

牛乳・乳製品を活用したグリセミック・インデックスによる 糖尿病予防教育の検討

独立行政法人 国立健康・栄養研究所 臨床栄養管理研究室 研究代表者 杉 山 みち子
日本赤十字社熊本健康管理センター 共同研究者 若 木 陽 子
小 山 和 作
塩 山 更 生
中 本 典 子

1. 要 約

先行研究において、日本人が主食として摂取している米飯を基準にして、食品や食品の組み合わせのグリセミック・インデックス (glycemic index, GI) を求め、米飯と牛乳・乳製品の組み合わせが、米飯などの糖質食品のGI値を低下させることを検証した。

そこで、本研究は、牛乳・乳製品などを活用したGIによる糖尿病教育プログラムを開発し、その有効性を検証することを目的として実施した。ヘモグロビンA_{1c}が5.6%以上のドック健診受診者16名を対象とし、開発した牛乳・乳製品を活用したGIによる糖尿病予防のための栄養教育プログラム (3ヶ月間、GI教育群) の有効性を、従来のエネルギー食品交換表を用いた教育法を対照 (コントロール群) として、ランダム化比較・対照試験を用いて検証した。その結果、GI教育群でのヘモグロビンA_{1c}における変化率-3.1%に対して、コントロール群は平均+3.7%増大し、牛乳・乳製品を活用したGIによる糖尿病予防は有効であると考えられた。

2. はじめに

食品摂取に伴う血糖上昇は食品に含まれる糖質量に、ほぼ正比例するものと考えられてきた。しかし、糖質の量だけではなく、加工・調理法、さらには、栄養の質的評価 (nutrition quality) に影響を与える糖質の質によって異なることが明らかにされている (1-4)。

1980年代にJenkins (5)、が食品摂取に伴う血糖上昇について、各食品の血糖曲線下面積を観察し、糖化指数 (glycemic index, GI) を算出し、比較検討した。この場合、欧米人が日常摂取している白パンを基準にして、一般的に摂取している食品、食べ物の血糖曲線下面積を観察している。

先行研究において、日本人が主食として摂取している米飯を基準にして、Jenkinsらの方法に基づいて、一般的な食品の摂取時の血糖上昇に伴う血糖曲線下面積を比較しGIを求め、糖尿病患者の食事教育を効果的なものにする事を検討してきた (6-8)。その結果、米飯摂取の前後で牛乳やヨーグルトを摂取した場合、カレーライスやパンにチーズを使用した場合、あるいは清涼飲料水にラクトアイスを使用した

場合など、いずれも基準食に比べて低いGI値を示すことが明らかになった（表1）（6-8）。

そこで、本研究は牛乳・乳製品などを活用したGIによる糖尿病教育プログラムの開発と、その有効性の検証を目的として実施した。

表1 米飯と牛乳・乳製品のグリセミック・インデックス⁶⁻⁸⁾

	人数	GI 米飯 =100 ^{a)}	グルコース =100 ^{b)}	
米飯と牛乳・乳製品				
普通牛乳(200ml)	米飯摂取直前	10	67	55
	米飯と一緒に	7	69	57
	米飯摂取直後	9	68	56
普通牛乳(100ml)	米飯と一緒に	9	59	49
	米飯と一緒に	9	84	70
ヨーグルト	米飯摂取直前	10	72	59
	米飯摂取直後	10	71	58
低脂肪牛乳	米飯と一緒に	9	84	69
アイスクリーム	米飯と一緒に	9	64	52
カレーライス(チーズ入り) (カレーライス)	10	67	55	
	10	82	67	
その他				
白パンとチーズ(50g)	10	71	59	
(白パン)	10	92	77	
コンフレークと牛乳	6	68	57	
炭酸飲料水(120g)とラクトアイス(245ml)	10	44	37	
(炭酸飲料水(500ml))	10	50	42	
ラクトアイス(A)236g ¹⁾	9	45	30	
ラクトアイス(B)274g ²⁾	10	40	24	
(せんべい)	10	111	93	
(お汁粉)	9	58	48	

^{a)}米飯(糖質50g、包装米飯 佐藤食品工業株式会社)を基準食したGI

^{b)}グルコースを基準食として換算した場合(米飯を基準にしたグルコースのGI122を用いた)

¹⁾タンパク質3.1g、脂質13.6g /100g

²⁾タンパク質4.9g、脂質 4.5g /100g

3. 研究方法

1) 牛乳・乳製品を活用したGIによる糖尿病予防のための栄養教育プログラム開発

栄養教育プログラムの開発を目的としたワーキンググループを研究代表者ならびに共同研究者らによって設置した。自己血糖測定法を用いたGIの自己評価法、米飯と牛乳・乳製品に関するGI一覧表(表1)、さらに学習型教育理論を導入し、牛乳・乳製品を活用したGIによる糖尿病予防のための栄養教育プログラム試案を作成した。

次に、共同研究施設である熊本市K健康管理センターにおいて、糖尿病予防教育に携わる医師、栄養士、保健師などの専門職からなる検討グループを設置し、実用性の側面からプログラム試案の修正を行った(図1、表2)。

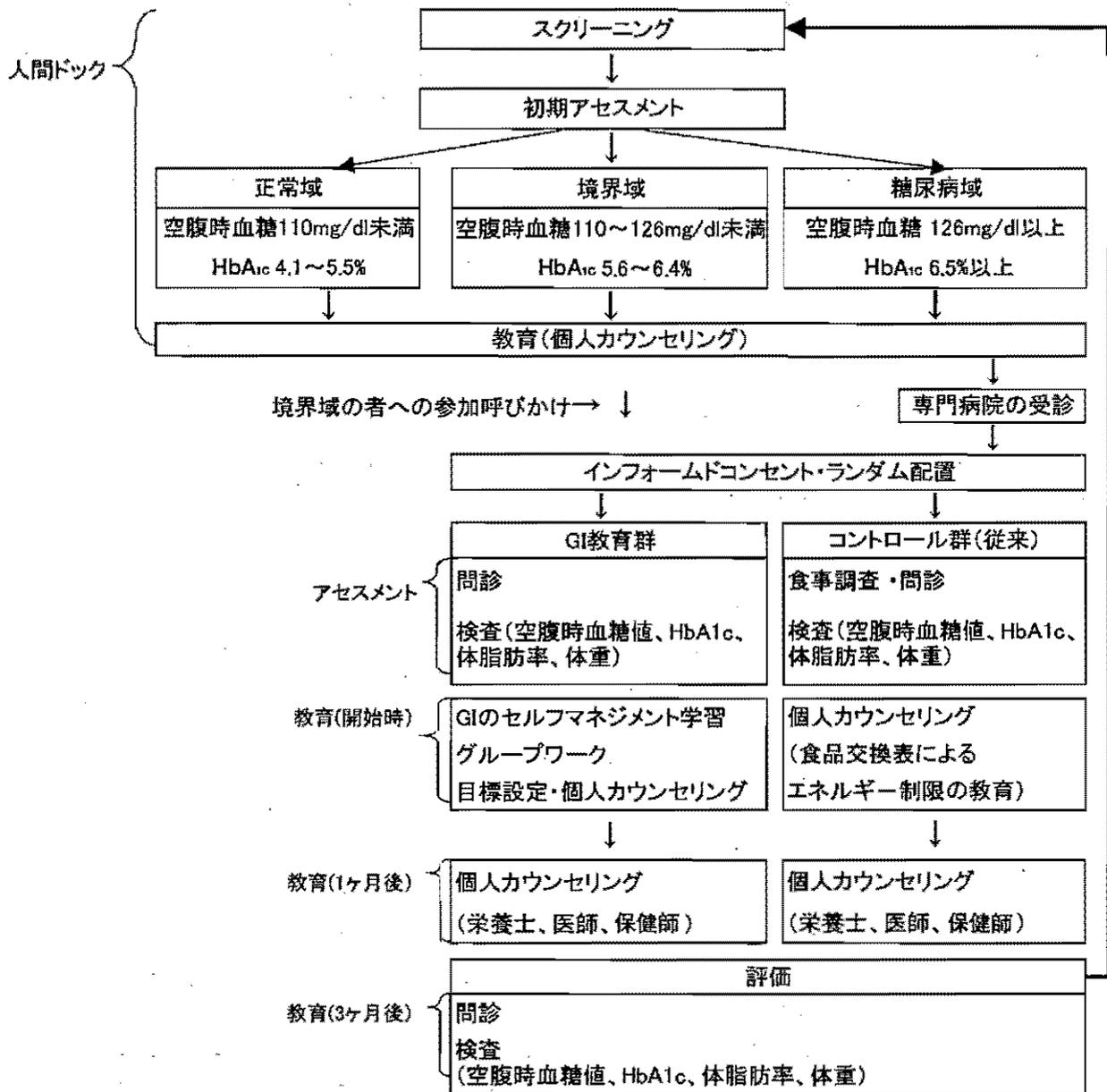


図1 グリセミック・インデックスを活用した糖尿病教育のフローチャート

表2 GIを活用した糖尿病教育システムの内容

項目		内容
人間ドック	スクリーニング	(空腹時血糖値、ヘモグロビンA _{1c})の結果より、正常域、境界域、糖尿病域の3区分に判定する
	アセスメント	血液検査(空腹時血糖値、ヘモグロビンA _{1c} など)身体計測(体重、BMI、体脂肪率など)、栄養士による食事調査、保健師による生活調査などを実施する。
	個人カウンセリング	アセスメント結果に沿った個人カウンセリングを医師、保健師、栄養士により受診者全員に行う。再検査の実施について口頭で伝える
参加呼びかけ		再検査通知、外来教育プログラム案内、申込書を送付する。
外来教育一回目(開始時)	インフォームドコンセント	外来受診時には医師による十分なインフォームドコンセントを行った上で、GIを導入した教育方法(GI教育群)と従来の食品交換表を主体とした教育方法(コントロール群)の2群にランダム配置する
	アセスメント	・問診 食事摂取状況調査を行う。
		・検査 体脂肪率、体重測定、採血、空腹時血糖値、ヘモグロビンA _{1c} の血液検査が臨床検査技師により即日検査報告が行われる。
GI教育プログラム	<ul style="list-style-type: none"> ・GIの自己マネジメント学習 米飯摂取前後の自己血糖測定が行えるように指導を行う。これにより米飯摂取前後の自己血糖値変化に対する興味を引き出し、GIの体験学習による自己効力感の向上を期待することができる。また、受診者自身が在宅において日常的に使用し食品選択や血糖値の変化の観察を行うことで自己マネジメントができるようになることが期待できる。 ・目標設定・個人カウンセリング ドック受診時と今回の検査データ(体重、体脂肪率、空腹時血糖値、ヘモグロビンA_{1c}値)について、1年後のドック受診時の目標値と次回の目標値を受診者本人が決定する。目標値達成のために必要と思われる牛乳・乳製品の摂取方法などについてGI表を用いてカウンセリングを行い、受診者本人が牛乳・乳製品の摂り方について目標設定を行う。 	
2回目	個人カウンセリング(1ヶ月後)	<ul style="list-style-type: none"> ・目標修正、個人カウンセリング 受診者に一人ひとりの現状にあわせて専門職(医師、看護師、栄養士)が個人相談を行い、必要に応じ検査値目標や牛乳・乳製品摂取目標の修正、変更などを行う。
	評価(3ヶ月後)	問診(食事摂取状況)と検査データ(体重、体脂肪率、空腹時血糖値、ヘモグロビンA _{1c})を用いて評価をおこなう。当システムは糖尿病教育システムをドックまたは外来の受診において計画(P)、実施(D)、評価(C)、修正(A)のマネジメントサイクルを繰り返すことで、受診者の改善の支援を行うものである。

2) ランダム化比較・対照試験によるプログラムの有効性検証

共同研究施設の熊本市K健康管理センターの人間ドック健診において、ヘモグロビンA_{1c}が5.6%以上の受診者16名を対象として3ヶ月間にわたり、当教育プログラムの有効性について、ランダム化比較・対照試験を用いて検証した。対象者の条件は、年齢70歳未満、ヘモグロビンA_{1c}が5.5%（基準値4.1~5.5%）を上回り、かつ、血糖値に影響するような降圧剤などを常用していない者であった。ヘモグロビンA_{1c}が6.5%以上の専門病院の受診後、薬剤による治療を実施していない者を対象とした。

対象者16名（男性10名、女性6名）を性・年齢階層をできるだけ一致させて、コントロール群8名（男性5名、女性3名、平均年齢57.4±6.9歳）とGI教育群8名（男性5名、女性3名、平均年齢56.1±4.7歳）に、医師によるインフォームド・コンセントを行いランダム配置した。両群の教育前のベースライン・データを収集後、GI教育群には牛乳・乳製品を活用したGIによる糖尿病予防のための栄養教育プログラムを3ヶ月間実施し、コントロール群には従来の食品交換表を主体とした栄養教育を実施した。有効性の評価指標は、BMI、体脂肪率、空腹時血糖値、ヘモグロビンA_{1c}、牛乳・乳製品摂取頻度ならびに摂取量などであった。統計分析は、統計ソフトSPSSを用い、有意差の検定にはpaired-t検定を用いた。

4. 結果

対象者の教育前のBMI、体脂肪率、空腹時血糖値、ヘモグロビンA_{1c}、牛乳・乳製品摂取量の各平均値については表3に示した。

GI教育群とコントロール群における教育前のヘモグロビンA_{1c}、空腹時血糖値、BMIには有意差は認められなかった。教育前の牛乳・乳製品の摂取量は、GI教育群185.7g、頻度4.0回/週、平均1日当たりの摂取量110.7g、コントロール群212.5g、頻度5.1回/週、平均1日当たりの摂取量153.6gであった。なお、GI教育群の平均1日当たりの牛乳・乳製品の摂取量には有意差は認められなかった。

GI教育群ならびにコントロール群ともに教育期間の3ヶ月間にドロップ・アウトするものは観察されなかった。GI群の教育3ヶ月後のヘモグロビンA_{1c}値は、教育前の6.3±0.6%から6.1±0.5%へと有意に改善し、平均変化率は-3.1%であった。一方、コントロール群の教育3ヶ月後のヘモグロビンA_{1c}は、教育前6.3±0.5%から6.5±0.8%へと増大し、平均変化率は+3.7%であった。空腹時血糖値については、GI群の教育3ヶ月後の値は、教育前の133.9±19.4mg/dlから124.3±15.1mg/dlへと有意に改善し、平均変化率は-6.6%であった。一方、コントロール群の教育3ヶ月後の空腹時血糖値は、教育前128.8±20.4mg/dlから138.6±30.6mg/dlへと増大し、平均変化率は+7.5%であった。体重、体脂肪率には教育による変化は両群ともに観察されなかった。なお、GI教育群では、8名中5名にヘモグロビンA_{1c}値の改善が観察されたが、コントロール群でヘモグロビンA_{1c}値の改善が観察されたのは8名中1名にすぎなかった。

それゆえ、牛乳・乳製品を活用したGI教育によって3ヶ月後のヘモグロビンA_{1c}値の改善が確認された。

牛乳・乳製品の摂取量については3ヶ月の教育後には、GI教育群では摂取量、摂取頻度とも増大傾向が観察されたが、コントロール群との差違は観察されなかった。

表3 GI教育群VSコントロール群の栄養評価指標の変化

教育区分 評価指標	GI教育群 (n=8)						コントロール群 (n=8)					
	教育前		教育後		減少率		教育前		教育後		減少率	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
BMI	22.7	2.4	22.7	2.3	-0.1	1.9	23.8	2.4	23.6	1.6	-0.7	3.5
体脂肪率 (%)	24.5	4.8	25.4	4.5	4.4	8.7	26.8	6.7	25.9	6.7	-1.6	11.2
空腹時血糖値 (mg/dl)	133.9*	19.4	124.3*	15.1	-6.6 ^{a)}	8.2	128.8	20.4	138.6	30.6	7.5 ^{a)}	16.1
ヘモグロビンA _{1c} (mg/dl)	6.3*	0.6	6.1*	0.5	-3.1 ^{b)}	3.3	6.3	0.5	6.5	0.8	3.7 ^{b)}	7.4
牛乳・乳製品摂取量 (g/日)	110.7	85.6	169.6	51.9	28.2 ^{c)}	32.3	153.6	40.2	132.1	30.3	-11.4 ^{c)}	16.6

* p<0.05 (*の記号間でpaired-t検定), ^{a)} ^{b)} ^{c)} p<0.05 (同一記号間で独立した2群のt検定)

5. 考察

本研究は、牛乳・乳製品を活用したGIを糖尿病予防教育に導入する具体的な教育方法を初めて提示し、その有効性を検証したものである。

ランダム配置されたGI教育群とコントロール群の年齢、BMI、教育前のヘモグロビンA_{1c}の値には有意差が認められなかった。このことは身体側の条件においてはランダム配置が偏りなく行われたことを示している。

また、牛乳・乳製品の摂取頻度、1日当たりの摂取量についても、教育前の初期値において2グループ間に有意差は認められず、牛乳・乳製品を活用したGI教育によって牛乳・乳製品の摂取頻度や量といった摂取習慣の変容が観察されるようになった。その結果、GI教育群では、3ヶ月後のヘモグロビンA_{1c}の改善がもたらされたと推測された。このGI教育群でのヘモグロビンA_{1c}における変化率-3.1%は、これまで欧米において実施されてきた低GI食と高GI食を対比して実施されてきたNIDDM患者での臨床介入研究において、低GI食を用いて2~12週間介入した場合の低GI食群における平均減少率11% (3~18%) よりは低い値であった (9)。

一方、牛乳・乳製品はGI30~50であり、低GI食品に区分されている (10)。また、報告者らの先行研究から、糖質食品である米飯、パン、清涼飲料水などのGI値を牛乳、ヨーグルト、チーズなどが低下させることが確認されている (6-8)。通常、でんぷん性食品では、その食品を摂取した時の血糖曲

線下面積とインスリン分泌曲線下面積とは相関すると言われている (11)。しかし、牛乳・乳製品については、近年、Ostman EMらが、被験者10名に白パンと牛乳、生のきゅうりを一緒に食べ合わせると、白パンを100としてGI値は79にまで顕著に低下し、Insulinemic indexはむしろ117まで増大するが、牛乳をヨーグルトとピクルスなどの有機酸と摂取するとGIは55まで低下し、Insulinemic indexも79まで有意に低下することを観察している (12)。それゆえ、当研究成果は、牛乳・乳製品を米飯などのでんぷん食品と一緒に食べ合わせたり、食前、食後に摂取することによって、血糖コントロールの改善が観察されたが、今後は、さらに、発酵食品であるヨーグルトやチーズなどの摂取とその改善効果について検討していく必要がある。

以上のことから、牛乳・乳製品を活用した栄養教育プログラムは、保健・医療の糖尿病予防現場で広く利用されることが期待できると共に、より効果的な栄養教育プログラムとするためには今後も症例数を増やし、より有効な牛乳・乳製品の摂取方法とその教育手法について検証していくことが必要と考えられた。

文 献

- 1) Brighenti F, Castellani G, Benini L, Casiraghi MC, Leopardi E, Crovetti, R, Testolin G: Effect of neutralized and native vinegar on blood glucose and acetate responses to a mixed meal in healthy subjects, *European Journal of Clinical*,49 : 242~247,(1995).
- 2) Javi AE, Karlstrom BE,Granfeld YE, Bjorck IME, Vessby BOH: The influence of food structure on postprandial metabolism in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus, *Am J Clin Nutri*, 61:837~842,(1995).
- 3) 柳沢幸江, 若林孝雄, 佐藤ミヨ子, 山懸文夫, 伴野祥一, 河津捷二: 健常者および糖尿病患者における調理法の異なる米飯のglycemic index とインスリン分泌反応, *糖尿病*, 37:731~738,(1994)
- 4) Miller JB: Importance of glycemic index in diabetes, *Am J Clin Nutr*, 59:747S~752S,(1994).
- 5) Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV: Glycemic index of foods, a physiological GI basis for carbohydrate exchange, *Am J Clin Nutri*,34:362~366,(1981).
- 6) 杉山みち子, 安部眞佐子, 若木陽子, 中本典子, 小山和作, 細谷憲政, 米飯ならびに米加工品のグリセミック・インデックスに関する研究, *Health Sciences* 16(2), 175-186, (2000).
- 7) 若木陽子, 杉山みち子, 中本典子, 小山和作, 安部眞佐子, 細谷憲政, 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, *Health Sciences* 17(3) 133-142, (2001).
- 8) 杉山みち子, 若木陽子, 小山和作, 塩山更生, 中本典子, 牛乳ならびに乳製品のグリセミック・インデックスに関する研究, pp65-73, 平成12年度牛乳栄養学研究会委託研究報告書, 牛乳・乳製品健康づくり委員会, (社) 全国牛乳普及協会, 平成13年7月.

- 9) The technical collaboration of the FAO, Libbey Eurotex Eds., Glycemic Index and Health: the Quality of the Evidence, France, pp48.2001.
- 10) Foster-Powell K, Brand MJ, International tables of glycemic index, Am J Clin Nutr, 62:871-893, 1995.
- 11) Bjorck IME, Lijeberg HGM, Ostman EM, Low glycaemic-index foods. Br. J. Nutr, 83(suppl), S149-55,(2000).
- 12) Ostman EM, Lijeberg HGM, Bjorck IME, Inconsistency between glycemic and insulinemic response to regular and fermented milk products, Am. J. Clin. Nutr. 74, 96-100,(2001).