

論文の要旨

論文題目 Glycemic Index of Japanese Foods based on White Rice as a
Reference: Comparison between Type 2 Diabetes and Non-diabetics
(和訳) 米飯を基準とした日本食品のグリセミック・インデックス: 2型糖
尿病患者と非糖尿病患者の比較

指導教官 川久保 清

東京大学大学院医学系研究科

平成 8 年 4 月 入学

博士後期課程

健康科学・看護学専攻

氏名 Tang Ann Chuo (鄭 珠)

1. 緒 言

近年、糖尿病の食事療法については、脂肪量と炭水化物量の適切摂取割合と質について議論されている。その中で、脂質における単価不飽和脂肪酸摂取と、低コレステロール食などと同様に、炭水化物では食物繊維摂取量と糖化指数(グリセミック・インデックス)などが疾病予防などに繋がると報告されてきた。グリセミック・インデックス(Glycemic Index, 以下 GI と略す)は、1981年に Jenkins らによって食品の血糖反応性を評価し、分類する手法として提示された。GI は 50g のブドウ糖または白パンを負荷した場合を標準とした時の糖質 50g を含有する食品摂取後 2 時間、空腹時を引いた血糖曲線下面積の相対値と定義され、その計算方法は次の式で示される。

$$GI = \frac{\text{糖質 50g を含有する食品摂取後 2 時間までの} \\ \text{空腹時を引いた血糖曲線下面積}}{\text{50g ブドウ糖 (白パン) 負荷後 2 時間までの} \\ \text{空腹時を引いた血糖曲線下面積}} \times 100$$

食品交換表が化学組成に基づいていることと異なり、GI は食品が糖代謝に及ぼす生理的影響を求めたものである。現在までに、欧米ではブドウ糖や白パンを基準にして、様々な食品の GI が判定され、低 GI 食における糖尿病や心疾患などの予防の有効性が実証されてきた。

また、臨床的効果については、低 GI 食の血糖や脂質代謝のコントロールに対する便益に関する幾つかの科学的知見が報告されてきた。

欧米人を対象とし、欧米で日常的に摂取している食品の GI に基づいた科学的知見を、そのまま、日本型食生活に適用するには限界がある。欧米で作成された GI 表では、殆どが白パンを基準とし、日本人が日常的に摂取する食品は含まれていない。そこで、日本型食生活において GI を活用するために、日本人の主食である米を基準にした食品の GI 評価を行って、日本人の健康人及び糖尿病患者に適用する必要があると考えられた。

そこで、本研究は、 1. 米飯を GI 測定基準食としての適用性を検証する、 2. 米飯を基準とした日本食品（赤飯と酢飯）の GI について日本人 2 型糖尿病患者と健康人とを比較する、ことの 2 つを目的とした。

2. 方法

1) 米飯の基準食適用性の検証法

N 健康管理センターに勤務し、1 年以内に耐糖能異常の観察されない非糖尿病患者 10 名（女性 9 名、男性 1 名）を対象者とした。食品はブドウ糖液（耐糖能試験用糖質液、清水製薬 150g）と栄養成分表示のある米飯（サトウのごはん、佐藤食品（株）147g）を用いた。両食品とも 50g 糖質を含むものであった。各対象者における米飯摂取後の平均血糖下面積とブドウ糖液摂取後の血糖曲線下面積を求め、ブドウ糖を基準とした米飯の GI 値 (GI_g) と米飯を基準としたブドウ糖の GI 値 (GI_{wr}) を算出した。また、ブドウ糖を基準とした食品の GI_g から米飯基準の GI ($GI_{wr, adj}$) に変換するための比率は、 $100/(米飯の GI_g)$ にて求め、米飯基準とした食品の GI_{wr} からブドウ糖基準の GI ($GI_{g, adj}$) に変換するための比率は、 $100/(ブドウ糖の GI_{wr})$ にて求めた。

検査は、Wolever らに準拠した検査法に基づいて行った。被験者は前日の午後 7 時以後は絶食とし、検査日の午前 6 時から 9 時半の間にブドウ糖液または米飯を 15 分間以内に摂取させた。被験者は、空腹時、食品負荷後 15、30、45、60、90、120 分の計 7 回、自己血糖測定器（グルテストエース、三和化学研究所（株））を用いて、血糖の自己測定を繰り返した。

2) 2 型糖尿病群と対照群における日本食品 GI 比較検査法

2 型糖尿病群は N 国立病院における糖尿病教育入院（平成 13 年 1 月～5 月）に参加した患者 18 名（女性 7 名、男性 11 名）であった。5 名が経口血糖降下薬を、11 名がインスリン療法を、2 名が食事療法を受けていた。対照群は N 健康管理センターに勤務し、1 年以内に耐糖能異常の観察されない者 19 名（女性 10 名、男性 9 名）であった。

基準食は、米飯（サトウのごはん、佐藤食品（株）147g）を用いた。検査食品は赤飯（エスビー食品 116g）と酢飯（サトウのごはん、佐藤食品（株）136g、酢 11g）とし、いずれかを摂取した。各食品の GI 値は全て米飯を基準 (GI_{wr}) とした。

検査条件は 1) と同様に行ったが、2 型糖尿病群では、空腹時、食品負荷後 15、30、

45、60、90、120、180 分の計 8 回の血糖測定を行った。本研究の被験者は全員、実験開始前に各施設内における倫理委員会規定のもとにインフォームド・コンセントを行い、了承を得た。

3) 統計的分析法

統計的分析は SPSS (Version 9.0) を用いて行った。相関関係はピアソン相関係数を、平均値の比較には Student's t-test、又は、一群平均値の検定を用いた。各食品による血糖プロファイルの比較は前値を共変量とした Repeated Measurements ANOVA で分析した。結果は平均±SD で表示し、 $P < 0.05$ は統計的有意と見なした。

2. 結果

1) 米飯の基準食適用性の検証

対象者 10 名の平均年齢は 34.6 歳、平均 BMI は 20.7 kg/m^2 であった。ブドウ糖の平均血糖下面積 ($4557.4 \text{ mg}/(\text{min} \cdot \text{dL})$) は、米飯の平均血糖下面積 ($3779.6 \text{ mg}/(\text{min} \cdot \text{dL})$) より約 21% 大きかった。ブドウ糖血糖下面積と米飯血糖下面積には高い相関 $r = 0.810$ ($p = 0.005$, $n = 10$) が見られた。また、米飯の平均 GI_g は 87 であったため、ブドウ糖を基準とした食品の GI (GI_g) 値に 1.15 ($100/87$) を乗すると米飯基準の GI ($\text{GI}_{\text{wr adj}}$) 値に変換することができる。同様に、ブドウ糖の平均 GI_{wr} は 122 であったため、米飯を基準とした食品の GI (GI_{wr}) 値に 0.82 ($100/122$)、を乗するとブドウ糖基準の GI ($\text{GI}_{g \text{ adj}}$) 値に変換することができる。今後、 GI 表の互換にこの比率を利用することができる。

2) 2 型糖尿病群と対照群における日本食品 GI 比較検査法

(1) 2 型糖尿病群 18 名の平均年齢は 60.6 ± 13.2 歳、BMI 値は 23.3 kg/m^2 、糖尿病罹病歴は平均 7.3 年であった。一方、対照群 19 名のうち、2 名の GI 値は個別に検討して除き、残り 17 名を分析対照群とした。対照群の平均年齢は、 41.2 ± 9.0 歳、BMI 値 23.1 kg/m^2 であり、2 型糖尿病群と年齢、 HbA_{1c} 、空腹時血糖 (FPG) には有意差 ($p < 0.05$) が見られた。

(2) 2 型糖尿病群における白飯と比較して、各食品の最高血糖値と最高血糖値までの時間に差は見られなかった。一方、対照群における最高血糖値までの時間、白飯では酢飯より有意に高く、90 分、105 分、120 分の血糖値では、白飯と酢飯の間で有意差が見られた。

(3) 米飯を基準にした場合、2 型糖尿病群においては赤飯と酢飯ともにほぼ同様の GI_{wr} 値 (赤飯の $\text{GI}_{\text{wr}} = 93$ 、酢飯の $\text{GI}_{\text{wr}} = 96$) を示した。一方、対照群における赤飯の GI_{wr} は 94、酢飯の GI_{wr} は 79 であり、酢飯は米飯と比較すると統計的に有意に低値であった。 ($p = 0.02$)。

(4) 2 型糖尿病群において、 HbA_{1c} 値の中央値で 2 群に分けたところ、 $\text{HbA}_{1c} < 9.7\%$ の群は酢飯の GI_{wr} 値が低かった。また、インスリン療法群 ($n = 7$) と経口薬服用群 ($n = 2$) を比較したところ、インスリン療法群の酢飯 GI_{wr} 値は経口薬服用群より高かった。さらに、2 型糖尿病群における酢飯の GI_{wr} 値と、一日総インスリン使用量との間に ($r = 0.816$, $p = 0.05$)、糖尿病罹病歴との間に ($r = 0.895$, $p = 0.001$)、正の相関関係があった。

4. 考 察

本研究は、米飯を基準食とした GI 評価の適用性と、2 型糖尿病群と対照群における日本食品の GI_{wr} を比較するという目的で行った。

GI 評価における基準食の適用性はブドウ糖液摂取の血糖曲線下面積との比較で検証した。米飯とブドウ糖液の血糖曲線下面積を比較した結果、米飯の血糖曲線下面積とブドウ糖液の血糖曲線下面積とが高い相関を示すことが明らかになった。従って、米飯を基準食として食品の GI 評価に適用可能であると考えた。

先行研究では、健康人における酢の GI 低下作用は、糖分の胃での排出を緩やかにし、吸収を遅らせることや、肝臓での糖の取り組みを促進すること、細胞上で糖の分解を抑制することなどによるとされている。しかし、酢の作用が糖の消化吸收のどの部分に影響するかはまだ明確ではない。また、酢の GI 低下作用については、糖尿病患者では未だ検証されていない。

本研究は、日本食品の代表である、赤飯と酢飯を検査食品として取り上げ、米飯を基準食とした GI_{wr} を 2 型糖尿病群と対照群の比較検討を行った。その結果、2 型糖尿病群における、酢飯に対する GI_{wr} は、対照群と異なった値が示された。耐糖能の正常な対照群では米飯に酢を加えると、 GI_{wr} 値を平均 21% 低下させたが、2 型糖尿病群では酢の GI_{wr} 低下作用が見られなかった。先行研究では、糖尿病患者と健常者両者における各食品の GI 値間には高い相関関係があるとするものや、2 型糖尿病と 1 型糖尿病患者では、GI 値が異なるとする報告もある。本研究の 2 型糖尿病群は主に教育入院参加者であり、比較的重症な患者が多かった。HbA_{1c} の高い 2 型糖尿病患者は酢飯の GI が高いという結果から、糖代謝障害の程度が GI に影響したと考えられた。また、先行研究では、糖尿病患者、特に重症な患者には、消化機能の障害があるとされているので、健常人と同様な消化吸收効果が見られないことも理由の一つと考えられた。一方、インスリン療法を受けた患者は経口薬を受けた患者より酢飯の GI が高かったことと、インスリンの一日総使用量と酢飯の GI の間に正の相関をもたらしたため、インスリン療法の影響もあると考えられた。しかし、インスリン療法を受けた患者は、他の療法群より重症と考えられるため、本研究では、代謝的要因と薬物要因を区別することが困難と思われた。今後、対象者数と食品数を拡大し、酢の糖代謝作用を糖尿病患者において、さらに検討することが必要と考えられた。

5. 結 論

米飯を基準食として、GI の検証は可能であることを確認した。また、比較的重症な 2 型糖尿病群における酢の GI 低下作用は健常な対照群に見られたことに対し、2 型糖尿病群には観察されなかった。このことは、2 型糖尿病群における糖代謝障害によるものと考えられた。本研究は、日本人糖尿病患者における GI の検討を初めて行ったものであり、研究意義として、重要と思われた。