



# glycemic indexの低い食品は 血糖のコントロールに有効か

佐々木敏

## POINT ポイント

- glycemic index (GI) は、食品が糖代謝に及ぼす影響を化学組成ではなく生理学的効果に基づいて評価する点でユニークであるが、単独の食品を負荷して値を得るため、実際の食事におけるGIの算出は困難ではないか、中・長期間の血糖コントロールの指標にはならないのではないかと、などの疑問がある。
- 構成食品から計算される混合食のGIと食後血糖値などとの関連を検討した12の研究結果は、7つで「GIは利用可能」、5つで「利用困難」と結論した。
- 中・長期間の低GI食が血糖コントロールに及ぼす影響を検討した12の無作為割付比較試験は、低GI食は空腹時血糖の改善には有効ではないが、平均血糖値の低下にはある程度有効である可能性を示唆した。
- 研究の質の差や発表バイアスの問題を考えると、多施設共同試験の必要性が示唆された。
- わが国における研究は少なく、「日本人の食事」を対象とした検討が必要と考えられた。

## glycemic indexの定義と疑問

同じエネルギー量の食品でも摂取後血糖の上昇率が違うことに着目したJenkinsらは1981年にglycemic index (糖化指数) (以下、GIと略す)を提唱した<sup>1)</sup>。当初は、25g、次いで50gのブドウ糖を負荷してこれを標準とする相対値と定義していたが、やがて標準として白パンが用いられるようになった。

①にGIの計算方法を示す<sup>2)</sup>。GIの概念は、エネルギーや炭水化物といった化学組成ではなく、食品が糖代謝に及ぼす影響を生理学的効果に求めている点がユニークである。しかし、以下のような問題を有しており、血糖のコントロールにGIが有効か否かについては20年来議論が絶えない。

血糖コントロールへのGIの利用可能性を疑問視する理由として、

- ①異なる患者、異なる場所、異なる時期に測定され、決定されたGIに妥当性、再現性はあるか？

②単独の食品を負荷して、その食品のGI値を得るが、実際の食事は複数の種類の食品を同時に摂取するため、実際の食事におけるGIの算出は困難ではないか？

③食品摂取2時間後までの血糖上昇度を用いてGIは決定されるが、低GI食は中・長期的な血糖コントロール効果を有するの？

の3点が主なものとしてあげられる。

このうち、①については、ある程度の妥当性や再現性が確認され、欧米における研究結果がほとんどであるものの、565食品のGIをまとめた国際的な表も存在する<sup>3)</sup>。むしろ、糖尿病食事療法への利用の見地からは、②と③に関する疑問が多く、GIを実際の食事療法に用いることの可否に関しては「種々のデンプン質はそれぞれ異なる血糖応答特性を有するが、臨床の見地からは、炭水化物源よりも、摂取総炭水化物量が優先されるべきである。」とする米国糖尿病学会<sup>4)</sup>に代表されるように、「慎重である

べき」とする表現が多い。

このレビューは、現在までの研究結果を批判的に評価することによって②と③の疑問に答えることを目的とする。なお、本稿で用いたNIDDM, IDDMは、現在の分類ではそれぞれ2型、1型糖尿病に相当するが、文献の引用に関しては発表当時の表現をそのまま用いた。

## 混合食におけるGIの意味

混合食のGI（構成食品から計算される推定値）の違いが食後血糖値およびインスリン値の違いを予測しうるか否かを検討した12の研究結果を②にまとめた<sup>5-18)</sup>。ただし、そのうちの2つ<sup>9,15)</sup>はそれぞれ別の研究<sup>8,14)</sup>の再解析である。12の結論のうち、7つが「GIは混合食に利用可能」、ほかの5つが「利用困難」であった。しかし、利用困難とした研究のうち2つの研究<sup>8,14)</sup>は解析方法に不備があることが再解析者によって指摘され、再解析の結果は、利用可能と結論されている<sup>9,15)</sup>。再解析を行ったWoleverらは解析方法の不備として、混合食におけるGIの計算方法の誤りと<sup>9)</sup>、食後血糖（または/およびインスリン）上昇曲線の計算方法の誤り<sup>15)</sup>を指摘している。利用困難と結論した3つの研究では<sup>8,13,14)</sup>、GIは利用困難と結論しながらも、試験食のGIを数値として報告しておらず、報告の質に疑問が残る。

一方、利用可能と結論したすべての研究ではGIが報告されており、特に5つの研究<sup>5,9,12,16,18)</sup>ではGI値と食後血糖上昇度との間の関連を4種類以上の異なる試験食を用いて検討し、相関係数を報告しているのに比べて、利用困難と結論した5つの研究のうち、2つの研究は2群の群間差を<sup>11,14)</sup>、3つの研究は3群の群間差を<sup>8,10,13)</sup>検討したものであり、利用可能と結論した研究に比べて研究デザインおよび報告形式の質の低さが認められた。しかし、12の研究のうち

ブドウ糖のGIを100（標準）とする場合

$$GI = \frac{\text{糖質 50g を含有する食品摂取後 2 時間までの血糖曲線下面積}}{\text{50g グルコース負荷後 2 時間までの血糖曲線下面積}} \times 100$$

白パンのGIを100（標準）とする場合

$$GI = \frac{\text{糖質 50g を含有する食品摂取後 2 時間までの血糖曲線下面積}}{\text{糖質 50g を含有する白パン摂取後 2 時間までの血糖曲線下面積}} \times 100$$

### ① glycemic index (GI) の求め方

鈴木吉彦：(1) 糖尿病とは。栄養学ハンドブック編集委員会編：栄養学ハンドブック、第3版、技報堂出版、1996、p439-446より転載（文献2）。

ち4つはGIの提唱者のひとりであるWoleverらによる研究であるため、②の結果をもってGIの利用可能性の可否を結論づけるのは困難であると考えられる。

1990年代に行われた3つの研究はすべて「利用可能」と結論しており、1980年代における報告に比べると方法の質も高く、これらの結果は、食事療法へのGIの利用可能性を検討するうえで重要な知見を提供するものと考えられる。

## 中・長期間の低GI食が血糖コントロールに及ぼす影響

GIは食品摂取2時間後までの血糖上昇度を用いて決定されるため、低GI食の中・長期的効果はGIから直接は得られない。高GI食と低GI食を一定期間続けて、血糖値などへの効果を検討しなくてはならない。

Brand Miller<sup>19)</sup>によると、中・長期間の低GI食が血糖コントロールに及ぼす影響を検討した無作為割付比較試験（randomized controlled trial；RCT）は10存在し<sup>20-29)</sup>、それ以後に行われた2つの研究<sup>30,31)</sup>も含めたエビデンス・テーブルが③である。これらはすべて高GI食と低GI食を交互に与え、血糖値などの変化を観察したものである。高GI食と低GI食のほかに第三の食事を設定し、その影響も同時に検討したものもある。対象者の多くはNIDDM患者で、対象者数は6～24人であった。1

文 献		対象者特性 および対象者数	試験食の種類
発表年	著者 (文献番号)		
1985 1983	Wolever TMS, et al (5) *2 (研究1) Nuttall FQ, et al (6)	(研究 1) NIDDM = 8	(研究 1) 米国糖尿病協会の食品成分表を用いて作成した 4 種類の同エネルギー・同炭水化物・同蛋白質・同脂質の朝食。
1984	(研究2) Bantle JP, et al (7)	(研究 2A) 健常者 = 10 (研究 2B) IDDM = 12 (研究 2C) NIDDM = 10	(研究 2) 基本混合食に、5 種類の同量の炭水化物・蛋白質・脂質含量を有する異なる食品を混合した 5 種類の試験食。
1984	Coulston AM, et al (8)	NIDDM = 8	基本混合食に、4 種類の同量のエネルギー、炭水化物含量を有する異なる食品を混合した 4 種類 (じゃがいも、そのほか) の試験食。蛋白質、脂質、食物繊維含量は異なる。GI は示されていない。
1986	Wolever TMS, et al (9)	Coulston AM, et al (8) の結果の再解析。	
1987	Laine DC, et al (10)	(1) NIDDM = 12 (2) 健常者 = 13	米国糖尿病協会の食品成分表を用いて作成した GI が異なる 3 種類の試験食。炭水化物、蛋白質はほぼ同じだが、エネルギー、脂質、食物繊維は異なる。
1987	Weyman-Daum M, et al (11)	小児 IDDM = 22 (コントロール不良)	GI の異なる 2 種類の試験食。
1988	Chew J, et al (12)	健常者 = 8	6 種類の民族食 (西洋食を含む)。 ほぼ同量のエネルギー、炭水化物、蛋白質、脂質を含む。
1988	Hollenbeck CB, et al (13)	NIDDM = ?	GI が異なる 3 種類の試験食 (朝食、昼食、夕食)。
1989	Behme MT, et al (14)	健常者 = 11	基本混合朝食に、All bran またはコーンフレークを付加した 2 種類の試験食。ほぼ同量の炭水化物と脂質を含む。エネルギーと蛋白質がやや異なる。GI は示されていない。
1990	Wolever TMS (15)	Behme MT, et al (14) のデータの再解析。	
1992	Indar-Brown K, et al (16)	(1) NIDDM = 17 (2) 健常者 = 25	4 種類の民族食と洋風の標準的な朝食の合計 5 種類。ほぼ同量のエネルギー、炭水化物、脂質を含む。蛋白質、食物繊維は異なる。
1995	Jarvi AE, et al (17)	NIDDM = 10	(1) 混合食 A にそれぞれ同じ穀類に由来し、GI が異なる食品 C1, C2 を混合した。 (2) 混合食 B にそれぞれ同じ穀類に由来し GI が異なる食品 D1, D2 を混合した。
1996	Wolever TMS, et al (18)	健常者 = 8	異なったエネルギー、脂質、蛋白質、炭水化物を含む 5 種類の食事。

\*1 単独の食品ごとの GI から食事全体の GI を計算した値。

\*2 Nuttall FQ, et al および Bantle JP, et al の粗データを Wolever TMS, et al が再解析したもの。

NIDDM = インスリン非依存性糖尿病, IDDM = インスリン依存性糖尿病, GI = glycemic index, II = insulin index, r = ピアソンの積率相関係数。

② 混合食を用いて、glycemic index (GI) 計算値\*1 と食後血糖値・インスリン値の関連を調べた研究の結果

結 果	結 論 (混合食における GIの利用可能性)
GI推定値と食後血漿グルコース値 上昇面積 (mg・分%) との相関. (研究 1) $r = 0.96$ ( $n = 4$ ). (研究 2A) $r = 0.93$ ( $n = 5$ ). (研究 2B) $r = 0.93$ ( $n = 5$ ). (研究 2C) $r = 0.92$ ( $n = 5$ ).	可能
食後平均血漿グルコース値, インスリン値の群間差. じゃがいも含有混合食群の値がほかの 3 群よりも有意 ( $p < 0.01$ ) に高い傾向 が認められたが, ほかの 3 群の間では有意差は認められなかった.	困難
GI推定値と食後血糖上昇面積 (mmol/dl・時) との相関. $r = 0.99$ ( $n = 5$ ). Coulston AM, et al の論文の検討方法の誤りを指摘した.	可能
食後最高血糖値, 血糖上昇面積, 血糖上昇面積増加量, 平均血糖値の群間差. 高 GI 食群に比べて低 GI 食群, 中 GI 食群の観察値. (1) すべての測定で 90%以上. (2) ほとんどの測定値で 90%以上.	困難
食後同一時刻における両群の血糖値の差. インスリン投与量を調整しない場合: 多くの時刻で有意差が認められた. インスリン投与量を調整した場合: ほとんどの時刻で有意差が認められなかった.	困難
GI推定値と GI 観察値および II 観察値との相関. GI 観察値: $r = 0.88$ ( $n = 6$ ), II 観察値: $r = 0.83$ ( $n = 6$ ).	可能
8時~21時までの平均血漿グルコース値の群間差. 高および中 GI 食群に比べて, 低 GI 食群で 7%低下. 食事ごとに評価すると, 昼食後でのみ高および中 GI 食群に比べて低 GI 食群で の低下が観察された.	困難
血漿グルコース上昇面積, 血漿インスリン上昇面積の群間差. 血漿グルコース上昇面積でのみ有意差 ( $p < 0.05$ ) が認められた. その差は計 算された GI の差に比べて小さかった.	困難
Behme MT, et al が用いた GI の計算方法に誤りがあり, 正しい GI を使うと観 察された血漿グルコース上昇. 面積と血漿インスリン上昇面積の群間差をうまく説明できるとした.	可能
GI推定値と食後血糖上昇面積 (mmol・時/l) との相関. (1) $r = 0.97$ ( $n = 5$ ). (2) $r = 0.95$ ( $n = 5$ ).	可能
集団平均値の差. (1) 血糖値: 35% ( $p < 0.05$ ), 血漿インスリン値: 39% ( $p < 0.05$ ). (2) 血糖値: 42% ( $p < 0.001$ ), 血漿インスリン値: 39% ( $p < 0.01$ ).	可能
期待値と期待値との相関. 血漿グルコース: $r = 0.95$ ( $n = 5$ ) 血漿インスリン値: $r = 0.96$ ( $n = 5$ )	可能

つの食事が摂取された期間は2～12週間であった。

高GI食に比べて低GI食のGIは6～40% (平均22%)の低値を示した。1つ<sup>23)</sup>を除く11の研究<sup>20～22,24～31)</sup>で空腹時血糖が報告されたが、2つの結果<sup>22,29)</sup>を除いて有意な変化は観察されなかった。一方、平均血糖値は5つの研究<sup>20,23,26,29,30)</sup>で報告され、1つ<sup>23)</sup>を除く4つの研究で有意な減少(範囲13～37%)が観察された。HbA<sub>1c</sub>は6つの研究<sup>22～24,26,29,30)</sup>で報告され、3つの研究<sup>22,24,26)</sup>で有意な減少(範囲7～27%)が観察され、ほかの3つ<sup>23,29,30)</sup>で有意な変化なしとされた。フルクトサミンは9つの研究<sup>20～22,25,27～31)</sup>で報告され、2つ<sup>21,31)</sup>を除く7つの研究で有意な減少(範囲3～18%)が観察された。また、検討したすべての測定値で有意な変化が認められなかった研究は、高脂血症者を対象としたもの<sup>21)</sup>、高GI食と低GI食のGIの差がわずかなもの(6%)<sup>23)</sup>、そのほか<sup>31)</sup>の3つであった。

以上より、低GI食は空腹時血糖の改善には有効ではないが、平均血糖値の低下にはある程度有効で

ある可能性が示唆された。

しかし、それぞれの測定値で最も大きな改善が観察された4つの研究は<sup>20,22,24,25)</sup>、すべて1980年代に行われている。また、2つの研究を除いて対象者数が6～8人、高GI食と低GI食のGIの差は1つを除いて6～22%と、1990年代に行われた研究に比べると、対象者が少なく、GIの差も小さい傾向が認められた。したがって、1980年代の研究結果には発表バイアスの存在が否定できないと考えられる。加えて、初期の研究<sup>20～22)</sup>には高GI食と低GI食の間で食物繊維摂取量に異なるものがあり、1990年代の研究に比べて研究の質に疑問があるものと思われる。さらに、5つの研究は<sup>20～22,27,28)</sup>、GIの支持者であるJenkinsとWoleverによって報告されているため、発表バイアスの存在も否定できない。

ところで、③で示した試験における低GI食で用いられた食品はライ麦パン、パスタ、豆(レンティル、えんどう)、GIの低い朝食用シリアルなどであった(④)。一方、糖尿病患者(n=342)の食事か

発表年	文 献 著者(文献番号)	対 象 者	期 間	DF	GI	空腹時	平均	HbA <sub>1c</sub>	フルクト
				摂取量 (%差)*1	(%差)*1	血糖 (%変化)*2	血糖 (%変化)*2	(%変化)*2	サミン (%変化)*1
1987	Jenkins DJA, et al (20)	健常者 (n = 6)	2×2 週間	24	-40	NS	-37	—	-7
1987	Jenkins DJA, et al (21)	高脂血症者 (n = 30)	3×1 月間	6	-11	NS	—	—	NS
1988	Jenkins DJA, et al (22)	NIDDM (n = 8)	2×2 週間	21	-22	-30	—	-7	-7
1988	Calle-Pascual AL, et al (23)	NIDDMとIDDM(n = 24)	2×4 週間	—	-6	—	NS	NS	—
1988	Collier GR, et al (24)	小児IDDM (n = 7)	2×6 週間	—	-13	NS	—	-27	—
1988	Fontvieille AM, et al (25)	IDDM (n = 8)	2×3 週間	—	-14	NS	—	—	-18
1991	Brand JC, et al (26)	NIDDM (n = 16)	2×12 週間	0	-13	NS	-14	-11	—
1992	Wolever TMS, et al (27)	NIDDM (n = 15)	2×2 週間	6	-27	NS	—	—	-3
1992	Wolever TMS, et al (28)	NIDDMと過体重者(n=6)	2×6 週間	3	-28	NS	—	—	-8
1992	Fontvieille AM, et al (29)	NIDDMとIDDM(n= 18)	2×5 週間	0	-26	-11	-13	NS	-12
1999	Jarvi AE, et al (30)	NIDDM (n = 20)	2×24 日間	12	-31	NS	-30	NS	-3
1999	Luscombe ND, et al (31)	NIDDM (n = 21)	3×4 週間	0	-32	NS	—	—	NS

\*1 高GI食に対する低GI食の差。

\*2 高GI食期間後の変化に対する低GI食期間後の変化の差。

DF=食物繊維(dietary fiber), GI=glycemic index, NIDDM=インスリン非依存性糖尿病, IDDM=インスリン依存性糖尿病, NS=有意差なし。

### ③ 炭水化物代謝の変化に関する高GI食と低GI食の無作為比較臨床試験の結果



ら計算されたGIと栄養素摂取量との関連を検討した断面研究によると、最も強い負の相関を示したのはショ糖であった（ピアソンの積率相関係数 = -0.45）<sup>32)</sup>。これは、糖尿病患者のなかでGIの低い食事を取っている集団が、③で示したRCTで用いられた低GI食に近い食事をしていないことを示している。つまり、③で示した結果は、患者集団（または個人）の食事から計算されるGIが、血糖コントロールの指標として用いられるか否かの情報を直接に与えてくれるものではないことを理解する必要がある。

## GI 論争にみる EBM の重要性和わが国の状況

米国糖尿病学会による「Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus (1994年)」<sup>33)</sup>でもその1999年版<sup>4)</sup>と同様にGIの利用には慎重な態度を示しているが、その根拠としたテクニカル・レビュー<sup>34)</sup>では、その有効性を疑問視する結果のみを引用した引用バイアスがあるとWoleverは指摘し、網羅的に文献収集を行い、この種のバイアスが生じないように配慮すべき

であると述べている<sup>35)</sup>。同様の意見をBrand Millerからも提出している<sup>36)</sup>。しかし、これらはGI肯定派の意見であるため、Reavenらは「GIを採用しない研究者も含んだ多施設共同による高度なデザインを用いた臨床試験が必要」と述べている<sup>37)</sup>。このような研究は十分に科学的な手続きを踏んでGIの有効性を評価するうえで不可欠だと考えられ、その実施が待たれる。同時に、さまざまな食事形態が存在する実際の食事療法における疑問に答えられるように、小規模ながらもさまざまな状況を想定した研究が今後数多く実施されることを期待したい。

わが国の「糖尿病食事療法指導のてびき」<sup>38)</sup>では、「概念としては正しいが、(中略)、この指数を1日の食事摂取に反映させることは不可能である」としている。わが国におけるGIに関する研究は少ない。わが国で日常的に摂取されているにもかかわらずGIが明らかにされていない食品も多い。したがって、現時点におけるエビデンスは、それをわが国でどのように臨床応用するかというレベルには達しておらず、「利用可能か否か」の議論を始める前に、「日本人の食事」を対象としたさまざまな角度からの検討が進められねばならないと考えられる。

高GI食		低GI食		
	食品	GI	食品	GI
穀類・いも類	朝食用シリアル (コーンフレーク)	119	ライ麦パン	92
	精製小麦パン	101	オーツふすま	78
	全粒小麦パン	99	バルガーパン	75
	じゃがいも (煮, マッシュ)	90	えんどう豆 (煮)	68
	白米 (長粒種) (煮)	81	パンパーニツケル	66
				朝食用シリアル (All-Bran)
			パスタ (白スパゲティ) (煮)	57
			レンティル豆	43
果実類	バナナ	76	りんご	52
参考	ショ糖	92		

\*1 白パンを100とした場合。

\*2 参考文献：Foster-Powell K, Brand Miller JC: Am J Clin Nutr 1995; 62: 871S-893S (文献3)。

GI = glycemic index.

④ 炭水化物代謝の変化に関する高GI食と低GI食の無作為比較臨床試験でしばしば用いられた食品<sup>\*1,2</sup>

## 文献

- 1) Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, et al: Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 362-366.
- 2) 鈴木吉彦: (1) 糖尿病とは. 栄養学ハンドブック編集委員会編: 栄養学ハンドブック, 第3版, 技報堂出版, 1996, p439-446.
- 3) Foster-Powell K, Brand Miller JC: International tables of glycemic index. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 871S-893S.
- 4) American Diabetes Association: Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1999; 22: S42-S45.
- 5) Wolever TMS, Nuttall FQ, Lee R, et al: Prediction of the relative blood glucose response of mixed meals using the white bread glycemic index. *Diabetes Care* 1985; 8: 418-428.
- 6) Nuttall FQ, Mooradian AD, DeMarais R, et al: The glycemic effect of different meals approximately isocaloric and similar in protein, carbohydrate, and fat content as calculated using the ADA exchange lists. *Diabetes Care* 1983; 6: 432-435.
- 7) Bantle JP, Laine DC, Castle GW, et al: Postprandial glucose and insulin responses to meals containing different carbohydrates in normal and diabetic subjects. *N Engl J Med* 1984; 309: 7-12.
- 8) Coulston AM, Hollenbeck CB, Liu GC, et al: Effect of source of dietary carbohydrate on plasma glucose, insulin, and gastric inhibitory polypeptide responses to test meals in subjects with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 1984; 40: 965-970.
- 9) Wolever TMS, Jenkins DJA: The use of the glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *Am J Clin Nutr* 1986; 43: 167-172.
- 10) Laine DC, Thomas W, Levitt MD, et al: Comparison of predictive capabilities of diabetic exchange lists and glycemic index of foods. *Diabetes Care* 1987; 10: 387-394.
- 11) Weyman-Daum M, Fort P, Recker B, et al: Glycemic response in children with insulin-dependent diabetes mellitus after high- or low-glycemic-index breakfast. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 798-803.
- 12) Chew I, Brand JC, Thorburn AW, et al: Application of glycemic index to mixed meals. *Am J Clin Nutr* 1988; 47: 53-56.
- 13) Hollenbeck CB, Coulston AM, Reaven GM: Comparison of plasma glucose and insulin responses to mixed meals of high-, intermediate-, and low-glycemic potential. *Diabetes Care* 1988; 11: 323-329.
- 14) Behme MT, Dupre J: All bran vs corn flakes: plasma glucose and insulin responses in young females. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 1240-1243.
- 15) Wolever TMS: Glycemic index and mixed meals. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 1113-1117.
- 16) Indar-Brown K, Norenberg C, Madar Z: Glycemic and insulinemic responses after ingestion of ethnic foods by NIDDM and healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 89-95.
- 17) Jarvi AE, Karlstrom BE, Granfeldt YE, et al: The influence of food structure on postprandial metabolism in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 837-842.
- 18) Wolever TMS, Bolognesi C: Prediction of glucose and insulin responses of normal subjects after consuming mixed meals varying in energy, protein, fat, carbohydrate and glycemic index. *J Nutr* 1996; 126: 2807-2811.
- 19) Brand Miller JC: Importance of glycemic index in diabetes. *Am J Clin Nutr* 1994; 59 (Suppl): 747S-752S.
- 20) Jenkins DJA, Wolever TMS, Collier GR, et al: Metabolic effects of a low-glycemic-index diet. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 968-975.
- 21) Jenkins DJA, Wolever TMS, Kalmusky J, et al: Low-glycemic index diet in hyperlipidemia: use of traditional starchy foods. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 66-71.
- 22) Jenkins DJA, Wolever TMS, Buckley G, et al: Low-glycemic-index starchy foods in the diabetic diet. *Am J Clin Nutr* 1998; 48: 248-254.
- 23) Calle-Pascual AL, Gomez V, Leon E, et al: Foods with a low glycemic index do not improve glycemic control of both type 1 and type 2 diabetic patients after one month of therapy. *Diabete Metab* 1988; 14: 629-633.
- 24) Collier GR, Giudici S, Kalmusky J, et al: Low glycemic index starchy foods improve glucose

- control and lower serum cholesterol in diabetic children. *Diabetes Nutr Metab* 1988; 1: 11-19.
- 25) Fontvielle AM, Acosta M, Rizkalla SW, et al: A moderate switch from high to low glycemic-index foods for 3 weeks improves the metabolic control of Type I (IDDM) diabetic subjects. *Diabetes Nutr Metab* 1988; 1: 139-143.
  - 26) Brand JC, Colagiuri S, Crossman S, et al: Low-glycemic index foods improve long-term glycemic control in NIDDM. *Diabetes Care* 1991; 14: 95-101.
  - 27) Wolever TMS, Jenkins DJA, Vuksan V, et al: Beneficial effect of a low glycaemic index diet in type 2 diabetes. *Diabetic Med* 1992; 9: 451-458.
  - 28) Wolever TMS, Jenkins DJA, Vuksan V, et al: Beneficial effect of low-glycemic index diet in overweight NIDDM subjects. *Diabetes Care* 1992; 15: 562-564.
  - 29) Fontvielle AM, Rizkalla SW, Acosta M, et al: The use of low glycaemic index foods improves metabolic control of diabetic patients over five weeks. *Diabetic Med* 1992; 9: 444-450.
  - 30) Jarvi AE, Karlstrom BE, Granfeldt YE, et al: Improved Glycemic control and lipid profile and normalized fibrinolytic activity on a low-glycemic index diet in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 1999; 22: 10-18.
  - 31) Luscombe ND, Noakes M, Clifton PM: Diets high and low in glycemic index versus high monounsaturated fat diets: effects on glucose and lipid metabolism in NIDDM. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53: 473-478.
  - 32) Wolever TMS, Nguyen P, Chiasson J, et al: Determinants of diet glycemic index calculated retrospectively from diet records of 342 individuals with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 1994; 59: 1265-1269.
  - 33) American Diabetes Association (ADA) : Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus (Position Statement) . *Diabetes Care* 1994; 17: 519-522.
  - 34) Franz MJ, Horton ES Sr, Bantle JP, et al: Nutrition principles for the management of diabetes and related complications (Technical Review) . *Diabetes Care* 1994; 17: 490-518.
  - 35) Wolever TMS: The glycemic index: Flogging a dead horse ? *Diabetes Care* 1997; 20: 452-456.
  - 36) Brand Miller J, Colagiuri S, Foster-Powell K: The glycemic index is easy and works in practice. *Diabetes Care* 1997; 20: 1628-1629.
  - 37) Reaven GM, Coulston AM: Response to Brand Miller et al. *Diabetes Care* 1997; 20: 1629.
  - 38) 日本糖尿病学会編：(註) glycemic index. 「食品交換表」を用いる糖尿病食事療法指導のてびき, 文光堂, 1999, p48.