

血糖変動におよぼす難消化性デキストリンの影響

— ブドウ糖溶液と米飯摂取後の比較 —

中 島 英 洋 *

大阪青山大学健康科学部健康栄養学科¹⁾

Effect of indigestible dextrin on changes in postprandial blood glucose

— Comparison of glucose and rice —

Hidehiro NAKAJIMA

Faculty of Health Science, Department of Health and Nutrition, Osaka Aoyama University

Summary Changes in blood glucose were evaluated to investigate influence of indigestible dextrin on postprandial blood glucose after a glucose solution intake and a rice intake.

One hundred fifty-four healthy adults were divided into four groups; (1)glucose solution without indigestible dextrin(ID), (2)glucose solution with ID, (3)rice without ID and (4)rice with ID. The subjects received glucose solution or rice with/without ID. Blood glucose concentrations were measured in fasting and at 30, 60 and 120min after the test meal.

There was no difference of the peaks of blood glucose concentrations between the glucose solution group and the rice group, but the blood glucose levels after the rice intake were significantly higher than those after the glucose solution intake at 60 and 120 min postprandially (60min $p<0.05$, 120min $p<0.01$). This result indicated that the blood glucose curves could vary with the types of sugar.

When comparing the blood glucose curves between the test meal with ID and that without ID, no difference of the peaks of blood glucose curves was detected in the glucose solution group and the rice group. However, after the peaks, the blood glucose curves showed rapid decreases in the glucose solution with ID and rice with ID, compared to those without ID.

The glucose solution with ID showed the significant change in blood glucose within 30-120 min postprandially($p<0.05$), compared to that without ID. In contrast, the rice with ID showed the significant change in blood glucose within 30-60 min postprandially, which was the early postprandial phase, compared to that without ID($p<0.05$). These suggested that ID impacted on the changes in blood glucose after the glucose solution intake and the rice intake, but a different mechanism might work on the lowering of blood glucose between glucose and rice.

(accepted. Dec. 25, 2008)

Keywords : indigestible dextrin, blood glucose curve, glucose, rice

難消化性デキストリン, 血糖曲線, ブドウ糖, 米飯

緒 言

難消化性デキストリンは、ジャガイモあるいはトウモロコシデンプンを加熱処理することにより、デンプン本来の α -1,4, α -1,6 結合に加え、 β -1,2, β -1,3 結合などヒトの消化酵素により消化されない結合を生成し、難消化性糖質の性質を持たせた水溶性食物繊維である¹⁻³⁾。難消化性デキストリンは、食後の血糖上昇を穏やかにし、長期連続摂取に対する安全性も確認されており、現在、

この効果を利用した特定保健用食品が多く商品化されている⁴⁻⁹⁾。

一般に水溶性食物繊維の血糖上昇抑制作用は、上部消化管において消化管内容物がゲルを形成することにより粘性を高め、消化管移動速度や消化吸収に影響を及ぼし、糖の吸収を遅延させることにより発現する¹⁰⁾。しかし、難消化性デキストリンは低粘性であるにもかかわらず血糖上昇抑制作用を示す。作用機序として、難消化性デキ

* E-mail: h-nakajima@osaka-aoyama.ac.jp

1) 〒562-8580 箕面市新稲 2-11-1

ストリンがスクラーゼ・イソマルターゼ複合体¹¹⁾などの絨毛膜二糖類分解酵素と関連したブドウ糖輸送路（Disaccharidase related transport：DRT）を抑制し、二糖類の膜消化により生じたブドウ糖の小腸粘膜上皮細胞からの吸収を低下させることが推測されている^{3, 4)}。さらに難消化性デキストリンは二糖類分解酵素に依存しないブドウ糖の経口負荷試験でも血糖上昇抑制作用を発現することが示され^{8, 13)}、前記の機序とは別に、食物繊維の消化管内への機械的刺激等が、血糖調整に働く消化管ホルモン（腸管グルカゴン様物質など）や膵ホルモン（インスリン、グルカゴン）などの分泌に影響を与え、血糖上昇を抑制することが示唆されている^{4, 14)}。このように難消化性デキストリンの血糖値上昇抑制効果の発現機序は単一ではなく、糖質の種類によっても異なる^{5, 6)}。

これまでの、ヒトを対象とした難消化性デキストリンによる、食後血糖最高値の抑制を検討した研究では、研究対象が健常人であるか耐糖能障害を持つ人かによって効果が異なる。健常成人では難消化性デキストリン付加により食後血糖値が低下したという報告がある^{5, 6, 15)}、一方、難消化性デキストリンの付加を行っても非付加との食後血糖の差は見られなかったという報告もあり¹⁶⁻¹⁹⁾、一定した結果が得られていない。また食品摂取後の血糖上昇の程度を数量化した指標であるglycemic index（GI）および血糖反応曲線下面積（Area under the curve：AUC）^{20, 21)}への難消化性デキストリン付加の影響を検討した研究でも、GIやAUCに食後血糖最高値が大きな影響与えることも一因し、一定した結果が得られて

いない^{17, 22)}。

本研究は、食後血糖最高値の影響が小さい、経時的な食後血糖変動状態を分析することにより、異なった糖質に対する難消化性デキストリンの食後血糖値への影響の違いを検証することを目的とした。健常成人を対象に難消化性デキストリンとともに米飯またはブドウ糖の経口摂取をおこない、米飯またはブドウ糖のみを経口摂取した群を対照として食後血糖変動を観察した。

実験方法

1. 実験対象

実験は大阪青山大学健康科学部健康栄養学科において、2006年度から2008年度の解剖生理学実験の一環として実施され、被験者は2年次生154名（年齢19～20歳、男性40名、女性114名）であった。糖尿病の既往がある者および実験前の絶食を行わなかった者は被験者から除外されている。

2. 試験方法

1) 実験群

実験は、被験者を(1)ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群、(2)ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン付加群、(3)米飯・難消化性デキストリン非付加群、(4)米飯・難消化性デキストリン付加群の4群に分け、試験食品の単回摂取により行った。各群の被験者の背景は表1に示した。

表1 各群における被験者背景

摂取糖質	難消化性 デキストリン		n (人)	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)
ブドウ糖溶液	非付加	女性	25	19.5±0.1	158.1±1.1	53.2±1.3	21.3±0.5
		男性	9	19.0±0.0	169.9±2.6	60.6±2.0	19.4±2.3
		全体	34	19.4±0.1	161.3±1.4	55.1±1.2	20.8±0.7
	付加	女性	23	19.3±0.1	159.3±1.0	52.0±1.6	20.4±0.5
		男性	8	19.1±0.1	175.2±1.7	67.7±2.1	22.0±0.5
		全体	31	19.3±0.1	163.4±1.5	56.1±1.8	20.9±0.4
米飯	非付加	女性	47	19.2±0.1	158.7±0.8	55.4±1.4	22.0±0.5
		男性	13	19.2±0.1	173.2±0.9	60.4±1.9	18.6±1.7
		全体	60	19.2±0.1	161.7±1.0	56.5±1.2	21.3±0.5
	付加	女性	19	19.3±0.1	157.0±1.1	52.4±1.4	21.2±0.5
		男性	10	19.3±0.2	170.1±2.4	59.4±2.3	20.5±0.7
		全体	29	19.3±0.1	161.5±1.6	54.8±1.4	21.0±0.4

数値は平均値±標準誤差で示した。

2) 試験食品

試験食品の組成は表2に示した。

ブドウ糖溶液群では、検査用経口 50gブドウ糖溶液（トレランG液 50g, 味の素ファルマ, 東京）を摂取した。難消化性デキストリン付加群ではブドウ糖溶液摂取前にトウモロコシデンプン由来の難消化性デキストリン 5.4g（イーザーファイバー, 小林製薬, 大阪）を服用した。

米飯群では、無菌化包装米飯 200g（サトウのごはん, サトウ食品, 新潟）を摂取した。米飯摂取にあたっては味付けの目的でふりかけ 1.7~2.3g（おとなのふりかけミニ, 永谷園, 東京）を添加した。難消化性デキストリン付加群では米飯摂取前に、ブドウ糖溶液群と同様に難消化性デキストリン 5.4g（イーザーファイバー）を服用した。

3) 血糖測定

血糖測定は、最初に試験食品摂取前に行い、その後、難消化性デキストリン非付加群では試験食品を摂取、難

消化性デキストリン付加群では難消化性デキストリンを服用した後に試験食品を摂取した。それ以降の血糖測定は試験食品摂取終了時を0分として、30分、60分、120分後に行なった。

血糖測定に際し、試験前5時間から12時間の絶食で臨み、測定中は試験食品と少量の水または緑茶以外のドリンク類、食事、間食の摂取は禁止し、出来るだけ安静な姿勢で座席についているようにした。

4) 血糖測定キット

血糖測定にはグルコースオキシダーゼ酵素電極法による自己検査用グルコース測定器（測定器：メディセーフミニGR-102, 測定用チップ：メディセーフチップMS-GC30, テルモ, 東京）を用いた。採血・測定は、穿刺ペン（メディセーフファインタッチ, テルモ, 東京）に装着した穿刺針（メディセーフ針, テルモ, 東京）で指先を穿刺し、血液を一滴絞り出し、センサーの先端に血液を接触させることにより被験者自身が行った。

表2 実験食品の組成

検査用経口 50 g ブドウ糖液		難消化性デキストリン	
トレランG液 50g	1 瓶 (150mL) 中	イーザーファイバー	製品 1 パック (5.4g) あたり
デンプン部分加水分解物 (ブドウ糖として)	66.7 g (50.0g)	エネルギー	6.6kcal
クエン酸水和物 (矯味剤)	0.3g	たんぱく質	0g
香料、バリン	微量	脂質	0g
二酸化炭素	適量	糖質	0.44g
		食物繊維	4.8g
		ナトリウム	0.012~0.12mg
		リン	0mg
		カリウム	0.00072~0.0072mg
		コレステロール	0g

無菌化包装米飯		ふりかけ	
サトウのごはん	製品 1 パック (200g) あたり	おとなのふりかけミニ	製品 1 袋 (1.7~2.3g) あたり
エネルギー	302kcal	エネルギー	5~8kcal
水分	125.4g	たんぱく質	0.2~0.5g
たんぱく質	4.2g	脂質	0.03~0.2g
脂質	0.8g	炭水化物	0.9~1.3g
炭水化物	69.4g	ナトリウム	96~145mg
灰分	0.2g	食塩相当量	0.24~0.4g
ナトリウム	1mg		
食塩	0.02g未満		

5) 血糖反応曲線下面積 (area under the curve : AUC) 算出

AUCは、栗根らの方法に従い²¹⁾、実験食品負荷前血糖値から水平に引かれた基線と負荷前から摂取後 120 分までの血糖曲線の間の面積を求めた。

3. 統計学的処理

測定値は平均値±標準誤差で表した。ブドウ糖液群と米飯群間および難消化性デキストリン非付加群と付加群間の比較にはStudent's t-testを行った。有意水準は両側検定で5%以下 ($p<0.05$) とした。

実験結果

1. ブドウ糖溶液摂取と米飯摂取間の食後血糖値の比較

ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群および米飯・難消化性デキストリン非付加群の摂取後の血糖曲線を図1に示した。

ブドウ糖溶液群は摂取 30 分後を最高値 ($141.7 \pm 4.8\text{mg/dL}$) とする一つのピークを有する形態を示し、摂取 60 分後 $127.7 \pm 5.3\text{mg/dL}$ 、摂取 120 分後 $100.7 \pm$

3.1mg/dL と低下した。一方、米飯群は摂取 30 分後に最高値 ($144.5 \pm 3.2\text{mg/dL}$) を示したが、摂取 60 分後も $141.9 \pm 3.2\text{mg/dL}$ と最高値とほぼ同値でブドウ糖とは異なった平坦部を有する形態を示した。摂取 120 分後には $113.1 \pm 2.2\text{mg/dL}$ と低下した。

ブドウ糖溶液群と米飯群を比較すると、最高値には両群間で差は見られなかったが、摂取 60 分後、摂取 120 分後で米飯群が有意な高値を示した (摂取 60 分後 $p<0.05$, 120 分後 $p<0.01$)。

血糖反応曲線下面積 (AUC) の比較では、米飯群がブドウ糖溶液群に比較し、有意な高値を示した (米飯 $5,342 \pm 283\text{mg/dL} \cdot \text{min}$, ブドウ糖溶液 $4,082 \pm 338\text{mg/dL} \cdot \text{min}$, $p<0.01$)。

2. 難消化性デキストリン摂取による食後血糖値への影響

ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群および付加群、米飯・難消化性デキストリン非付加群、付加群の摂取後の血糖曲線を図2に示した。

血糖曲線では、ブドウ糖溶液群、米飯群ともに難消化性デキストリン付加と非付加の血糖値を比較すると、い

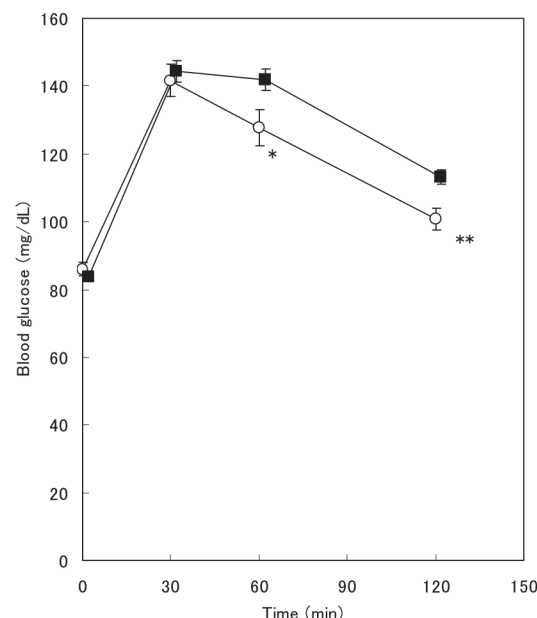


図1 ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群と米飯・難消化性デキストリン非付加群の試験食品摂取後の血糖曲線

○：ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群 n=34

■：米飯・難消化性デキストリン非付加群 n=60

* $p<0.05$ ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群 (摂取 60 分後) と米飯・難消化性デキストリン非付加群 (摂取 60 分後) を比較して有意差あり

** $p<0.01$ ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群 (摂取 120 分後) と米飯・難消化性デキストリン非付加群 (摂取 120 分後) を比較して有意差あり

ずれの測定時でも有意差は見られなかった。しかしながら、ブドウ糖溶液群、米飯群とも難消化性デキストリン付加と非付加の血糖曲線の間には最高値以降にズレが観察され、付加を行なったほうが血糖低下が急速であった。

3. 難消化デキストリン摂取による食後血糖変化量への影響

ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群および

付加群、米飯・難消化性デキストリン非付加群、付加群における摂取前から摂取 30 分後 (Δ pre-30)、摂取 30 分後から 60 分後 (Δ 30-60)、摂取 60 分後から 120 分後 (Δ 60-120)、摂取 30 分後から 120 分後 (Δ 30-120) の血糖変化量を図 3 に示した。

血糖変化を難消化性デキストリン非付加群と付加群間で比較すると、ブドウ糖溶液群では最高値を示した摂取 30 分後以降、非付加群、付加群ともに単位時間当たりは

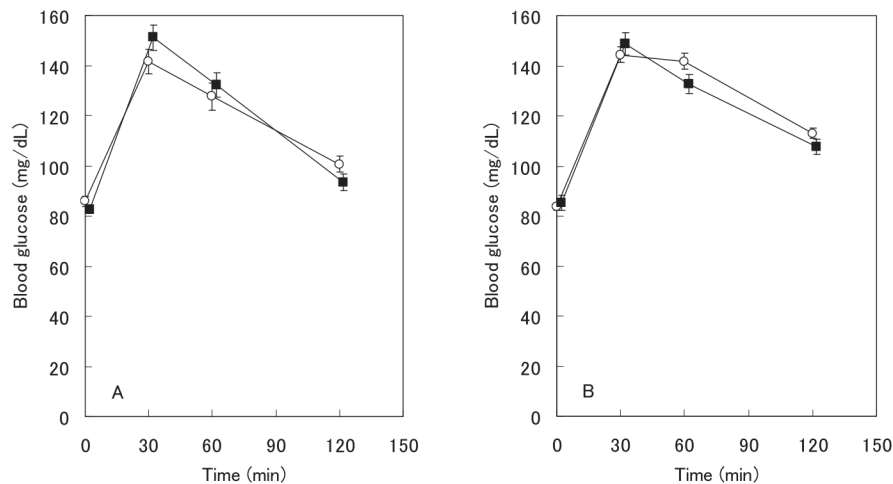


図 2 ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群および付加群 (A)、米飯・難消化性デキストリン非付加群および付加群 (B) の試験食品摂取後の血糖曲線

A: ブドウ糖, ○: 難消化性デキストリン非付加 n=34, ■: 難消化性デキストリン付加 n=31
B: 米飯, ○: 難消化性デキストリン非付加 n=60, ■: 難消化性デキストリン付加 n=29

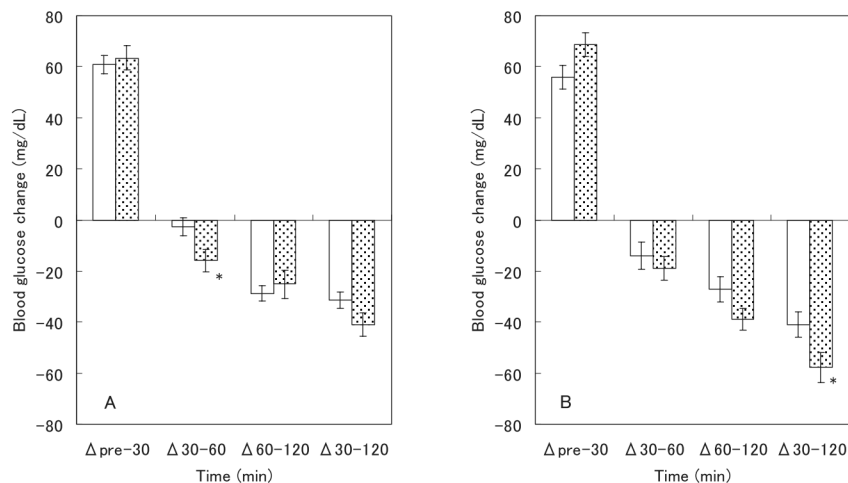


図 3 ブドウ糖溶液・難消化性デキストリン非付加群および付加群 (A)、米飯・難消化性デキストリン非付加群、付加群 (B) における試験食品摂取前から摂取 30 分後 (Δ pre-30)、摂取 30 分後から 60 分後 (Δ 30-60)、摂取 60 分後から 120 分後 (Δ 60-120)、摂取 30 分後から 120 分後 (Δ 30-120) の血糖変化量

A: ブドウ糖溶液, □: 難消化性デキストリン非付加 n=34, ▨: 難消化性デキストリン付加 n=31
B: 米飯, □: 難消化性デキストリン非付加 n=60, ▨: 難消化性デキストリン付加 n=29

* $p < 0.05$ 難消化性デキストリン非付加群と付加群を比較して有意差あり

ば一定の割合で血糖値が低下し、非付加群は ($\Delta 30-60$) $-14.0 \pm 5.4 \text{ mg/dL}$, ($\Delta 60-120$) $-27.0 \pm 5.0 \text{ mg/dL}$ であったが、付加群は ($\Delta 30-60$) $-19.0 \pm 4.5 \text{ mg/dL}$, ($\Delta 60-120$) $-38.8 \pm 4.2 \text{ mg/dL}$ と非付加群に比較し大きな割合で血糖は低下した。さらに摂取後全血糖低下量 ($\Delta 30-120$) では非付加群 $-41.0 \pm 5.1 \text{ mg/dL}$ に比較し、付加群は $-57.8 \pm 5.9 \text{ mg/dL}$ と有意な減少を示した ($p < 0.05$)。

米飯群では、難消化性デキストリン非付加群は ($\Delta 30-60$) において $-2.6 \pm 3.5 \text{ mg/dL}$ とほとんど最高値からの低下を示さなかったが、付加群は $-15.9 \pm 4.3 \text{ mg/dL}$ と非付加群に比較し有意に低下した ($p < 0.05$)。($\Delta 60-120$) では非付加群 $-28.8 \pm 3.1 \text{ mg/dL}$, 付加群 $-25.1 \pm 5.4 \text{ mg/dL}$ と両群間では差は見られなかった。摂取後全血糖低下量 ($\Delta 30-120$) は非付加群 $-31.4 \pm 3.4 \text{ mg/dL}$ に対し、付加群 $-41.1 \pm 4.7 \text{ mg/dL}$ と統計学的有意差は認められなかったが大きくなる傾向が見られた。

考 察

1. ブドウ糖溶液摂取と米飯摂取間の食後血糖値の比較 (図1)

25gから 100gのブドウ糖経口負荷において、健常成人では、糖負荷量にかかわらず血糖曲線がほとんど変わらないことが報告されている²³⁾。したがって、健常成人を対象とした本研究では、糖質負荷量がブドウ糖溶液群 (50g) と米飯群 (69.4g) で異なっているが、ブドウ糖溶液群と米飯群の血糖変化の動向の違いを推測することは可能と考えられた。

ブドウ糖溶液群と米飯群間で最高値には有意差は認められなかったが、摂取 60 分後、120 分後は米飯群が高値であった (60 分後 $p < 0.05$, 120 分後 $p < 0.01$)。この結果は、糖質の種類により血糖曲線の形態が異なり、単糖類に比較し多糖類の摂取後の血糖低下が遅延することを示した。これは単糖類であるブドウ糖と多糖類であるデンプンとの消化・吸収の過程の違いに起因すると考えられた。すなわち、デンプンは管腔消化によりマルトースなどの二糖類となり、さらに膜消化により単糖類にまで分解後、小腸吸収細胞の輸送担体により吸収され、細胞内を通過し、毛細血管へ移送され、血中に入るまでに多糖類→二糖類→単糖類の消化段階を経る。それに対し、単糖類であるブドウ糖は消化段階を経ることなく、小腸吸収細胞の輸送担体により吸収され、細胞内を通過し、毛細血管へ移送され、直接血中に入ることを反映しているためと考えられた²⁴⁾。

食品摂取後の血糖上昇の程度を数量化した指標であ

る glycemic index (GI) は、ブドウ糖 50g摂取後 2 時間までの血糖反応曲線下面積 (AUC) を 100 として、その他の食品 (炭水化物量 50g) のAUCを比較したもので^{20, 21)}, Jenkinsらによれば精白米は 72 ± 9 である²¹⁾。しかしながら本研究においては図1が示すようにブドウ糖溶液群より米飯群のAUCのほうが大きく、米飯のGIが高いことを示した。コメの品種や加工法によりGIが異なることが示されているが^{25, 26)}, 本研究では、通常の炊飯調理を行ったものではなく、加熱・包装された無菌化包装米飯を用いた。このことが米飯のAUCに影響を与えたのではないかと推測している。林らの実験ではブドウ糖を 100 としたとき、白米が 135 であったと報告しており²⁷⁾, 今後の検討が必要と考えている。

2. 難消化性デキストリン摂取による食後血糖値への影響 (図2)

これまで、健常成人において、食後最高血糖値により検討された難消化性デキストリンの食後血糖上昇抑制効果は一定の知見を得られていない。健常成人を対象とした本研究においては、ブドウ糖溶液群、米飯群ともに難消化性デキストリン付加によって、血糖値は付加を行なわなかった場合と比較し、統計学的有意差はみられなかった (図2)。しかしながら、血糖曲線を観察すると、両群とも難消化性デキストリン付加を行なった場合には、最高値以降の血糖曲線は非付加群に比較し、急速な低下を示した。このことより健常成人であっても難消化性デキストリンが血糖変動に影響を及ぼしている可能性があると考えられた。

そこで本研究では、異なった糖質に対する難消化性デキストリンの効果を最高血糖値の影響の少ない、血糖低下時の血糖変化量を解析することにより検討した。

3. 難消化性デキストリン摂取による食後血糖変化量への影響 (図3)

血糖変化量を難消化性デキストリン付加群、非付加群間で比較すると、ブドウ糖溶液群では、摂取 30 分から 120 分後に、付加群は非付加群に比し、統計学的に有意な減少を示した ($p < 0.05$)。また米飯群は、非付加群が最高値を含む平坦部を示す摂取 30 分から 60 分後の間に、付加群では血糖値が非付加群に先立ち減少し、血糖変化量は非付加群に比較し、有意な低下を示した ($p < 0.05$)。このことより、本研究では、難消化性デキストリンはブドウ糖溶液、米飯群ともに摂取後の血糖変動に影響を与え、血糖低下を促進していることが推測された。またブドウ糖溶液群では明らかな血糖低下が摂取後 2 時間をか

けて見られたのに対し、米飯群では摂取後早期（30分から60分後）に明らかな血糖低下が出現し、ブドウ糖と米飯では難消化性デキストリンの血糖上昇抑制の機序が異なることが推測された。

難消化性デキストリンの血糖上昇抑制の作用機序のひとつとして、難消化性デキストリンが絨毛膜二糖類分解酵素と関連した輸送路（Disaccharidase related transport : DRT）を介したブドウ糖吸収を抑制し、ショ糖やマルトース負荷後の血糖上昇を緩徐にすることが示唆されている⁴⁾。本研究の米飯群における血糖低下の一因として、この血糖上昇抑制の機序が関与していると考えられる。

さらに、本研究において、二糖類分解酵素に依存しないブドウ糖溶液群でも難消化性デキストリンが血糖低下を促進することが示され、DRT抑制以外の機序も血糖上昇抑制作用に関与していることが推測された。若林らによれば⁴⁾、経口摂取により消化管より分泌されインスリン分泌を促進するホルモンであるインクレチン²⁸⁾の関与が示唆されている。食物繊維摂取時には、消化管への機械的刺激によりインクレチンの一つであるglucagon-like peptide-1 (GLP-1) が分泌される。分泌されたGLP-1は膵β細胞からのインスリン分泌を亢進させると同時にグルカゴン分泌を阻害し、血糖を低下させる^{14,28,29)}。糖質と難消化性デキストリンを同時に摂取したとき、どのように難消化性デキストリンがインクレチンに影響を与え、血糖変動をひき起こすかは、インクレチンやインスリン、グルカゴン分泌量の測定を含めた今後の検討が必要であるが、難消化性デキストリンのインクレチンへの影響がブドウ糖摂取時における血糖低下に作用していることは、可能性のある機序の一つと考えられた。

本研究より、難消化性デキストリンは、健常成人であっても米飯群、ブドウ糖溶液群ともに最高値以降の血糖低下変化量に影響を与えることが示唆された。ブドウ糖溶液群では明らかな血糖低下が摂取後2時間にわたって見られたのに対し、米飯群では明らかな血糖低下は摂取後早期（30分から60分後）に出現した。このことよりブドウ糖と米飯では、難消化性デキストリンの血糖変動に対する作用機序が同一ではないことが推測された。

要 約

糖質負荷後の血糖変動状態を分析することにより、異なった糖質に対する難消化性デキストリンの食後血糖値への影響の違いを検証した。

健常成人 154 名を(1)ブドウ糖溶液・難消化性デキスト

リン非付加群 (34 名), (2)ブドウ糖溶液・付加群 (31 名), (3)米飯・非付加群 (60 名), (4)米飯・付加群 (29 名) の 4 群に分け、ブドウ糖溶液または米飯とともに難消化性デキストリンを付加した場合と付加を行なわなかった場合の血糖値を摂取前、摂取後 30 分、60 分、120 分に測定した。

ブドウ糖溶液群と米飯群の食後血糖を比較すると、最高値には両群間で差は見られなかったが、摂取 60 分後、摂取 120 分後で米飯群がブドウ糖溶液群に比較し有意な高値を示し（摂取 60 分後 $p<0.05$, 120 分後 $p<0.01$ ）、糖質の種類により血糖曲線に違いがあることが示された。

難消化性デキストリン付加と非付加を比較すると、ブドウ糖溶液群、米飯群とも付加と非付加の血糖曲線の間には最高値以降にズレが観察され、血糖低下は付加を行なったほうが急速であった。血糖変化量では、ブドウ糖溶液群は、非付加に比較し付加を行なったときに摂取 30 分から 120 分後で明らかな血糖低下を示した（非付加群 $-41.0\pm5.1\text{mg/dL}$, 付加群 $-57.8\pm5.9\text{mg/dL}$, $p<0.05$ ）。一方、米飯群は、難消化性デキストリン付加群で摂取 30 分から 60 分後の摂取早期より血糖は変化し、非付加群に比較し有意な低下を示した（摂取 30 分から 60 分後の変化量（ Δ 30-60）: 非付加群 $-2.6\pm3.5\text{mg/dL}$, 付加群 $-15.9\pm4.3\text{mg/dL}$, $p<0.05$ ）。

以上より、難消化性デキストリンは、健常成人であっても米飯群、ブドウ糖溶液群ともに最高値以降の血糖低下変化量に影響を与えるが、しかしブドウ糖と米飯では、難消化性デキストリンの血糖変動に対する作用機序が異なることが推測された。

文 献

- 1) 大隈一裕, 松田功, 勝田康夫, 岸本由香, 辻啓介. 難消化性デキストリンの開発. J Appl Glycosci 2006; 53:65-69.
- 2) 若林茂, 植田由香, 大隈一裕, 松岡瑛. 高ショ糖食 SD系ラットの耐糖能におよぼす難消化性デキストリンの影響. 医学のあゆみ 1991;159:945-946.
- 3) 田代操, 加藤みずほ. コンスターチより調整された難消化デキストリンがストレプトゾシン糖尿病ラットの耐糖能におよぼす影響. 日本栄養・食糧学会誌 1999;52:21-29.
- 4) 若林茂, 植田由香, 松岡瑛. 各種糖質負荷後のラットの血糖値ならびにインスリン分泌に及ぼす難消化性デキストリンの影響. 日本栄養・食糧学会誌 1993;46:131-137.
- 5) 福田悟志, 中野武登. 食後血糖上昇に対する難消化性デキストリン配合緑茶飲料の影響および長期連続摂取による安全性の検討. 日本臨床生化学会雑誌 2002;32:207-212.

- 6) 梶本修身, 波多野健二, 大槻 功, 宮国洋一郎, 中川 聡史, 梶本佳孝. 「難消化性デキストリン配合ピァテイスト飲料」の食後血糖上昇抑制効果の検討. 新薬と臨牀 2005;54:346-356.
- 7) 山崎祥史, 福田真一, 白石浩荘, 泉 康雄. 難消化性デキストリンを配合した米菓の摂取が健常成人の食後血糖値に与える影響—米菓 80kcal摂取における検討—. 生活衛生 2006;50:84-88.
- 8) 長田正久, 高塚洋二. 難消化性デキストリン配合粉末緑茶の長期摂取における血糖値および安全性に対する影響. PROGRESS IN MEDICINE 2007;27:1023-1029.
- 9) 濱本健, 塩谷健一. 難消化性デキストリン配合ブラックコーヒー飲料の食後血糖値上昇抑制効果並びに過剰摂取及び長期摂取時の安全性. 日本臨床栄養学会雑誌 2007;28:319-327.
- 10) Jenkins DJ, Wolever TM, Leeds AR, Gassull MA, Haisman P, Dilawari J, Goff DV, Metz GL, Alberti KG. Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. Br Med J 1978;27:1392-1394.
- 11) 鈴木裕一. 第11章 消化と吸収, III 消化管の吸収. 本郷利憲, 廣重勉, 豊田順一(監修). 標準生理学 第6版. p733-746, 医学書院, 東京, 2005.
- 12) 武田英二, 竹谷豊. エビデンスからみた機能性食品の現状 2. 耐糖能改善食品 (1) 食物繊維. 栄養・評価と治療 2004;21:237-240.
- 13) 若林茂. 難消化性デキストリンの耐糖能に及ぼす影響 (第1報) 消化吸収試験および糖負荷試験による検討. 日内分泌会誌 1992;68:623-635.
- 14) 山下亀次郎. 食物繊維と糖・脂質代謝. 臨床栄養 1994;84:269-274.
- 15) 若林茂, 岸本由香, 南部征喜, 松岡瑛. 健常人の食後血糖値に及ぼす難消化性デキストリンの影響. 難消化性デキストリンの耐糖能に及ぼす影響(第V報). 日本食物繊維研究会誌 1999;3:13-19.
- 16) 伊藤聖, 草場宣廷, 河村嘉奈, 池口主弥, 高垣欣也, 陶易王, 辻啓介. 難消化性デキストリン含有大麦若葉粉末飲料の食後血糖値への影響および長期摂取時の安全性. 薬理と治療 2006;34:945-952.
- 17) 丸山亜希, 下田妙子, 井上正子. 消化性デキストリン添加アイスクリームの食後血糖値及びインスリン分泌に及ぼす影響. 九州女子大学紀要自然科学編 2005;41:45-53.
- 18) 関崎和樹, 米澤博. 難消化性デキストリン配合包装白飯の食後血糖上昇抑制効果および長期摂取における安全性. 健康・栄養食品研究 2001;4:81-88.
- 19) 川崎史子, 松田昌文, 平松智子, 広恵一美, 河原和枝, 守屋久美子, 加来浩平. 難消化性デキストリン配合茶飲料の有用性の検討—食後血糖上昇反応およびその他血中成分に及ぼす影響—. 健康・栄養食品研究 2000;3:65-72.
- 20) Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. Am J Clin Nutr 1981;34:362-366.
- 21) 栗根尚美, 新井英一, 武田英二, 松村晃子, 高橋保子. 低Glycemic Index食品は2型糖尿病の発症を予防し治療効果を有する. 四国医誌 2002;58:194-200.
- 22) 峰尾茂, 前島大輔, 竹石欣司, 佐藤真治. 難消化性デキストリン含有低GIクッキーの摂取後血糖抑制効果. 日本栄養・食糧学会総会講演要旨集 2004;58:162.
- 23) 羽倉稜子. グルコース負荷後のインスリン反応と糖尿病. 診断と治療 1985;73:1671-1677.
- 24) Guyton AC. Digestion and absorption in the gastrointestinal tract in "Textbook of medical physiology 8th ed." p726-753, W.B.Saunders, Philadelphia, 1991.
- 25) 合田敏尚. グリセミックインデックス (GI) 値に影響する食品成分—消化管内での消化・吸収の遅延因子—. Kellogg's Update 2003;69:3-7.
- 26) 大澤実, 井上直人. アミロース含量の異なるコメにおけるデンプンの α -アミラーゼによる消化性とグリセミック・インデックス. 日作紀 2007;76:410-415.
- 27) 林進, 柳井一男, 田中照二. これからの栄養指導—Glycemic Indexの応用—. PRACTICE 2001;18:89-91.
- 28) Holst JJ. The physiology of glucagons-like peptide 1. Physiol Rev 2007;87:1409-1439.
- 29) 佐々木雅也, 福永哲也. 栄養素・食品から見た生活習慣病. 食物繊維. Modern Physician 2003;23:789-792.
- 30) Massimino SP, McBurney MI, Field CJ, Thomson AB, Keelan M, Hayek MG, Sunvold GD. Fermentable dietary fiber increases GLP-1 secretion and improves glucose homeostasis despite increased intestinal glucose transport capacity in healthy dogs. J Nutr 1998;128:1786-1793.