に有用であると考えられた。

三大栄養素のバランスについては、結果1では、低GI食は高脂肪摂取と関連していた。それにもかかわらず、対象者の教育後の食事は、脂質E%が18~26%であった（教育前は22~30%）。したがって、開発した教材を用いたGI教育は、三大栄養素の適正な摂取比率を維持しながら低GI食を実践することを推進するものであり、日本人の新しい栄養教育法としての有効性が期待できる。

## 結 論

日本人において食事のGIに関する断面調査を実施し、その結果および先行研究から得られた知見を基にしてGI教育法を検討した。開発した教材「ご飯食を基本にした低GI食のすすめ—食後の血糖上昇を抑えよう—」を用いたGI教育により、対象者の食事は低GI食に変化した。したがって、GI教育法はほぼ完成したと言える。来年度は、継続研究として修正後の教育教材ならびに指導方法を、栄養状態の評価・判定、個別栄養指導計画の作成、モニタリング、評価の総合的なマネジメント・サイクルに取り込んで、個別カウンセリングとグループ・カウンセリングを組み合わせた3ヶ月間の教育プログラムを実施する。これによって低GI食の生化学的指標への影響を検討し、有効性を立証したい。

## 謝 辞

都内某区健康センターにおける減量プログラムにおける調査データの収集は東京大学大学院医学系研究科 川久保清先生(現 共立女子大学教授)、李廷秀により行われ、研究協力を頂きましたことに深謝致します。

## 文 献

1. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV (1981): Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 34, 362-6.
2. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials *Diabetes Care*. 26(8): 2261-7, 2003
3. Foster-Powell K, Holt SHA, Miller JCB (2002): International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 76, 5-56.
4. Sugiyama M., Tang AC, Wakaki Y, Koyama W: Glycemic index of single and mixed meal food among common Japanese foods with rice as a reference food. *Eur J Clin Nutr* 57, 743-752, 2003.

5. 杉山みち子、若木陽子、中本典子、小山和作他21名：ごはん食とGlycemic indexに関する研究、日本健康・栄養システム学会3 (1), 1-15, 2003.
6. 若木陽子、杉山みち子、中本典子、小山和作、安部真佐子、米飯と酢、大豆、牛乳・乳製品の組み合わせ食のグリセミック・インデックス、日本健康科学会雑誌17: 133-142, 2001.
7. 若木陽子、中本典子、塩山更正、小山和作、杉山みち子、栄養教育システムのグリセミック・インデックスの導入について、日本健康・栄養システム学会誌、1：166-177,2001.
8. 杉山みち子、安部真佐子、若木陽子、中本典子、小山和作、米飯のグリセミック・インデックス、日本健康科学会雑誌 16, 175-186, 2000.
9. Y Amano, K Kawakubo, JS Lee, AC Tang, M Sugiyama, K Mori, Correlation between dietary glycemic index and cardiovascular disease risk factors among Japanese women. *Eur J Clin Nutr* (in press).
10. Resources Council, Science and Technology Agency, Japan (2000): Standard Tables of Food Composition in JAPAN Fifth revised edition.
11. Wolever TM (1990): The Glycemic Index. *World Review of Nutrition & Dietetics* 62, 120-85.
12. Castaldini M, Saltmarch M, Luck S, Sucher K. The development and pilot testing of a multimedia CD-ROM for diabetes education. *Diabetes Educator*. 24(3):285-6, 291-2, 295-6, 1998
13. Wolf FM, Sherwood LS, Barr PA, Funnell MM. Evaluation of "Life with Diabetes" patient education booklets. *Diabetes Educator*. 12(1):51-4, 1986
14. 天野由紀、杉山みち子、ご飯食を基本にした低GI食のすすめ—食後の血糖上昇を抑えよう—、印刷中。
15. Jarvi AE, Karlstrom BE, Granfeldt YE, Bjorck IE, Asp NG, Vessby BO (1999): Improved glycemic control and lipid profile and normalized fibrinolytic activity on a low-glycemic index diet in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 22, 10-8.
16. Wolever TM, Nguyen PM, Chiasson JL, Hunt JA, Josse RG, Palmason C, Rodger NW, Ross SA, Ryan EA, Tan MH (1994): Determinants of diet glycemic index calculated retrospectively from diet records of 342 individuals with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 59, 1265-9.
17. Buyken AE, Toeller M, Heitkamp G, Karamanos B, Rottiers R, Muggeo M, Fuller JH (2001): Glycemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycated hemoglobin and serum lipids. *Am J Clin Nutr* 73, 574-81.
18. Wolever TM, Nguyen PM, Chiasson JL, Hunt JA, Josse RG, Palmason C, Rodger NW, Ross SA, Ryan EA, Tan MH (1994): Determinants of diet glycemic index calculated retrospectively from diet records of 342 individuals with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 59, 1265-9.
19. Van Dam RM, Visscher AW, Feskens EJ, Verhoef P, Kromhout D (2000): Dietary glycemic index in relation to metabolic risk factors and incidence of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Eur J Clin Nutr* 54, 726-31.