

指標の意味
と臨床応用

グリセミックインデックス(GI)と グリセミックロード(GL)

東京大学大学院医学系研究科 公共健康医学専攻 社会予防疫学分野

佐々木 敏 *Sasaki, Satoshi*

keyword

グリセミックインデックス (GI),
グリセミックロード (GL)

はじめに

本稿では、グリセミックインデックス (glycemic index : GI, グライセミックインデックスとも)、グリセミックロード (glycemic load : GL, グライセミックロードとも)が糖尿病患者の血糖管理に有効であるか否かという観点から考察を行う。また、糖尿病以外の疾患についても、生活習慣病予防の観点から、現時点での知見を簡単にまとめておきたい。

GI, GLの定義

GIは、ブドウ糖(糖質50g相当)を摂取し、その時点から2時間までの血糖上昇下面積を100として、ブドウ糖と同糖質量の食品を摂取し、面積を比べ数値化した指数である。基準食品として、ブドウ糖以外に、白パンを用いる場合や白飯(米飯)を用いる場合もあるが、互いの換算係数を用いれば、いずれの基準食を用いて測定されたGIであっても数値の相互変換が可能である。ブドウ糖に比べた場合の白パンのGIには70¹⁾、白飯のGIには80²⁾を用いることが多い。測定値は個人間・個人内変動があるために、たとえば、日本Glycemic Index研究会では、10人の被験者を用いることや被験者の肥

満度(BMI)が30以下であること、年齢は20歳から50歳であることなど、精度の高い値を得るために細かい規定を設けている³⁾。

定義からわかるように、GIは糖質量を一定にしたいわば「質」の指標である。これに対して、1回の食事での糖質総量に占めるそれぞれの食品の糖質量の割合(%)にそれぞれの食品のGIを乗じ、その合計を求めたものがGLである。こちらはいわば「量」の指標である³⁾。

食後高血糖との関係

GIは、その定義から明らかなように、食後2時間までの血糖値によって決められる値であるから、ほかのどの指標よりも強く食後血糖値と関連するのは自明である。また、GLは、炭水化物摂取量を考慮した値であるから、GIよりも実践的な値であると考えられるが、その詳細はまだ明らかでない。

しかし、GIの算出は食品単品を用いて行われることが多く、そのために食品単品ごとにGIが決められている。ところが、実際の食事では単品が摂取されることはまれで、複数の食品から構成される。そして、複数の食品が互いに影響しつつ、血糖値に影響を与える。そのために、単品摂取によって決められたGIを単純に合算しても、実際の血糖値にならないことがある。たとえば、食酢、乳製品、大豆製品を白飯と同時に摂取すると、これらが無い場合に比べてGIが減少することが報告されている²⁾。だからと

表1 糖尿病患者を対象として低GI食の効果を検討した臨床試験のメタ・アナリシスで検討対象となった試験の概略

病型 筆頭著者(発表年)	対象者数 (人)	研究デザ イン*	平均GI**		各食事の摂取 期間(週)	結果指標 ***	介入終了時点における結果指標の値	
			低GI食群	高GI食群			低GI食群	高GI食群
1型糖尿病								
Gilbertson(2001)	104	P	79	77	52	H	8.0(1)	8.6(1.4)
Giocco(2000)	63	P	90	70	24	H	8.6(0.9)	9.1(1.4)
Lafrance(1998)	9	C	99	63	1.9	F	2.9(0.6)	3.1(0.3)
Fontvieille(1992)	12	C	90	53	5	H	8.3(1.4)	8.3(1.5)
						F	3.41(0.42)	3.88(0.95)
Fontvieille(1988)	8	C	84	65	3	F	2.17(0.68)	2.77(0.59)
Collier(1988)	7	C	82	69	6	H	10.0(1.2)	9.8(1.5)
						GSA	10.7(5.8)	14.6(5.0)
2型糖尿病								
Fontvieille(1992)	6	C	90	53	5	H	8.3(1.4)	8.3(1.5)
						F	3.4(0.42)	3.9(0.95)
Komindr(2001)	10	C	106	70	4	H	10.97(1.55)	11.15(2.02)
Luscombe(1999)	21	C	88	60	4	F	3.22(0.5)	3.28(0.55)
Jarvi(1999)	20	C	83	57	3.5	H	6.7(1.3)	6.9(1.3)
						F	3.47(0.72)	3.56(0.75)
Frost(1994)	51	P	82	77	12	F	3.2(1.43)	3.6(1.43)
Wolever(1992)	15	C	87	60	2	F	3.17(0.46)	3.28(0.58)
Wolever(1992)	6	C	86	58	6	F	4.6(1.3)	5.1(1.42)
Brand(1991)	16	C	90	77	12	H	7.0(1.2)	7.9(2.0)
Jenkins(1988)	8	C	91	67	2	H	7.6(1.4)	7.8(1.98)
						F	2.98(0.45)	2.95(0.45)

* P=並行試験, C=交差試験。

** 白パンのGIを100とした場合。ショ糖のGIが基準として用いられていた場合は、100/70を乗じた。

*** H=HbA_{1c}(%), F=フルクトサミン(mmol/l), GSA= glycated albumin(%) (フルクトサミンの古い測定方法)。

(文献1)

いって、単品で決められたGIは現実の食事をまったく反映しないのかというと、そうではない。むしろ、食品ごとに決められたGIを、あたかも食品ごとのエネルギー量のようにきわめて正確な値であるべきだと考え、そうでないことがわかると、一転してまったく役に立たない指標であると過度に厳密に考えてしまうのが問題である。あくまでも「食後高血糖をある程度推定しうる情報のひとつ」と考えるのが適当であろう。なお、同じGIの食事を摂取しても食後高血糖の反応には個人間・個人内変動がある。個人内変動は比較的小さいが、個人間変動が大きく、後者にはとくに注意すべきであるとした研究がある⁴⁾。

もともと、エネルギー量は、その食品または

食事が何kcalのエネルギーを有しているかの指標であって、直接には食後血糖値の指標ではない。それに対して、GIは直接に食後血糖値を表わした指標である。この点には大いに注目すべきであろう。

栄養・食事指導に生かせるか

糖尿病患者を対象として低GI食の効果を検討した14の試験をまとめたメタ・アナリシスの結果が参考になる¹⁾。解析に含められた研究はすべて無作為割付試験で、少なくとも1日のうちの2食以上で低GI食への改善を試み、試験期間は最短が12日間、最長が12カ月間であった。解析に含められた試験のそれぞれの内容と結果は表1のとおりである。これらの結果を、

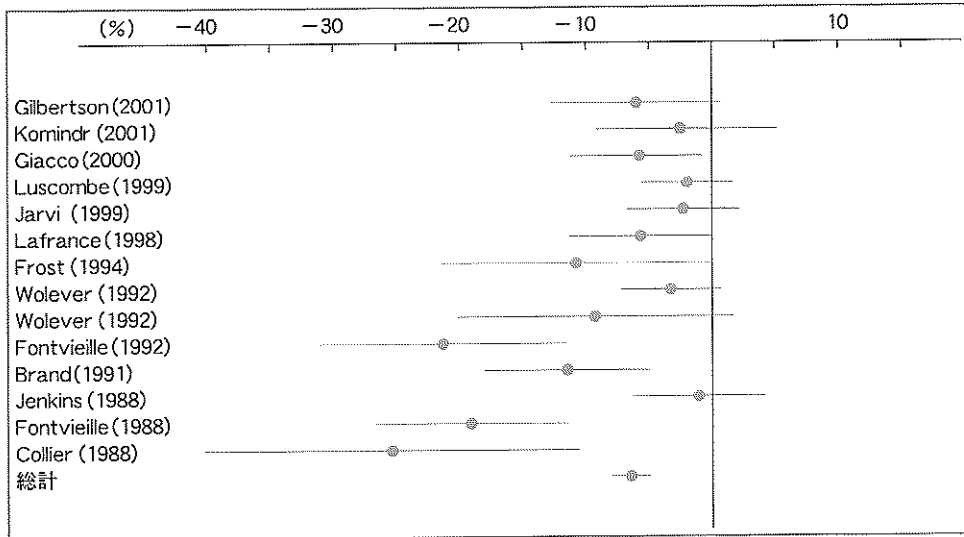


図1 糖尿病患者を対象として低GI食の効果を検討した臨床試験のメタ・アナリシスの結果
高GI食群における結果指標の変化に対する低GI群における結果指標の変化(%) [95%信頼区間].
(文献1)

高GI食群における結果指標の変化に対する低GI群における結果指標の変化(%)として表現すると図1のとおりとなる。すべての試験の結果を数量的に統合した結果、7.4%(95%信頼区間は6.0~8.8%)だけ、低GI群のほうが血糖コントロールは良好であり、これは強く有意であった。

また、ほぼ同時期に発表された別のメタ・アナリシスは、高GI群に比べて低GI群はフルクトサミンが0.1(95%信頼区間は0.00~0.20)mmol/l低く、HbA_{1c}は0.27(95%信頼区間は0.03~0.5)%低かったと報告しており、この報告でも、低GI食が血糖コントロールに有用であることが示唆されている⁵⁾。類似の結果は最近、発表された別のメタ・アナリシスでも報告されている⁶⁾。なお、血糖コントロールへの効果は、GIとGLの両方で検討されているが、ほぼ同じような結果である⁶⁾。

しかしながら、ごく最近発表された、2型糖尿病患者162人を用いた比較的長期間(1年間)の試験では、低GI食群のHbA_{1c}改善度がほかの群よりも有意に優れている傾向は認めら

れなかったとしている⁴⁾。

このように、低GI食が糖尿病患者の血糖コントロールに有効である可能性は高いと思われるが、まだ十分に安定した結果は得られていないようである。

加えて、低GIの食品には、食物繊維含有量が高いものが多いため、実際の指導では低GIと食物繊維による好ましい効果が同時に期待できるものと考えられる。なお、上記のメタ・アナリシスでは食物繊維による効果を可能なかぎり排除し、純粹にGIの効果を検討している。

ほかの疾患との関連

GIとGLは糖尿病以外の疾患との関連も示唆されている。疾病予防の観点からの検討として、37のコホート研究を解析対象としたメタ・アナリシスによると、GI、GLともに2型糖尿病のほかに胆嚢結石で有意な発症リスクの上昇が観察され、GIまたはGLで心筋梗塞、大腸癌、子宮体癌で、弱いものの、有意な関連が観察された⁷⁾。そのほかの疾患も含めた結果を表2に示す。

表2 GI, GLと各種生活習慣病との関連を検討した37のコホート研究の結果を用いたメタ・アナリシス

	GIに関する検討		GLに関する検討	
	研究数	発症率の比	研究数	発症率の比
2型糖尿病	9	1.20(1.04-1.38)	9	1.16(1.04-1.28)
心筋梗塞	2	1.25(1.00-1.56)	2	1.57(0.87-2.84)
脳卒中	2	1.00(0.81-1.24)	2	1.28(0.83-1.98)
乳癌	8	1.06(0.98-1.15)	8	0.99(0.94-1.06)
大腸癌	7	1.10(1.00-1.21)	6	1.08(0.92-1.26)
すい臓癌	5	1.03(0.83-1.27)	5	1.02(0.82-1.27)
子宮体癌	3	1.20(0.93-1.55)	3	1.40(1.05-1.87)
胃癌	1	0.77(0.46-1.29)	1	0.76(0.46-1.25)
胆嚢結石	2	1.26(1.13-1.40)	2	1.42(1.25-1.60)
眼疾患	5	1.10(0.91-1.31)	2	0.96(0.82-1.12)

ベースライン時のGIまたはGLによって対象を5群に分けた場合の最低の群と最高の群における発症率の比(95%信頼区間)。(文献7)

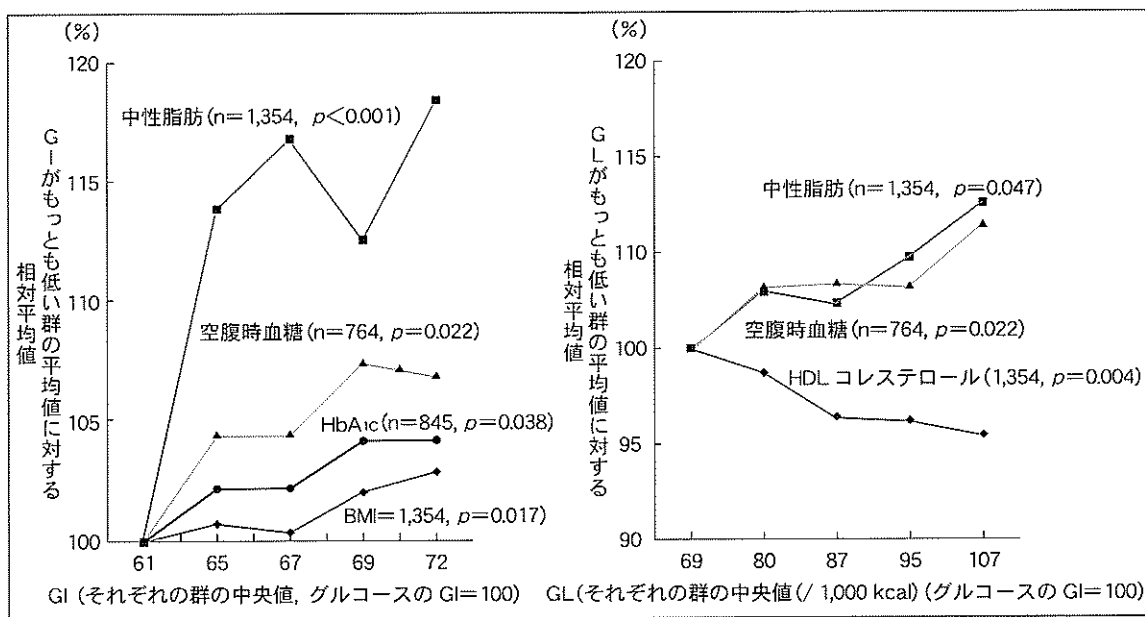


図2 GI(左図), GL(右図)とメタボリックシンドロームとの関連

GIまたはGLによって対象者を5つの群に分け、GIまたはGLが最低の群における各生体指標を100とした場合の、各GIまたはGLの群における相対的な値。居住地域、年齢、閉経状態、喫煙、サプリメントの使用、摂食速度、身体活動レベル、エネルギー摂取量、脂質のエネルギー比率、アルコール摂取、食物繊維摂取量で調整済み。BMI以外はBMIと20歳時のBMIでさらに調整。(文献8)

また、そのなかでは、メタボリックシンドローム関連の生体指標との関連も報告されている。日本人を対象とした研究では中高年女性における報告がある(図2)⁸⁾。中性脂肪とHDL-コレステロールとの関連は強く、それに比べるとやや弱いものの肥満度(BMI)とも関連すること

が示されている。これらは欧米人を対象とした研究とほぼ一致した結果である。なお、肥満への関連は若年日本人女性でも観察されている⁹⁾。

なお、このように高GI, 高GLは数多くの疾患に好ましくない影響を及ぼすことが懸念されているが、その一方で、月経前症候群や産後う

つ病ではその症状を軽減する可能性が示唆されている^{10,11)}。これらは研究がはじまった段階であり、その真偽はまだ十分には明らかでないが、興味深い話ではある。

まとめ

糖尿病患者の血糖コントロールに GI, GL が有用である可能性はかなり高いものと考えられる。しかし、現在わが国で広く行われているエネルギー摂取量の管理を主とする方法との優劣やそれぞれの特徴を日本人の患者を用いて科学的に比較した報告は、残念ながらまだほとんど存在しない。また、わが国の臨床現場で GI, GL を用いた栄養・食事指導を行うために準備しなくてはならないこともまだとても多い。その一方、欧米では少なくともその有用性に関する科学的根拠はかなり揃ってきたとみてよいだろう。

以上をまとめると、GI, GL はいまずぐに臨床応用という段階ではないと思われる。だからといって、無視してよいというものでもなさそうである。急がねばならないのは、糖尿病患者の血糖コントロールへの GI, GL の利用可能性の検討と、その利用方法の確立を念頭に置いた質の高い臨床研究を、1日も早くわが国で実施することであろう。

文献

1) 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* 2003; 26(8): 2261-7.

- 2) Sugiyama M, Tang AC, Wakaki Y, Koyama W. Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with white rice as a reference food. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57(6): 743-52.
- 3) 田中照二. グライセミック・インデックス (GI)—その概念と臨床応用への期待. *日本食生活学会誌* 2003; 14(3): 156-63.
- 4) Brillon DJ, Sison CP, Salbe AD, Poretsky L. Reproducibility of a glycemic response to mixed meals in type 2 diabetes mellitus. *Horm Metab Res* 2006; 38(8): 536-42.
- 5) Opperman AM, Venter CS, Oosthuizen W, et al. Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. *Br J Nutr* 2004; 92(3): 367-81.
- 6) Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J. Glycemic response and health—a systematic review and meta-analysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *Am J Clin Nutr* 2008; 87(1): 258 S-68 S.
- 7) Barclay AW, Petocz P, McMillan-Price J, et al. Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk—a meta-analysis of observational studies. *Am J Clin Nutr* 2008; 87(3): 627-37.
- 8) Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, et al. Dietary glycemic index and load in relation to metabolic risk factors in Japanese female farmers with traditional dietary habits. *Am J Clin Nutr* 2006; 83(5): 1161-9.
- 9) Murakami K, Sasaki S, Okubo H, et al: the Freshmen in Dietetic Courses Study II Group. 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* 2007; 61(8): 986-95.
- 10) Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, et al. Dietary glycemic index is associated with decreased premenstrual symptoms in young Japanese women. *Nutrition* 2008; 24(6): 554-61.
- 11) Murakami K, Miyake Y, Sasaki S, et al: the Osaka Maternal and Child Health Study Group. Dietary glycemic index and load and the risk of postpartum depression in Japan: the Osaka Maternal and Child Health Study. *J Affect Disord* 2008: (Epub ahead of print).