

糖尿病患者における食物繊維摂取量と食後血糖・インスリン分泌動態の検討

静岡赤十字病院 内 科

村 上 雅 子

浜松医科大学 第二内科

中 村 浩 淑

要旨：近年食物繊維摂取量の低下が糖尿病有病率増加の背景の一つである可能性が示唆されている。食物繊維摂取量が食後血糖と血中インスリン (immunoreactive insulin : IRI) 上昇に及ぼす影響につき検討するために、2型糖尿病患者において食物繊維を添加した食事と添加しない食事摂取後の食後血糖値と IRI の動態を比較検討した。教育入院治療後の糖尿病患者において、血糖値が安定した時点2日間で食物繊維量のみ異なる朝食の負荷試験を行い食前後の血糖と IRI を測定した。食物繊維を添加した高繊維食投与後は通常繊維食に比し、食後血糖上昇は30分後から抑制され、半数例では120分後まで抑制を認めた。血中インスリン上昇も30分後から抑制、半数例では120分後まで抑制を認めた。すなわち通常繊維食に比し食物繊維添加食摂取時には食後血糖上昇は抑制され、同時にインスリン分泌亢進の抑制が認められた。このことから食物繊維摂取による膵β細胞への負担を軽減する可能性が示唆された。

Key words：糖尿病，食物繊維摂取量，食後血糖，glycemic index

I. 結 言

日本人の食物繊維摂取量は1950年代には1日平均22g以上であったが、その後食生活の欧米化に伴って高蛋白・高脂肪食に偏り、現在では平均15gと減少し、糖尿病有病率増加の背景の一つである可能性が示唆されている¹⁾。

食物繊維とはヒトの消化酵素で分解されない食物成分で様々な生理作用が認められている。すなわち吸水作用・吸着作用や拡散阻害作用といった消化管における直接的な作用で食後の糖質の消化・吸収が遅延し、食後血糖の上昇が抑制されるものと考えられている²⁾。しかしながら糖尿病患者を対象にした食物繊維添加食の食後血糖およびインスリン動態を実際に検討した報告は少ない³⁾。そこで我々は2型糖尿病患者で食物繊維を添加した食事と添加しない食事摂取後の、食後血糖と血中インスリン (immunoreactive insulin : IRI) 値の変化を比較検討した。

II. 対象と方法

糖尿病教育入院中の2型糖尿病患者8名(男6名、女性2名、平均年齢 61.6 ± 8.6 歳)を対象とした。全例 sulfonyl Urea (SU) 薬ないしは α -glucosidase 阻害薬内服加療中で、糖尿病罹病期間は平均 1.3 ± 10.9 年であった。いずれも教育入院治療2週間後、血糖値が安定した時点連続2日間で以下の方法で朝食の食事負荷試験を行った。患者に第1日目は食物繊維非添加の通常繊維食(C)を、翌日2日目は食物繊維を添加した高繊維食(F)を投与、同一条件下で摂取前、30、60、90、120、180分後で採血し、血糖とインスリン値を測定した。食事はいずれも各患者に合わせた糖尿病食で、Cとしては主食を精白米、Fとして主食は精白米の50%を麦に置き換えることで食物繊維量を添加した。いずれも同一症例につき2食間に、主食における含有繊維量以外の総カロリーに差は無く各栄養素の量および副食内容も同一とした。全症例でCの含有繊維量は $3.5-3.7$ g/1食、Fで $6.1-6.9$ g/1食の範囲にあった。2日間

の試験期間で経口血糖降下薬および高血圧、高脂血症治療に対する治療は一切変更を行わず、運動療法は一定とした。表1に対象患者の臨床的背景を示す(表1)。各症例における連続する2日間の朝食負荷前の空腹時血糖、IRIは優位な差は認めず血糖コントロール状態は同程度であった。経口糖尿病治療薬としては全例ボグリボース(0.9 mg/day)投与中で、3名がグリベンクラミド(1.25-5 mg/day)、2名がグリクラシド(40-80 mg/day併用)、3名はボグリボース(0.9 mg/day)単独治療例であった。血糖は酵素法、IRIはRadioimmunoassay法にて測定した。対応のある2群間の有意差検定にはWilcoxon検定を用いた。数値はすべて平均値±標準偏差で示し、P値が0.05未満を統計的に有意とした。

III. 結 果

1) 食事負荷後の血糖の変動

F摂取後はC摂取後に比し、食後血糖上昇は5/6例で30分後から有意に抑制を示し(平均-29 mg/dl)、3/6例では120分後まで抑制を認めた(平均-54.7 mg/dl)。各症例で食事負荷前血糖を1とし食事負荷後の各時間後の血糖を増加率で表すと、FM摂取後は全例で30分後全経過を通じて有意に増加率の抑制を示した。すなわち食事負荷後30, 60, 120分各時間の血糖増加率の総計はC摂取後13.9であるのに対しF摂取後は7.0と有意に増加率の抑制を示した($p < 0.01$) (図1)。

表1 患者臨床背景

イニシャル	年齢 (yr)	BMI (kg/mm)	罹病期間 (yr)	総カロリー (mg/dl)	食物繊維(C) (g/meal)	食物繊維(F) (g/meal)	FPG (mg/dl)	IRI (uU/ml)	HbA1C (%)
IS	67	22	23	1600.0	3.6	7.8	103	7.0	8.5
UH	65	23	15	1600.0	3.6	7.8	113	5.9	6.7
MK	73	25	35	1600.0	3.6	7.8	116	3.7	7.1
IH	45	28	5	1440.0	3.6	7.1	150	8.3	10.0
YS	59	24.7	5	1440.0	3.6	7.1	104	4.7	12.4
SK	66	25	6	1440.0	3.6	7.1	110	9.1	13.7
TI	55	22	10	1280.0	3.5	6.5	93	4.5	12.2
WS	63	35.6	5	1280.0	3.5	6.5	119	13.0	5.8

対象2型糖尿病患者の臨床像と各負荷食中の含有食物繊維量を示す。
(C): 通常繊維食, (F): 高繊維食

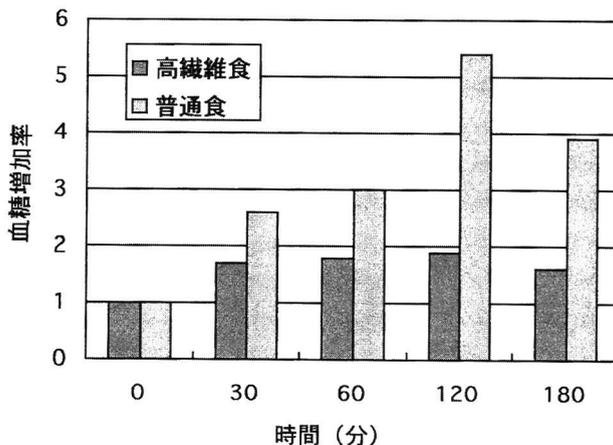


図1 食事負荷後血糖の変動
通常繊維食、高繊維食負荷後の食後血糖変動を示す

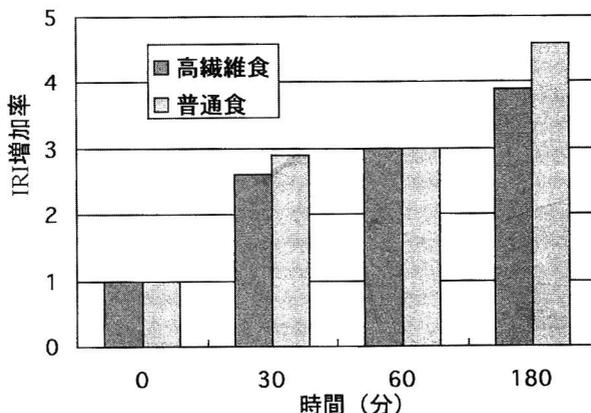


図2 食事負荷後のIRIの変動
通常繊維食、高繊維食負荷後の食後のインスリンの変動を示す。

2) 食事負荷後の IRI の変動

血中インスリン上昇も F 摂取後は C 摂取後に比し 5/6 例で 30 分後から抑制(平均 $-5.3 \mu\text{U/ml}$), 3/6 例では 120 分後も抑制を認めた(平均 $-6.3 \mu\text{U/ml}$). 各症例で食事負荷前 IRI を 1 とし食事負荷後の各時間後の IRI を増加率で表すと, 全例で F 摂取後は 30 分後全経過を通じて増加率の抑制の傾向を示した. すなわち食事負荷後 30, 60, 120 分各時間の血糖増加率の総計は C 摂取後 10.5 であるのに対し F 摂取後は 9.5 で IRI の増加率の抑制を示した ($p < 0.01$)

(図 2).

IV. 考 察

日本人の食物繊維摂取量の減少は, 最近の著しい糖尿病有病率増加の背景の一つである可能性が示唆されている^{1,2)}. 食物繊維は穀物, 野菜, キノコ類, 果実等に由来し, その生理作用として消化管における直接的な作用で食後の血糖上昇を抑制すると共に, 短鎖脂肪酸を介する二次的な作用により糖尿病の発症予防における有用性が示唆されている. 食物繊維摂取時に生成される短鎖脂肪酸の生理作用のうち膵臓の内・外分泌の促進, 血糖上昇率, Low Density Lipoprotein (LDL) コレステロールの抑制といった作用も注目されている²⁾. さらに β グルカン等の可溶性食物繊維は糖尿病において血糖, LDL コレステロールを抑制することが期待されている. このコレステロール低下作用は食物繊維を 20 g 以上摂ったときに期待されるといわれている^{3,4)}.

食品の食物繊維の量は glycemic index (GI) に影響する. GI は血糖化指数と言われ, ブドウ糖摂取後の 2 時間までの血糖上昇面積を 100 として他の食品の血糖上昇面積を比較した指標で, 食物繊維量が多い低 GI の食事が糖代謝・脂質代謝に理想的とされている. 同じ量の糖質を含む食品でも摂取後の血糖上昇率は食品により異なることが以前から知られていた. 1981 年に Jenkins が正常者を対象に 60 種類の同量の糖質を含む食品の摂取後 2 時間までの血糖曲線下面積を算出し, 同量のブドウ糖摂取時と比較し, 食品により血糖上昇が異なることを示している⁵⁾. しかしながら糖尿病患者を対象にした食物繊維添加食の食後血糖およびインスリン動態を実際に検討した報告は乏しい^{1,5,6)}. 今回 2 型糖尿病患者で食物繊維添加食摂取後には食後血糖上昇は抑制され, 同時にインスリン分泌の亢進抑制も認められた. さらには食物繊維摂取による膵 β 細胞への負担を軽減する可能性が示唆される.

食物繊維の摂取量と糖尿病発症率についてはラットにおける検討が報告されている. すなわち自然発症糖尿病モデル動物 WBN/Kob ラットにおいて, 低食物繊維飼料飼育群で 30 週齢から糖尿病発症が認められたのに対し, 高食物繊維飼料飼育群で 50 週齢に至ってようやく糖尿病発症がみられ 60 週齢にてもなお全例には糖尿病発症を認めなかった. つまり遺伝的に自然発症糖尿病モデル動物においても糖尿病発症および膵病変の発現には多くの環境因子が関与しており, 食物繊維摂取量の影響が大きいこと

を明らかにしている⁷⁾。

また近年多くの大規模研究で, impaired glucose tolerance (IGT) における糖尿病発症予防には, 生活習慣の改善が薬剤投与よりはるかに有効であることが相次いで示された。すなわち Finnish Diabetes Prevention Study (DPS) では, 1000 Kcal につき 15 g 以上の食物繊維の摂取, 脂肪摂取量を総カロリーの 30% 以内, 飽和脂肪酸 10% 以内等の生活習慣改善介入群で, 糖尿病発症の相対リスク減少は 58% であった⁸⁾。またアメリカにおける Diabetes Prevention Program (DPP) でも同様に生活習慣改善による IGT における糖尿病発症の相対リスク減少は 58% であり, メトフォルミンによる 31% に比べても更に有効な一次予防手段であることが示された⁹⁾。

さらに全死亡率や心血管死亡率は IGT において有意に高いことが欧州でも (Diabetes Epidemiology; collaborative analysis of Diagnostic criteria in Europe: DECODE)¹⁰⁾ 日本でも¹¹⁾ 最近報告された。特に糖負荷後血糖が高値であることは, 空腹時血糖とは独立して全死亡率や心血管死亡率に關与していることが示された。

以上糖尿病患者数が急増する中, その発症予防すなわち一次予防には, 生活習慣改善が極めて有効であることが近年明らかとなり, 食物繊維の十分な摂取はその改善目標の一つであることが明らかにされた。同時に食後過血糖の改善は, 心血管死亡率リスク減少に關与することが示され, 食事療法の中で十分な食物繊維摂取は, 今後一層臨床で重要であることが示唆された。

V. 結 語

2 型糖尿病患者で, 食物繊維を添加した食事と添加しない食事摂取後の食後血糖と血中インスリン値の変化を比較検討した。食物繊維添加食摂取後には食後血糖上昇は抑制された。同時にインスリン分泌の亢進も抑制され, 食物繊維摂取による膵 β 細胞への負担を軽減する可能性が示唆された。

文 献

1) Jenkins DJA, Goff DV, Leeds AR, et al. Unabsorbable carbohydrates and Diabetes: De-

creased Post-prandial Hyperglycemia. *Lancet* 1976; 24: 172-174.

- 2) Wursch P, Pi-Sunyer FX. The role of viscous soluble fiber in the metabolic control of diabetes. A viewh special emphasis on cereals rich beta-glucan. *Diabetes Care* 1997; 20: 1774-1780.
- 3) Bakker SJ. The association of dietary fibers with glucose tolerance is partly explained by concomitant intake of thiamine: The Hoorn Study. *Diabetologia* 1998; 41: 1168-1175.
- 4) 荒木 厚, 井藤英喜. 糖尿病における食事療法および運動療法の位置づけとその方法論-現状と今後の展開-. *日本臨床* 1999; 3: 160-166.
- 5) Jenkins DJ. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 362-366.
- 6) 土井邦紘: グリセミックインデックス. 食物繊維-基礎と臨床-. 東京: 朝倉書店; 1997. p. 412-420.
- 7) 西村正彦, 芹沢 治, 根本昌実ほか. WBN/Kob 系ラット糖尿病発症に及ぼす市販固形飼料の影響. *糖尿病動物* 1991; 5: 222-225.
- 8) Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001; 344: 1343-1350.
- 9) Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or Metformin. *N Engl J Med* 2002; 346: 393-403.
- 10) The DECODE study group on the half of the European Diabetes Epidemiology Group. Glucose tolerance and mortality; comparison of WHO and American Diabetes Association diagnostic criteria. *Lancet* 1999; 354: 617-621.
- 11) Tominaga M, Eguchi H, Manaka H, et al. Impaired glucose tolerance is a risk factor for cardiovascular disease, but not impaired fasting glucose. *Diabetes Care* 1999; 22: 920-924.

Effects of Dietary Fiber on Post-prandial Hyperglycemia and serum insulin levels of Patients with Type 2 Diabetes

Masako Murakami

Department of Internal Medicine, Shizuoka Red Cross Hospital

Hirotohi Nakamura

Second Department of Internal Medicine, Hamamatsu University School of Medicine

Abstract : Dietary fiber deficiency appears to be one of the major factors in the development of diabetes. We have therefore studied the effect of dietary fiber on the subjects with type 2 diabetes. Two test meals were taken on separate days by 8 patients with type 2 diabetes after 13-hour overnight fasts. Addition of 3-4.2g dietary fiber to the control meal decreased markedly the rise in blood glucose between 30 and 120 minutes and also resulted in remarkably lower insulin levels between 30 and 120 minutes. This addition of dietary fiber to the diet of diabetics decreased post-prandial hyperglycemia and serum insulin responses to carbohydrate feeding, and would be expected to improve the glycemic control in the subjects with type 2 diabetes.

Key words : dietary fiber, diabetes mellitus, post-prandial hyperglycemia, serum insulin levels, glycemic index



連絡先：村上雅子；静岡赤十字病 内科

〒 420-0853 静岡市追手町 8-2 TEL (054)254-4311