第3回日本 Glycemic Index 研究会

Japanese Association for the Study of Glycemic Index

（JASGI）　略称：日本GI研究会

記　録

目　次

巻 頭 言

第3回の日本 Glycemic Index 研究会は、約200名の参加者を得て、特別講演に前山史朗先生からNASHについてのお話を伺え、また合田敏尚先生、鶴見克則先生、野田光彦先生からそれぞれ興味深い教育講演をお聞かせいただき、
さらには6題の一般演題の参加もあり、有意義な研究会を持てたことに対し、会員の皆様および後援の協力企業の皆様に厚く御礼申し上げます。

近年、メタボリック・シンドロームに関する特集記事が商業雑誌にも多く取り上げられており、内科学会雑誌でも2004年4号に特集が組まれました。
この歴史的背景は1988年、Gerald Reaven が指摘したことに始まったことですが、心血管疾患発症の背景に存在する主要な病態として、内臓肥満、インスリン抵抗性、低HDLコレステロール血症、高中性脂肪血症、高血圧に注目し、これらの動脈硬化症の心血管疾患の危険因子が集積し、心疾患イベントを起こしやすい病態をSyndrome X と称されました。 その後死の四重奏、インスリン抵抗性症候群、内臓肥満症候群など、さらには Multiple risk factor syndrome などの呼称を経て、近年メタボリック・シンドロームと総称されるようになった疾患概念である。

このような症候群は心血管系のみに限局した病態ではありません。 肝臓疾患領域でも急速に注目が集まっている肝臓への脂肪沈着の状態についても無関係ではありません。 腹部超音波診断装置の急速な普及から、わが国では、一般臨床の分野では基より、健康診断の分野でも脂肪肝と診断される頻度が顕著に増加しております。
この脂肪肝の診断を単に肝臓への脂肪蓄積として扱い、体重減少、糖尿病の治療、アルコールの制限など、その原因病態のみに目を向けておられない病態が隠れていることも、明らかになってまいりました。 この一つがNASHでしょう。 非アルコール性脂肪性肝炎はその名のとおり、 アルコール過飲が原因ではなく、単なる脂肪沈着ではなく、炎症反応を伴い、肝硬変へと進行し、肝癌の発生をもみる病態として、注目されているものです。
この発症解明、予防・治療において、栄養指導の立場から一層の検討が求められているところとの認識に立つべきと思います。 食後血糖値の抑制、食後高インスリン血症の回避をめざして、どのような糖質をどのような献立・調理で食すのがよいのか、あまりにも日本人のための日本食の成績が乏しいことを早くに解決したいものです。

平成 17 年 3 月 31 日
日本 Glycemic Index 研究会世話人代表:　聖徳大学　田　中　照　二

(3－1)　糖質の消化・吸収の遅延因子とGlycemic Index

合田　敏尚（静岡県立大学 食品栄養科学部）

食品摂取に伴う血糖上昇は、単に食品中の糖質の量だけでなく、その質によっても異なる。食品中のデンプンの構造・性質は多岐にわたり、その加工方法も千差万別なので、食品の成分分析値から糖質の消化・吸収速度を推定することは困難である。どの食品と組み合わせて摂取するかによっても糖質の消化・吸収速度は影響を受ける。

グリセミック・インデックス（GI)は、血糖上昇という食品中の糖質の「生理機能」の違いに着目して、食品中に含まれる糖質を質的に評価するために開発された指標と考えるべきである。

デンプンの構造および加工処理法は、主要なGIの変動因子である。食品中のデンプンは、通常は疎水性のタンパク質成分とともに粒状で存在しており、水溶液に分散しにくく、そのままではα-アミラーゼによる消化は困難である。デンプン粒子を精製し、粉末状にして糊化しやすい形状にする従来の食品加工技術は、穀物のデンプンの利用効率をあげる、すなわち高GI食品を追求して開発された技術といえる。精製度の低い穀物中で、デンプン粒子と相互作用して存在している脂質や食物繊維（粘性水溶性食物繊維など）は、多かれ少なかれデンプンの消化速度を遅延させる作用を示す。また、穀物デンプン中には、アミロースとアミロペクチンが一定の割合で混在するが、近年、アミロース含量の高い（70-80%）デンプンを産生する穀物の品種が開発されて、食品に利用できるようになった。このものは通常のデンプンに比べてα-アミラーゼによる加水分解速度が遅いため、管腔内消化に要する時間が長く、食後の血糖上昇も緩慢になり、GIも低下する。さらに、デンプンに湿度を保ったまま高圧で熱を加える「湿熱処理」を施すことにより、人工的に消化速度の遅いデンプンを調製することができるが、これはGIの低いデンプンを調製するための加工技術といえる。糖質含有食品を単品として比較すると、消化・吸収速度が遅いものほどGI値が低く、インスリン分泌量も少ないという関係が成り立っている。

食品中には、小麦アルブミンなど消化酵素を特異的に阻害する食品因子も見い出されている。しかしながら、通常分泌される唾液や膵液には、必要量をはるかにこえるα-アミラーゼが存在し、小腸でも必要量をこえるα-グルコシダーゼが発現しているので、糖質含有食品の消化・吸収を抑制してGI値を低下させるためには、食品中の消化酵素阻害因子を抽出・濃縮してから糖質含有食品に配合するという工夫が必要になる。このような方法で糖質含有食品を低GI化させる技術は、特定保健用食品の中で利用されている。

摂取した糖質含有食品が胃に長く留まり、小腸に移行するまでの時間が長くなれば、それだけ糖質の吸収速度は遅く、GI も低くなる。たとえば、水溶性食物繊維や酢酸は一緒にとった糖質含有食品の胃内滞留時間を延長させると同時に、GI 値を低下させる。一方、脂肪の摂取も胃内滞留時間を延長させ、GI 値を低下させることがよく知られているが、脂質は GIP や GLP-1 などの消化管ホルモンの分泌を促し、膵臓からのインスリン分泌を亢進させるので、脂質を多く含む食品の GI 値の利用には注意が必要であろう。

現在、日本人の食事の構成を見ると、糖質は摂り過ぎということはない。西欧型の食生活が普及して、摂取する脂肪（特に飽和脂肪酸）のエネルギー比率が上昇し、過食する傾向がみられることの方がむしろ懸念される。日本人のように、西欧人に比べてインスリン分泌能力が高くない民族では、全粒穀物を中心にして GI を低くする食品を組み合わせる食文化が培われてきたことには、それなりの理由があったと考えられる。

(3－2) 糖尿病患者におけるGIを用いた指導のあり方

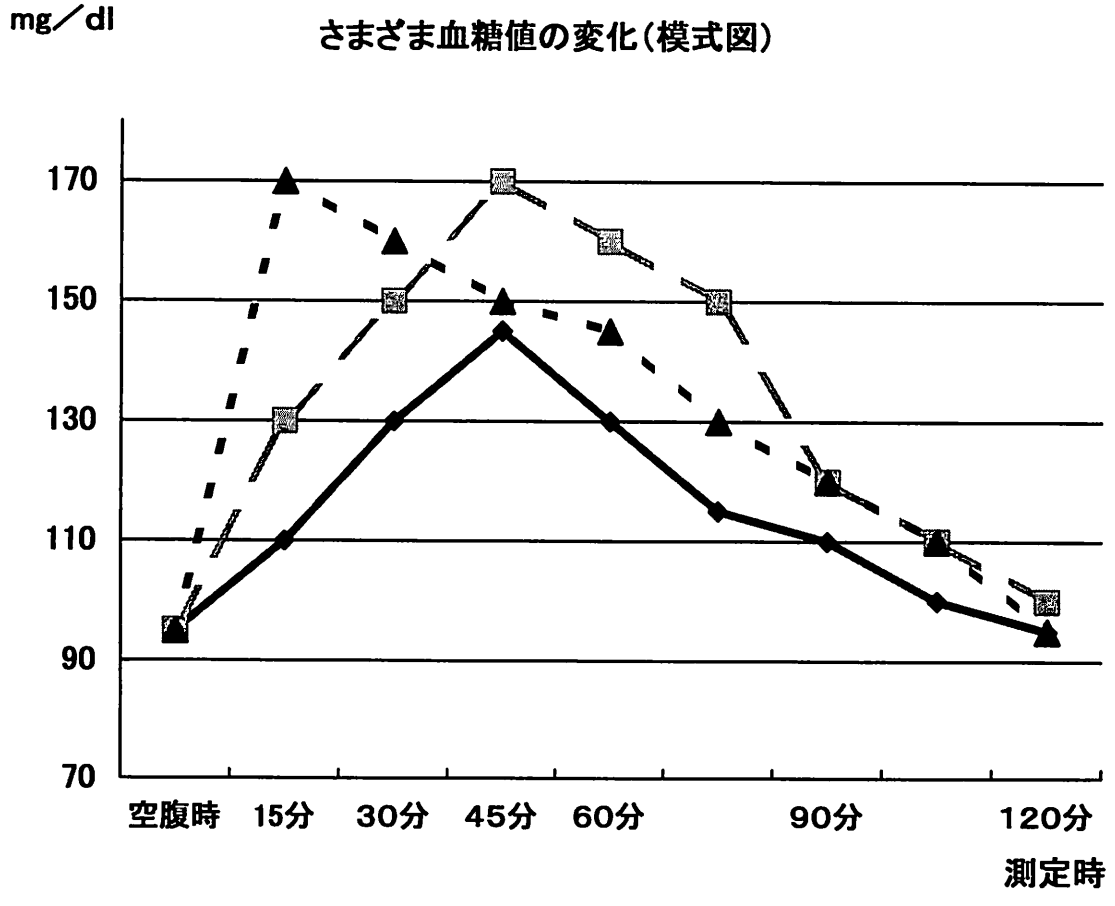
鶴見　克則　（独立行政法人国立病院機構相模原病院
統括診療部内科　栄養管理室）

当院での糖尿病患者の初回栄養食事指導を行う際、何故血糖コントロールをしなければならない理由を説明し、血糖が上げる食事や食品や血糖を上げないための工夫はどうすれば出来るかを指導する。

初回時に十分な血糖コントロールについて説明を行うことにより、患者の食事療法への動機付けとなる。

血糖値の正常範囲は幾つなのから説明する。

一般的なFBS標準値70～110mg/dlは「セブンイレブン」と身近なコンビニエンスストアーの名を借り、覚えやすくする。また、HbA1cは合併症のリスクが低い6.5%以下が望ましいと教えるが、これも体温の平熱として「36.5℃」と覚えやすくする。



身近にあるものを利用して話すことで、患者の気を引かせ、グリセミックインデクスについて説明する。その際、杉山みち子先生が作られた血糖値の模式図を使った説明をする。

「糖尿病１時予防ための手引き」杉山みち子

健常者の血糖変化を説明し、食物によって変わることを理解させ、本題のグリセミックインデックスの話に移る。

血糖値を上げるのは何か。食事を口にして咀嚼、嚥下、消化、吸収の過程で栄養素の吸収が行われることを説明する。

この話の中で、食物繊維はその吸収に大きな関わりがあることを説明し、食事摂取時に野菜の摂取が少ない場合は血糖が上がることが多分にあることを説明する。

糖尿病患者の野菜の摂取は少なく、おおよそ 150～200ｇ程度の摂取が大半であった。

また、血糖の上がると言われている、揚げ物料理は模式図を見せながら説明すると効果がある。糖尿病患者が揚げ物類を好むことが多く、食事を見直すきっかけを作る。

その他、酢と血糖上昇の関係や乳製品のことも含めて説明し、継続指導にする。

継続指導を重ねることで、徐々に血糖値の改善が見られるようになると、食事と血糖値の関係が理解でき、血糖コントロールがよくなり、半年前に受診したときは１０％代であったHbA1cが5%代になった患者もいる。

今後、グリセミックインデクスがより効果的な指導を行いたい。

(3－3)　Glycemic Index と糖・脂質代謝のエビデンス
－システマティック・レビュー－

野田　光彦（虎の門病院 内分泌代謝科）

Glycemic Index(GI)とは、同じエネルギー量の食品でも摂取後の血糖値の上昇率が異なることに注目した Jenkins らによって、1981 年に提唱された炭水化物による血糖値上昇の指標である。GI に関する研究は、以後 20 年以上にわたって種々の観点から行われ、例えば低 GI の食事が HDL コレステロール高値と相関することなどはほぼ確立されているといってもよいであろう。また、循環器疾患や癌との関係についても広範に論じられている。本講演では、GI と糖・脂質代謝に関するエビデンスについて、システマティック・レビューの手法を用いて系統的に俯瞰することを目的とする。

この中で、糖尿病食事療法における GI の意義については以下のようにまとめられる。中・長期（長期：2 ヵ月以上）の GI 値と血糖コントロールとの関係について、文献検索の結果、15 文献が該当したが、このうち(1)高 GI 群、低 GI 群における GI 値の差が大きい（中期で 20%、長期で 10%以上）こと、(2)食物線維についてのデータがあり、その差が小さい（ー25%以下）こと、(3)適切な血糖コントロールの指標が選ばれていること、の３条件満たす文献として６文献がピックアップされた。これら６文献を総合すると、低 GI 食によって血糖コントロールの改善が可能であると結論づけられた。

一方、GI と肥満との関連を検証している研究は意外に少なく（６編）、また、これらの報告の多くは対象数が少数で研究期間も短いことから、これらからの報告からは、低 GI 食が体重を抑制する可能性は示唆されたものの、一定の結論を得るためには不十分と考えられた。ただし GI が人間の食欲にどう影響するかを調べた過去の 16 の研究のうちの 15 の研究において、低 GI 食によって、満腹感、間食までの時間の延長、間食による摂取エネルギーの低下がより強く認められており、低 GI 食が長期的にみても満腹感を介して総摂取エネルギーの抑制をもたらし、体重を減少させる可能性は示唆された。いずれにしても、低 GI 食の肥満への効果は、今後、より大規模なランダム化比較試験によって検証される必要があるであろう。また、肥満への食事療法としての GI の意義については、長期的な体重への効果やリバウンドの有無の確認も必要と考える。

以上のように、脂質代謝に対するものを含め、低 GI の食事によるメリットは多いと考えられるが、今後は GI を用いた食事療法の実行可能性について、より詳細かつ長期にわたるアウトカムが検証される必要があるであろうし、また、さらに長期、大規模な調査・研究によって、低 GI 食による心血管疾患等への効果も確実に検証されるべきであろう。

なお、上述の報告はいずれも欧米からのものであり、今後、GI と糖・脂質代謝や肥満との関係に関するわが国での検討が重要であることを付言する。なお、私見であるが、その際には、わが国の食事事情を考慮することが肝要であり、この観点からは、主食に対する介入が最も実際的であり、かつ、検証・実行の対象として最も適切かつ効果的であろうと考える。

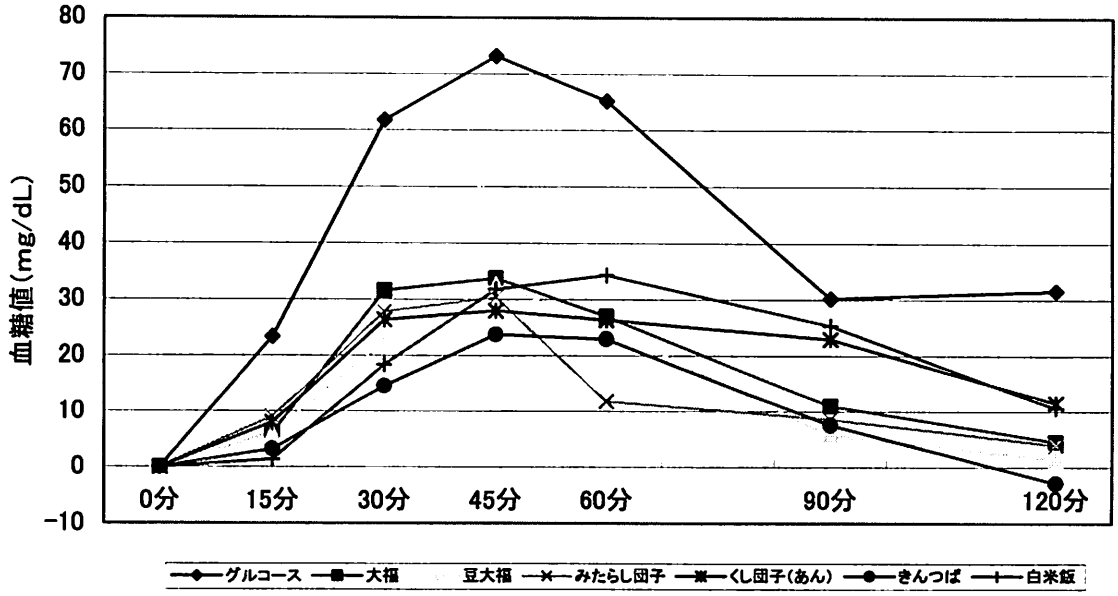
(3−4) 和菓子のGlycemic　Index

山本　恵美　(東京慈恵会医科大学附属青戸病院 栄養部)
林　　進　(東京慈恵会医科大学附属青戸病院 栄養部)
田中　照ニ　(聖徳大学 人文学部 生活文化学科)

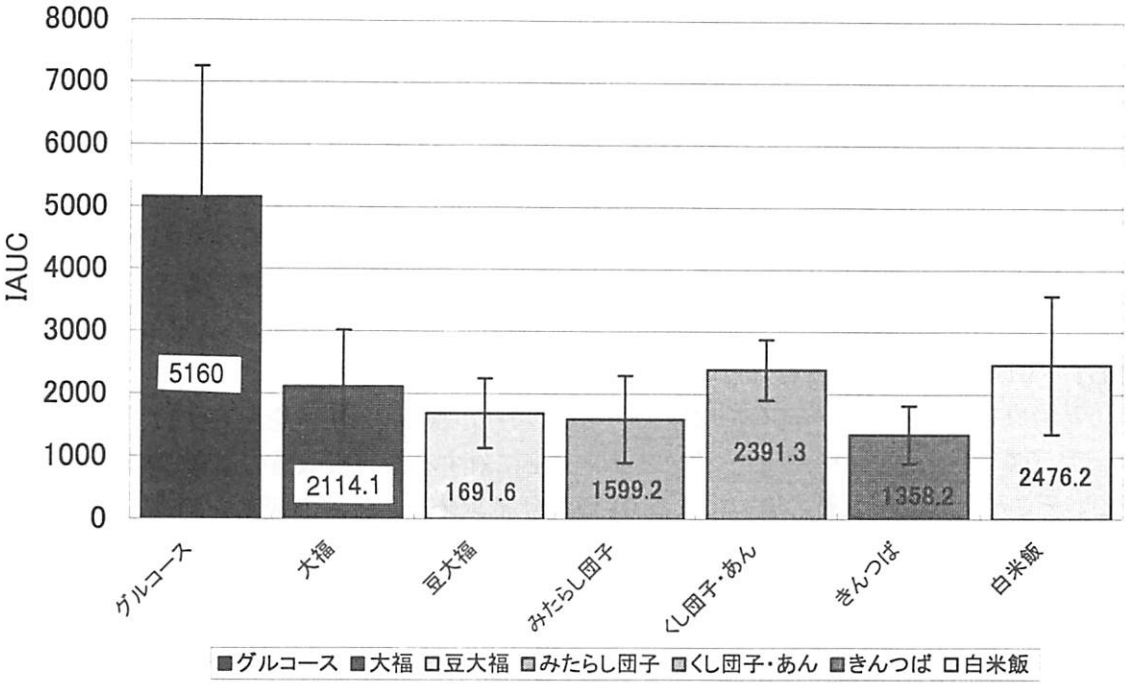
【目的】近年、わが国においてGIの研究は一般的にされるようになってきた。そこでは日本人の食生活に沿った研究報告として、主食である米飯を基準にした研究報告が多く見られる。しかし日常の食生活で摂取される副食や間食についての研究は少ない。今回は間食に用いられる菓子類に注目し、そのなかでも日本人が日常的に摂取することの多い和菓子を用いて検討を行なった。

【方法】健常者1名が被験者となり実験を行なった。基準食は包装米飯147gとし、検査食は糖質50gに換算をした大福、豆大福、みたらし団子、くし団子（あん)、きんつばの5種類とし、基準食、検査食ともに5回の実験を行った。基準食および検査食は10分を目安に摂取し、血糖値は摂取開始から15分、30分、45分、60分、90分、120分の計7回測定した。統計処理はMicrosoft Excelを用いてt検定を行なった。また、同様にブドウ糖50g水溶液を基準食とした実験も5回行った。

【結果】血糖値の変動から見ると、すべての試験食において摂取開始後45分で最大値を示す傾向が見られた。そのなかでは大福、豆大福、みたらし団子、くし団子（あん）においては、摂取開始後15分から30分の間に急激な上昇が見られたが、きんつばでは摂取開始後15分から30分までの上昇が緩やかであった。包装米飯のGIを100とすると、大福86、豆大福69、みたらし団子65、くし団子（あん）97、きんつば55であった。包装米飯を基準食とした場合ではみたらし団子、きんつばにおいて有意差が認められた。また、グルコースを100とした場合の包装米飯のGIは48となり、杉山らの研究では糖液100に対し包装米飯では82となっており違いが見られた。



各食品平均変動値の経時変化



各食品IAUC平均値

【考察・結語】

今回用いた試験食は原材料が同じものや類似するものを中心に選択し、検討を行った。そのなかでも食物繊維の含有量に差がある事が血糖上昇に及ぼした影響は大きいと考えられた。特に今回の試験食では「あん」の原料となる小豆に食物繊維が多く含まれていることが影響因子となったと推測できる。また、原料および摂取量の面から考えると試験食に多く使用されていた「あん」は小豆と砂糖からつくられるが、大福、くし団子に用いられていた「こしあん」と、豆大福、きんつばに用いたれていた「つぶあん」での血糖上昇に違いがでたこと。特につぶあんを多く摂取したきんつばでは血糖上昇が抑制され、GI が非常に低かったという結果が得られたことは興味深く、今後の検討の際にも有益な示唆を与える成績であった。

菓子類は栄養教育や栄養食事指導の場では摂取に際し、注意や制限を受けることの多い食品となっている。しかし GI の考え方を取り入れることで食品選択の幅を広げることができるのではないかと考えられる。今回は被験者が１名という予備実験的なものであり、今後の日常的な活用に向けては、多くの食品でより多くの被験者での検討を行うことが望まれる。

(3−5)　低ＧＩクッキーの開発とグリセミッククリアランスについて

佐藤　眞治（新潟薬科大学　応用生命科学部）
小西　徹也（新潟薬科大学　応用生命科学部）
峰尾　茂　（株式会社ブルボン　研究推進課）
前島　大輔（株式会社ブルボン　研究推進課）
竹石　欣司（株式会社ブルボン　研究推進課）
中島　正晴（新潟県農業総合研究所　食品研究センター）

【目的】　GI 値は、血漿中インスリン濃度と平行に推移することを基本にしており、生活習慣病の予防と治療を行う上で非常に有用な値である。しかし、食品の GI 値を決定する場合、糖質摂取量を一定（50ｇ）にしているため、インスリン分泌に対する糖質摂取量の影響については、未明である。そこで、糖質摂取量の違いによる GI 値及びインスリン分泌の変動を測定し、生活習慣病予防のための低 GI クッキーの有用性について検討を行なった。更に、糖質処理能力を示すグリセミッククリアランス（GC）について検討を行なった。

【方法】　実験日前日に静脈にカニューレを施した Wistar 系雄性ラットを用いた。静脈内にグルコースを直接注入し、血糖値の上昇とインスリン分泌量との関係について検討を行なった。また、血糖値及びインスリン分泌に対する投与量の影響を明らかにするために、トレーラン G (0.416, 0.833, 1.666 g/kg) 及び低 GI クッキー (0.833, 2.5 g/kg) を経口投与し、血糖値及び血漿中インスリン濃度の変動について検討を行った。糖質処理能力を示すパラメータであるグリセミッククリアランス[GC（dl/min/kg）]は、次式を用いて算出可能である[GC = DOSE/AUC；糖質摂取量(DOSE：mg/kg)、血糖曲線下面積(AUC：mg/dl・min)]。 そこで、健常ボランティアにトレーラン G（糖質量として 50ｇ）を負荷し、経時的に血糖値を測定した。得られた血糖曲線下面積より各ボランティアの GC を求め、低 GI クッキー摂取後の血糖値の変動について検討を行った。

【結果】　グルコース静脈内注入実験より、血漿中インスリン濃度が血糖値の上昇に従って増加することが判明し、両者に良好な相関関係が存在することが明らかとなった(Fig. 1)。

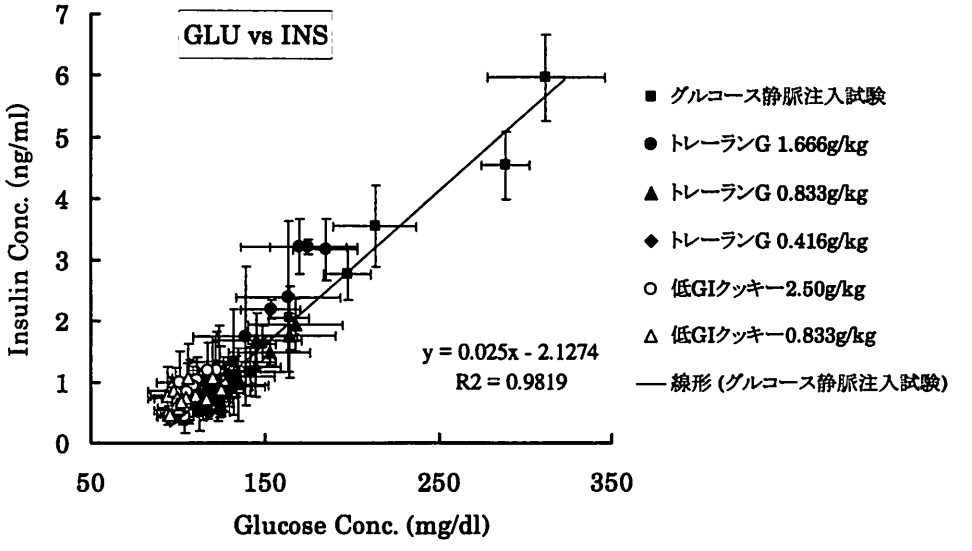


Fig. 1　血糖値とインスリン濃度の関係に及ぼす投与量の影響

そこで、インスリン分泌に対するトレーランG及び低GIクッキーの投与量の影響について検討を行った結果、トレーランGを大量投与(1.666g/kg)した場合、インスリンが過剰に分泌されることが明らかとなった。一方、低GIクッキーを大量投与(2.5g/kg)しても、過剰なインスリン分泌は観察されず、インスリン分泌に対する低GIクッキーの有用性を示すことができた(Fig. 1)。更に、トレーランG及び低GIクッキーの標準化GI値（標準化 GI 値= [(AUC po)/(DOSE po)]/[(AUC iv)/(DOSE iv)]×100) について検討を行った結果、トレーラン G(0.833 g/kg)の標準化 GI 値は101.9 であり、投与した糖質の全てが吸収されることが明らかとなった。一方、大量投与(1.666g/kg)した場合、標準化GI値は60.5に低下することが認められ、この低下はインスリンの過剰分泌によって生ずると考えられた。更に、低GIクッキーの標準化GI値は44.1であり、インスリン過剰分泌を伴わない低GI食品であることが明らかとなった。

健常ボランティア6名のAUC及びGCの平均 ± SD値を算出した結果、トレーランGではそれぞれ7334 ± 2648 mg/dl・min、0.127 ± 0.053 dl/min/kg、低GIクッキーにおいては3099 ± 1044 mg/dl・min、0.301 ± 0.115 dl/min/kgであった。更に低GIクッキー摂取後の血糖値の変動について解析を行なった結果、各ボランティアのグリセミッククリアランス値とGI値とを用いることによって、ある程度予測可能であることが明らかとなった(Fig. 2)。

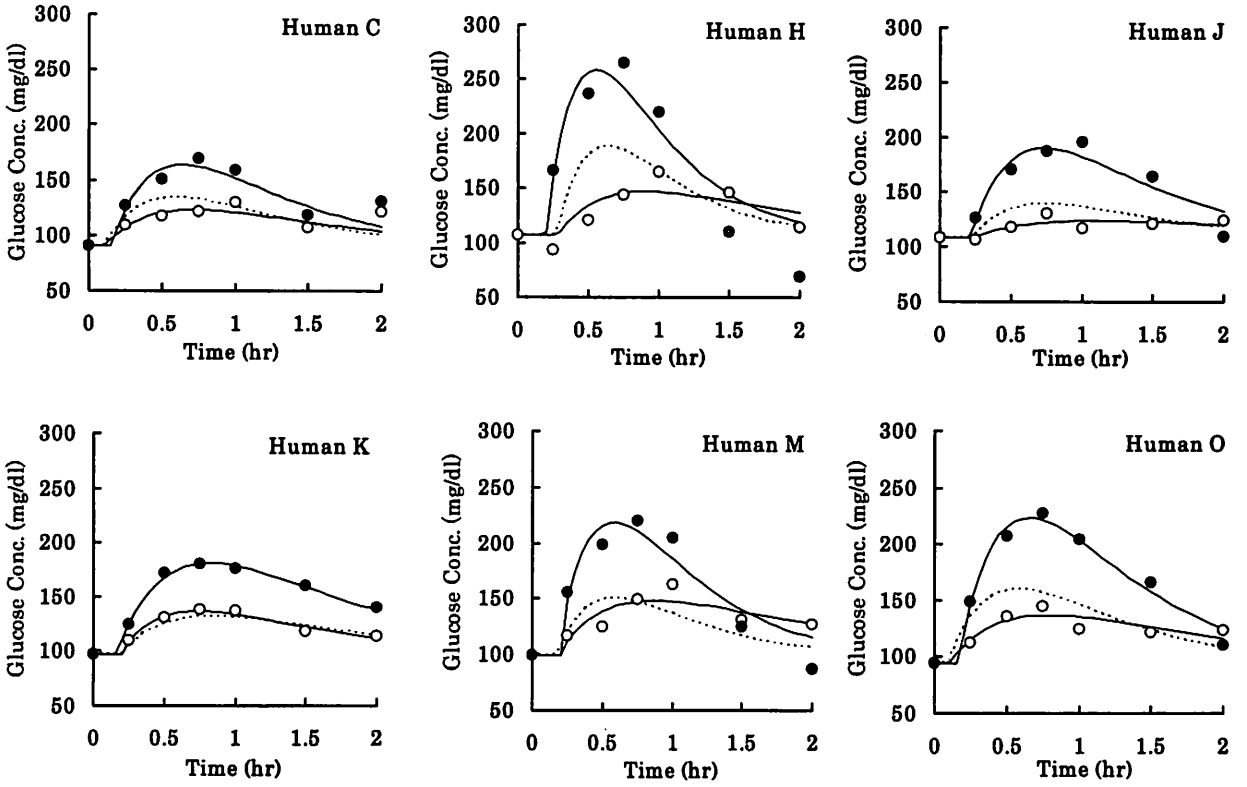


Fig. 2 低GIクッキー摂取後の血糖値変化の予測性
●:トレーランG, ○:低GIクッキー, 実線:計算値, 破線:予測値 (GI=43)

【結論】 ①トレーランGの大量負荷によってインスリンが過剰に分泌され、標準化GI値が低下すること、②低GIクッキーを大量に摂取させても過剰なインスリン分泌が生じないこと、③各ボランティアのグリセミッククリアランス値とグリセミックインデックス値を用いることによって、低GIクッキー摂取後の血糖値の変動がある程度予測可能なこと。

(3−6)　発芽玄米を主食とした食事が食後の血糖上昇およびインスリン反応に与える影響

伊藤 幸彦（株式会社ファンケル中央研究所）
水口 彩　（株式会社ファンケル中央研究所）
喜瀬 光男（株式会社ファンケル中央研究所）
青砥 弘道（株式会社ファンケル中央研究所）
速水 耕介（株式会社ファンケル中央研究所）
吉原 理恵（東京慈恵会医科大学附属第三病院 糖尿病・代謝・内分泌内科）
横山 淳一（東京慈恵会医科大学附属第三病院 糖尿病・代謝・内分泌内科）

【目的】日本人の食生活は，米飯を主食とし，これに副食を組み合わせるのが基本の形である．日本人にとって，主食にglycemic index(GI)の低い米を選択することは血糖コントロール上意義があるといえる．しかし，炭水化物源として日本人の多くが選択している白米はGIが比較的高い食品として報告されている[1)]．

発芽玄米は，白米と比較してビタミンやミネラル，食物繊維を豊富に含んだ米である．また，玄米と比較しても，γ-アミノ酪酸(GABA)を多く含み，また炊飯性に優れ，食味，食感も良いことから一般家庭においても広く用いられている．我々は，第1回及び第2回日本GI研究会において，発芽玄米が玄米同様にGI，Glycemic Load(GL)，Insulin Index(II)が白米に比べて有意に低値であり，かつ白米と同様に炊飯できる特性を生かし白米と発芽玄米を混合して炊飯することで，米飯全体のGIを低下させることを報告してきた．また，
2型糖尿病患者を対象とした試験においても同様の傾向が確認されている．しかし，発芽玄米を単一の食品としてではなく，主食として食事の中に取り入れた際の食後血糖上昇，インスリン反応への影響は明らかにされていない．今回，白米及び発芽玄米を主食とし，これに副食をつけた食事後の血糖上昇及びインスリン反応について検討した．

Table 1 被験食の栄養成分

	白米食事	発芽玄米食事
エネルギー (kcal)	676	680
糖質 (g)	81.3	80.9
蛋白質 (g)	41.5	42.1
脂 質 (g)	16.0	18.3
食物繊維 (g)	3.6	6.2

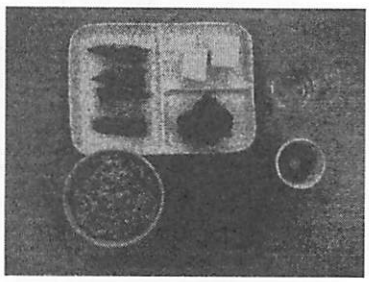


Figure 1 試験食

【方法】被験者は健常成人男女 12 名とした．実験食は，75g の糖質を含む白米，発芽玄米(ファンケル社製)の各米飯を主食とし，これに副食として味噌汁 160ml，鯵の塩焼き(塩 0.5g にて味付け)可食部 80g，絹こし豆腐 100g，ほうれん草お浸し 50g，醤油 3.5g を用いた（Table 1，Figure 1)．試験前日より，被験者には激しい運動と飲酒を禁じた．夕食は 21 時までに指定食(684kcal/食，エネルギー比;蛋白 10.4% 脂質 29.3%)を摂取させ，試験開始時まで水以外の飲食を禁じた．摂取直前，及び摂取後 30，60，90，120 分に肘窩静脈より血液を採取して，血糖値及び血清インスリン値(ELISA 法)を測定した．血漿グルコースおよび血清インスリン濃度の上昇曲線の面積は、Wolever らの方法を用いて算出した．

【結果】白米を主食とした食事に比べて，発芽玄米を主食とした食事における食後血糖値の AUC は有意に低値を示した(Figure 2)．また、血中インスリンについては白米を主食とした食事に比べて，発芽玄米を主食とした食事において低い傾向にあった．

【考察】今回，発芽玄米を主食とすることが，白米を主食とした場合に比べて食事全体の血糖上昇を抑え，インスリン反応を低下させることが明らかとなった．発芽玄米と白米の間には，食物繊維をはじめ，GABA，フィチン酸，ビタミン，ミネラルなど種々の成分の含量に差がある．米の食物繊維にはヘミセルロース，セルロース，リグニンの含量が多いことが知られているが，Prosky 法を用い総食物繊維を分析すると，白米に 0.7g/100g，発芽玄米に 3g/100g と白米の 4 倍含有している．今回用いた副食を含む食事においても，白米を主食した食事が 3.6g の食物繊維を含むのに対し，発芽玄米を主食とした食事では 6.2g 含んでいる．穀類由来の食物繊維が，α－アミラーゼの活性を阻害しデンプンの消化を妨げるとともに，小腸でのグルコースの吸収を妨げて，食後の血糖値の上昇を抑制することが報告している [2),3)]．同様に，発芽玄米摂取時の血糖上昇抑制についても，発芽玄米糠中に含まれる食物繊維による働きが大きなメカニズムとして考えられる．

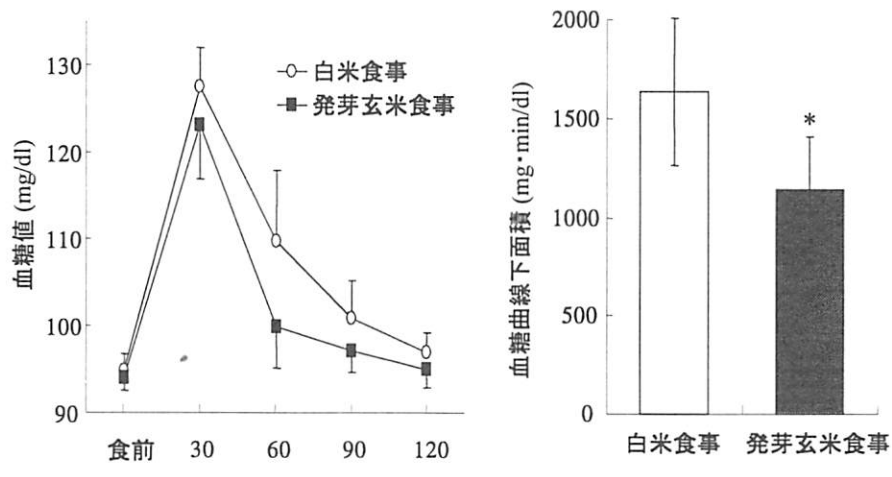


Figure 2 主食としての発芽玄米が食後の血糖に及ぼす影響

平均値±標準誤差 *$p<0.05$

血糖上昇・インスリン反応の高い食事は，インスリン分泌に負担増となり，肥満や２型糖尿病の発症予防といった観点からも避けた方が良いと言われている．今回の結果から，GI の低い発芽玄米を食事に取り入れることは，生活習慣病といわれている肥満症や２型糖尿病の発症予防に有効となりうることが示唆された．

1) Holt SH, Miller JC, Petocz P: An insulin index of foods: the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. Am J Clin Nutr 66 (5): 1264-1276, 1997

2) Shiyi O, Kin-chor K, Yan L, Liang F: In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose. J Agric Food Chem 49: 1026-1029, 2001

3) Kerin OD, Penelope S, B Sc, Paul N: Rate of starch hydrolysis in vitro as a predictor of metabolic responses to complex carbohydrate in vitro. Am J Clin Nutr 34: 1991-1993, 1981

(3−7)　日本食献立における Meal GI の検討

上田　ひとみ　(聖徳大学大学院 人間栄養学研究科)
田中　照二　　(聖徳大学 人文学部 生活文化学科)

【目的】これまでの GI 研究は，単品での研究が進められてきているが，食事での研究はまだ少なく，実際の食生活への生かし方が確立されていない．そこで，本研究は Brand - Miller らの著書 “Glucose　Revolution” に掲載されている “Meal G.I.” を用い，日本食献立における日常への応用の可能性について検討することを目的として行った．“Meal　G.I.” は，GI を応用し，食事として算出し，血糖値を予測する概念である．また，他の栄養素によりどのような影響を受けるのか，PFC 比，食物繊維量，食塩量と血糖上昇曲線下面積（以下 IAUC；空腹時血糖をベースとした血糖変化の尺度）との関係について観察した．

【方法】日本食献立 1 日 1600kcal(朝・昼・夕)180 食を作成し，Meal　G.I.を全て計算した．献立作成は，Excel 栄養君 Ver3.0 を使用．MealG.I の算出方法は，１つの食品のＧＩにつき，その食品の GI×１食中の炭水化物割合を算出し，各々の食品ＧＩの総計をいう．Meal　G.I.の値が小さいほど血糖値があがりにくいことを示す．実験食は朝食用献立 450kcal32 食である．これを低 Meal　G.I.（28～64），中 Meal　G.I.（65～71），高 Meal　G.I.（72～90）の 3 段階に分類した．健常者が被験者となり，実験食を摂取し，血糖値を空腹時，実験食後 15，30，45，60，90，120，180 分後の計 8 回測定した．試験食 1 食につき，30 回噛み，20 分以内に食べ終えることとした．統計処理は，Microsoft　Excel を用い，t 検定及び相関係数の検討にて行った．低・中・高 Meal G.I.の 3 段階の血糖変動の際に，多重比較検定を用いた．

【結果】32 食の各々血糖変動に大幅な差が観察された．Meal　G.I.と IAUC の関係について，統計学的に有意差はなく，相関は認められなかった．低・中・高 Meal G.I.における平均血糖値の変動について，低と高 Meal　G.I.の間で有意差が認められた．PFC 比と IAUC の関係については，たんぱく質において，有意ではなく，相関が認められなかった．脂質割合は有意差がないが，負の相関傾向がみられた．炭水化物は有意差が認められず，正の相関傾向があった．食物繊維量と IAUC は，有意差はないが，正の相関傾向を示した．食塩量と IAUC は，相関は認められなかった．

図1　Meal G.I.と血糖上昇曲線下面積（IAUC）の相関

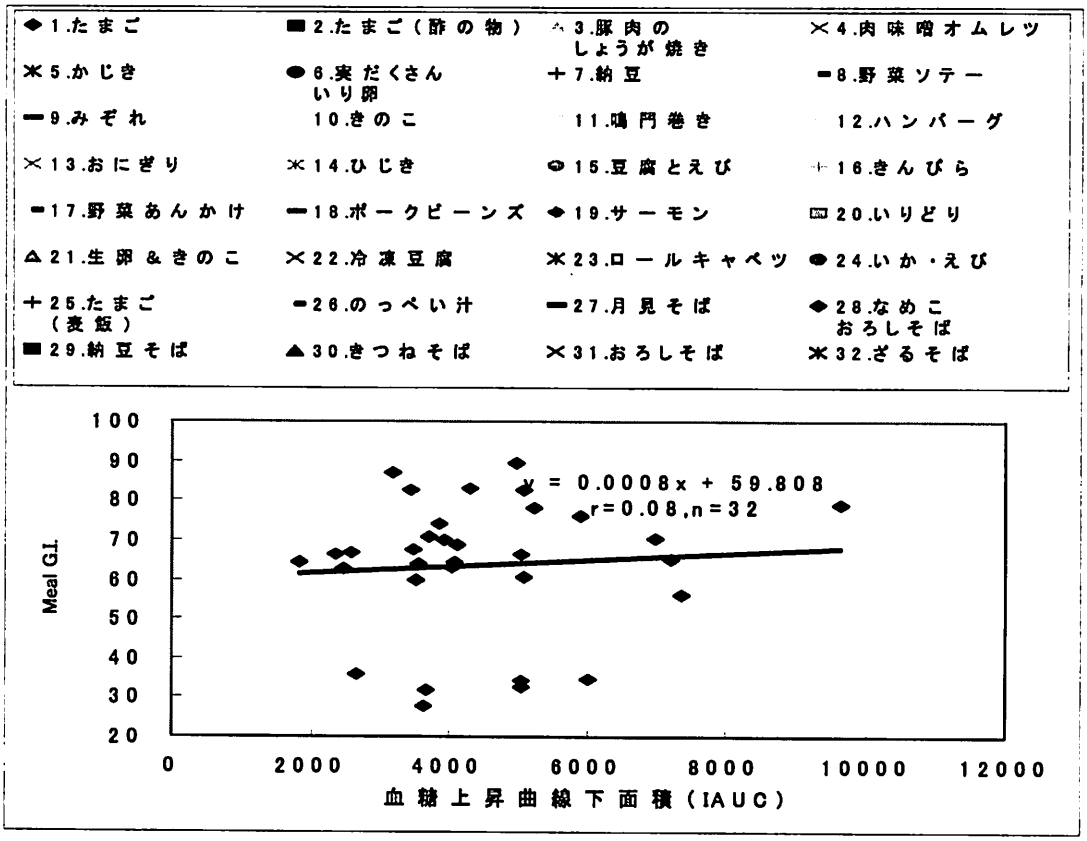
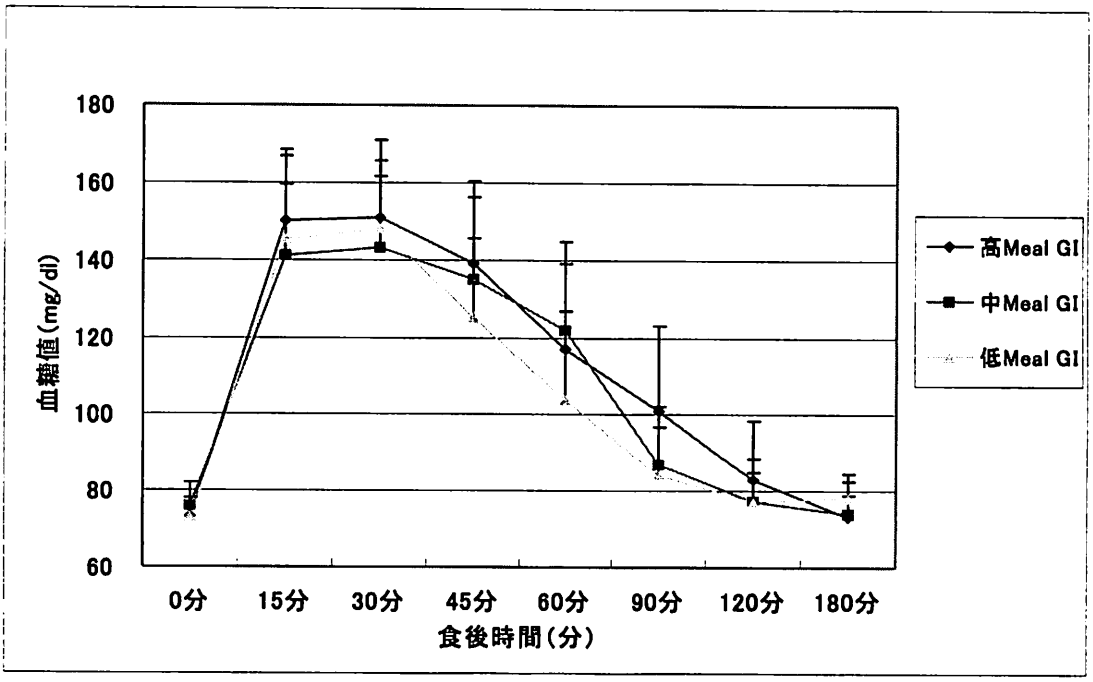


図2　低・中・高Meal G.I.の平均血糖値の変動



【考察・結論】同エネルギー量での血糖値の変動に大幅な差があるのは，原因として食品の組み合わせや調理などの食品側の因子とストレスや個人の胃腸の大きさ，働きなどの生体側の因子が考えられる．本研究の主目的である Meal G.I.と IAUC では相関が認められなかった．3 段階の血糖値の変動では，低と高 Meal G.I.で有意差が認められた．これらの両者の結果より Meal G.I. はさらなる検討の必要性があると考察した．PFC 比と IAUC について，たんぱく質は血糖値に影響を与えず，脂質は，食後血糖値の急上昇を抑える傾向にあることが明らかになった．その理由として，消化管での消化酵素の作用の仕方，油によって胃の消化吸収に影響を及ぼしているため，血糖値の急上昇を抑えるのではないだろうかと推測した．他にも同様の報告がある．しかし，これらは短期間的に観察したもので中・長期間的に観察されたものでないことに注意したい．また，炭水化物においては従来の糖尿病の栄養指導通り，量を減らすことは食後血糖の上昇を抑えることにつながることが再確認できたものと考えられる．食物繊維量は，一般に血糖値の急上昇を抑えるといわれているが，今回は逆の結果となった．その原因は，胃腸などの生体の状況や調理法の違い，食品の組み合わせ等によるものと考える．食塩量は血糖値に影響を与えなかった．本研究は予備実験的なものであるため，さらに人数を多くして検討すべきである．他の献立で，実際の血糖値測定データをさらに収集する必要がある．また，これまでの研究は欧米，日本でも短期間的な研究が多いため，長期，大規模な調査・研究が必要だと思われる．さらには，GI を用いた食事療法の実行可能性について，より詳細な研究が望まれる．GI は，生体側と食品側のブラックボックスの解明，さらには，日本人が日常摂取する食事について GI の面から幅広い研究が行われ，メタボリックシンドロームの予防・治療により科学的な食事指導ができるようになることを期待する．

(3－8)　果物 10 種の Glycemic Index について

大川　　武、星屋　英治、矢野　得郎、柳井　一男
（東京慈恵会医科大学附属病院、栄養部）
藤山　康広（東京慈恵会医科大学附属第三病院、栄養部）
荒木　達夫（東京慈恵会医科大学附属柏病院、栄養部）
横山　淳一（東京慈恵会医科大学附属第三病院、糖尿病代謝内分泌内科）
田中　照二（聖徳大学 人文学部 生活文化学科）

【目的】一般的に果物に含まれる果糖は、消化管から吸収され肝臓に一端取り込まれてブドウ糖に変換される。消化が早く摂取後急激に血糖上昇が見られるが、直ぐに血糖が下がるとも言われている。また、間食は血糖コントロールを乱しやすく、糖尿病の食事指導の現場ではよく問題となっている。では一体どの位の血糖曲線を描くのか、良く食べられる果物 10 種について負荷試験を行ったので報告する。

【方法】20～40 代の健常な男女 25 名を被験者とし、日本 GI 研究会の統一プロトコールである負荷試験内容で実施した。負荷試験には、糖質 50g に調整した基準食（包装米飯）を 2 回ないし 3 回摂取し、基準となる GI を 100 と定めた。検査食には、ぶどう（巨峰）、パイナップル、柿、バナナ、西瓜、みかん（小袋含）、メロン、いちご、グレープフルーツ、りんご（富士）の 10 食品とした。

基準食及び検査食	摂取量（g）	エネルギー（kcal）
包装米飯（基準食）	１４７	２４７
１．ぶどう（巨峰）	３３０	１９５
２．パイナップル	４２０	２１４
３．柿	３５０	２１０
４．バナナ	２３５	２０２
５．西瓜	５４５	２０２
６．みかん（小袋含）	４４５	２００
７．メロン	５１０	２１４
８．いちご	７００	２３８
９．グレープフルーツ	５５５	２１０
10．りんご（富士）	３８０	２０５

【結果】血糖測定の結果、基準食の GI を 100 とすると、果物の GI は、ぶどう（巨峰）74、パイナップル 69、柿 65、バナナ 57、西瓜 56、みかん（小袋含）55、メロン 54、いちご 51、グレープフルーツ 44、りんご（富士）42 となった。また、果物 10 種の平均 GI は、57 であった。

包装米飯を基準としたGIでは、83以上を高GI食品、65～82を中位GI食品、65以下を低GI食品と言い、

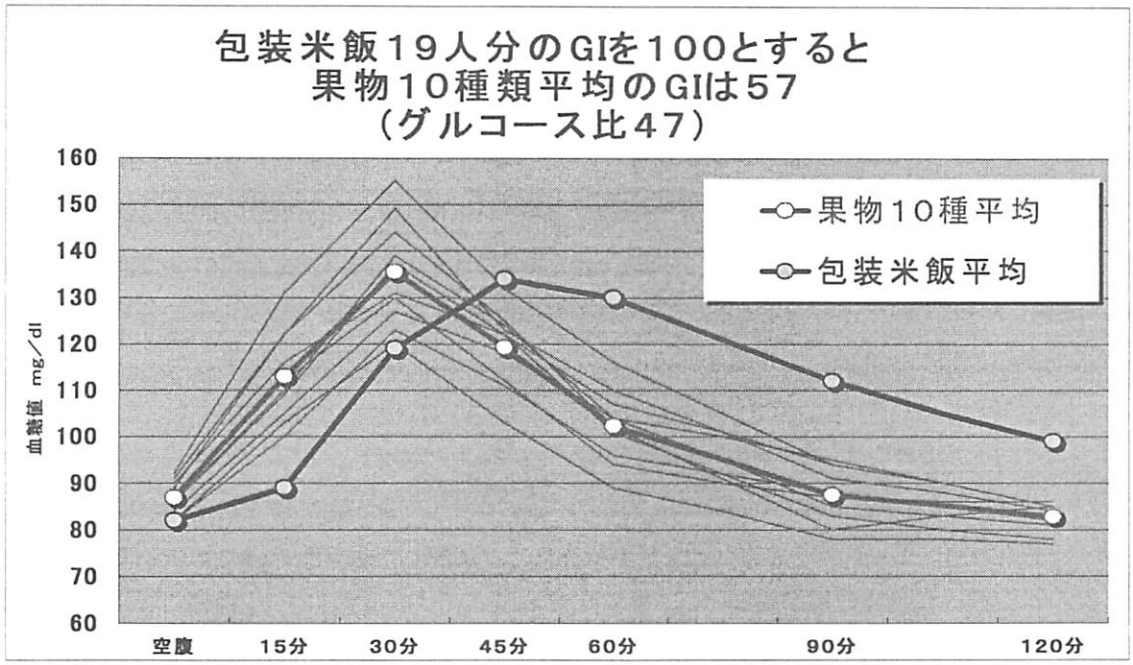
1）国際GI･GL表及び本研究より果物は低GI食品及び中位GI食品と言える。

2）血糖値がピークに到達する時間は、米飯では摂取後45分であったが、果物は30分であった。

3）10種の果物は米飯に比べて、摂取後15分の血糖値はいずれも高値であった。

4）10種の果物は米飯に比べて、45分以降の血糖値はいずれも低値であった。

つまり10種の果物はご飯に比べて、血糖が早く上昇するが素早く下がり、そのためにGIが低くなるのである。



【結語】本研究では、りんご、グレープフルーツ、いちご、メロン、みかん、西瓜、バナナは低GI食品であり、りんごが最も低かったが、糖尿病や耐糖能障害がある方は、糖尿病食品交換表にしたがって、1日1単位を守りながら勧めるべきと思われる。

果物のGIを規定する因子として、糖質の量とともにその種類、食物繊維などの含有量が考えられる。特に柑橘系の果物は胃内停滞時間を送らせるので、その結果消化が遅くなり血糖の上昇を抑えられると言われている。

以上のことから、白いご飯や白いパンなどの高GI食品と一緒に摂取すれば、血糖上昇が抑えられると推測されるので、今後、主食と組み合わせて測定しGI曲線を比較してみたい。

(3−9) 果物および香辛料におけるグリミック・インデックス、α−グルコシダーゼ活性に及ぼす影響

那須 律子（高崎健康福祉大学 健康栄養学科）
三浦 理代（女子栄養大学）
五明 紀春（女子栄養大学）

【目的】糖尿病の予防、治療において、インスリン感受性を高めるための血糖コントロールが主な治療法と考えられる。治療薬の1つとしてα-グルコシダーゼ阻害剤(アカルボース、ボグリボースなど)が利用されているが、副作用があると報告されている。そこで、本研究では、炭水化物の消化吸収遅延に焦点をあて、果物・香辛料の消化酵素(α−グルコシダーゼ)に対する阻害効果をin vitroで評価した。さらに健常人を対象にα-グルコシダーゼ阻害性食品のグリセミック・インデックス (GI)に及ぼす影響を測定、in vivoにおける効果を比較した。

【方法】α-グルコシダーゼ活性の測定　市販の果物10種類、香辛料27種類を試料とした。試料溶液に、人工基質PNPGを用い、豚小腸粘膜より調整したα-グルコシダーゼ酵素液を加えて37℃でインキュベート、生成したp-nitrophenolをHPLCで分離定量した。GIの測定　20代の健常な女性10名(平均年齢22.4歳±2.2)を被験者とし、日本GI研究会のプロトコールを参考に測定、GIを算出した。糖質50gに調整した基準食(サトウ食品包装米飯)のGIを100とし、α−グルコシダーゼ阻害作用のあった果物(基準食の20%)10種類、香辛料(0.5g)6種類の米飯GIに及ぼす影響を測定した。

【結果】食品のα-グルコシダーゼ活性に及ぼす影響　10種類の果物はα-グルコシダーゼを強く阻害し、うち干しあんずはもっとも強く阻害した。果物のアカルボース相当量は10〜20mg/gであり、常用量レベルで糖質の消化吸収を遅延させる効果が期待された。加熱した香辛料の多くは未加熱の香辛料よりα-グルコシダーゼ阻害作用が強かった。香辛料27種類のうち、加熱した14種類の香辛料は阻害作用を示し、そのうち9種類は加熱、未加熱ともに阻害作用を示した。 香辛料は、未加熱の粉からしのアカルボース相当量が最も強く21mg/gであり、加熱した香辛料はタイム57mg/g、粉わさび43mg/g、パセリ21mg/gがα-グルコシダーゼを強く阻害した。in vitroの結果より、日常の摂取する量で阻害作用があると期待できた。

GI評価　in vitroで阻害作用を示した10種類の果物のうち、りんごとパインアップルはGIを低下させた(表1)。果物のin vitroの阻害濃度とin vivoのＧＩの相関を被験者別に検討した結果、正の相関が認められた被験者がいた。一方、in vitroのα−グルコシダーゼ阻害作用とＧＩが相関しない被験者もいた。被験者により血糖応答が異なっていると考えられた。香辛料は、in vitroでα-グルコシダーゼの阻害作用のあったもののうち、粉わさび、練りからし(和からし)はGIを低下させた(表2)。果物と同様にin vitroとin vivoの相関を被験者別に検討した結果、すべての香辛料のＧＩが100以下だった被験者は阻害濃度とＧＩに相関が認められなかった。一方、ＧＩが100以上だった被験者は相関関係があった人と相関がみられない被験者がいた。果物・香辛料は常用量レベルで糖尿病の食事治療に効果があると期待されたが、GIは被験者間で異なった。

果物	総摂取量当りのアカルボース当量(g)	GI
もも	100	127±45
マンゴー	126	120±50
メロン	285	110±39
グレープフルーツ	315	111±48
干しあんず	336	117±38
パインアップル	546	98±34
プラム	546	110±39
りんご	640	90±23
かき	1139	103±39
ぶどう	1156	117±37

表1. 果物のGIと総摂取量当りのアカルボース相当量の関係

香辛料	総摂取量当りのアカルボース当量(g)	GI
ナツメグ	1.5	93±29
オールスパイス	2.5	120±50
粒マスタード	3	110±39
パプリカ	7	111±48
練りからし	8.5	117±38
粉わさび	21.5	98±34

表2. 香辛料のGIと総摂取量当りのアカルボース相当量の関係

【考察】in vitroにおいて、果物、香辛料には常用量レベルでα-グルコシダーゼ活性を強く阻害するものがあった。in vitroでα-グルコシダーゼを阻害した果物、香辛料は、in vivoでGI低下効果を示すものもあれば反対にGIが上昇するものもあった。香辛料は、阻害活性が加熱の有無に影響されたことから、調理法を考慮して使用する必要があると考えられた。

GIの影響因子として本研究で取り上げた消化酵素の1つであるα-グルコシダーゼのほかに腸の蠕動運動、炭水化物の構造や種類、食品の加工や調理法、食品の組み合わせ、たんぱく質・脂質の同時消化などに影響されると報告されている。GIに影響する因子は複雑であり、これらの影響因子も考慮して、食材のGIへの影響を検討していく必要があると考えられた。GI低下効果を示したものについては治療食レシピへの応用が期待されると考えられた。

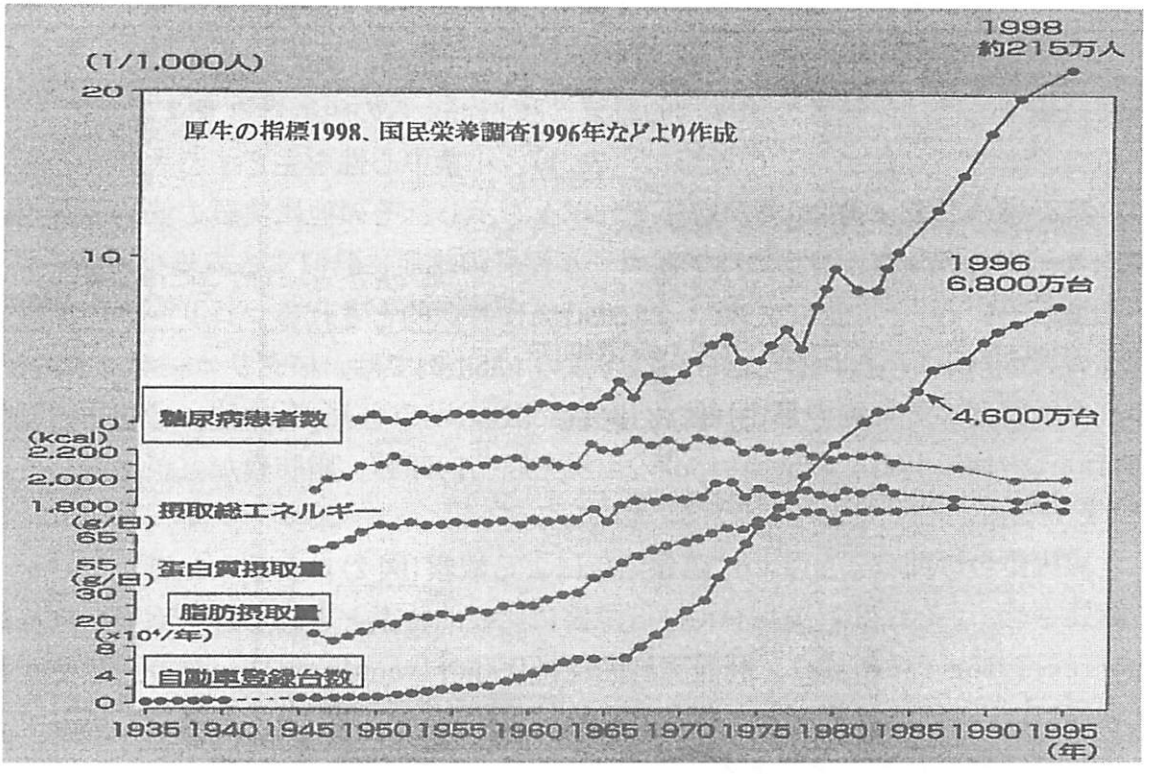
(3－10) 肝の脂肪化はみすごせない
－日本で急増する非アルコール性脂肪性肝炎(NASH)－

前山　史朗　北柏リハビリ総合病院　病院長
(前・聖マリアンナ医科大学病理学助教授)

(I) はじめに

戦後わが国は高度経済成長期を経て、ついには飽食の時代を迎えている。一人当たりの消費カロリーはこの 30 年余ほぼ横ばいであるが、車の保有台数に並行して糖尿病(DM)患者が急増し、最近の成人検診では約 30%が脂肪肝(Fatty liver; FL)を呈している。高脂血症も然りであり、学童期での肥満が医療問題のみならず社会問題すら惹起している。厚生労働省の平成 14 年糖尿病実態調査では DM になっている人は約 740 万人、可能性を否定できない「予備軍」と合わせると約 1620 万人にのぼることが分かった。平成 9 年の初調査に比べ予備軍を中心に計 250 万人増え、成人の 6.3 人に 1 人の割合となり、高齢化や食生活の変化で患者数は今後も増え続けていくものと懸念されている。その病因の一つとしては、年毎に動物性蛋白質、 動物性脂質、脂肪の摂取量が摂取エネルギーに占める割合が急増し、逆にそれに見合うエネルギーの消費が少ないことも大きな要因である。これも食生活や生活様式が西洋化に急速になったことであり、車社会で体を積極的に動かさないことにつながっているものと思われる (図１)。DM や肥満はいわゆる生活習慣病の主因でもあり、動脈硬化症や心疾患の増加にもつながることが判明している。これらの疾患は患者数も多く、また、死因につながることも多く、国民医療の大きな課題でもある。しかしこれら生活習慣病の中で各種肝疾患についてみると、肝炎ウイルス起因以外の肝疾患が大きな話題になることは少なかった。

図 1. 糖尿病の発症と栄養・環境因子



(II) 脂肪肝から非アルコール性脂肪性肝炎(NASH)へ

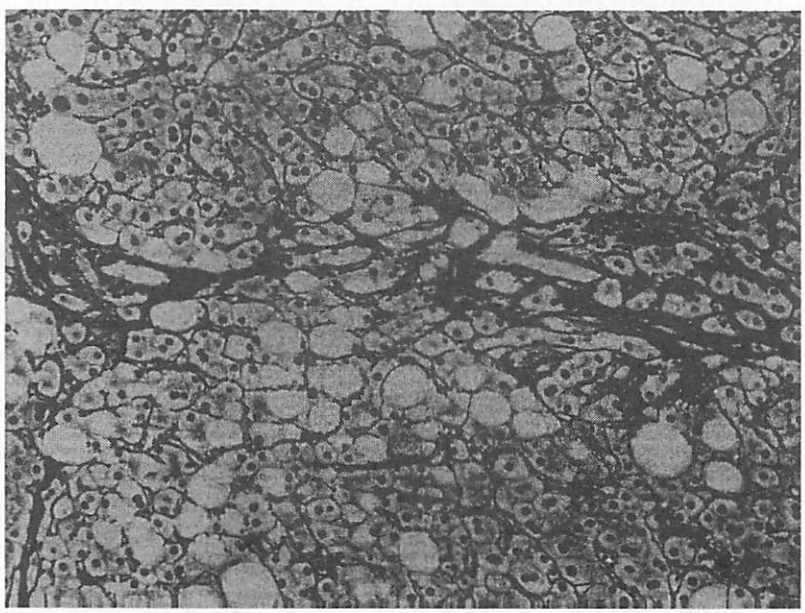
一方、FL は各種肝疾患の中では最もポピュラーな病態であり、成人検診では成人例の 30%前後にのぼるとさえ言われている。かつて FL は良性、かつ可逆性の疾患として取り扱われ見過ごされていた。FL の三大病因としてはアルコール、DM、肥満が挙げられているが、近年アルコールをほとんど飲まないのに（非アルコール性）FL から肝実質の壊死・線維化がゆっくりではあるが増悪して肝硬変へ至るルートがあることが判明した。それは 1979 年 Adler ら[1]が肥満患者の肝生検組織像を詳細に検討し、脂肪沈着のみではなく肝実質の壊死・炎症所見や肝の線維化、ひいては肝硬変を呈することを報告した。翌 1980 年 Mayo Clinic の Ludwig ら[2]は飲酒歴がほとんどないにもかかわらずアルコール性肝障害に類似する肝生検病理組織所見より非アルコール性脂肪性肝炎(nonalcoholic steatohepatitis (NASH；ナッシュ))と命名したことに始まる。わが国では1990年代後半までNASHに対する関心はほとんど無かったが、2000 年頃より生活習慣病の一つとして注目を集める様になってきた。そして前述の様にわが国でも DM、肥満、高脂血症の罹患率が上昇するに従い、各医療機関より NASH 例の報告が多くなったのである。

(III) NASH の実際の肝生検組織像と臨床

聖マリアンナ医科大学ならびに全国大学病院・国公立私立病院からコンサルタント例として送付された非肝炎ウイルス性・非自己免疫性・非飲酒家であることが明らかで、かつ肝機能障害が継続し、各種画像所見では脂肪肝例を鏡検する機会を得た[3]。病理組織学的には、筆者の組織学的概要[4]と Brunt らの組織学クライテリア[5,6]に依り組織診断を下したが、その概略は(表 1)、小葉中心性を主とする大滴性の脂肪化が小葉面積のおおよそ 30%ないしそれ以上を示し、その他に実質の壊死・炎症像、アルコール性肝障害、とりわけアルコール性肝線維症に酷似する線維化パターン、などを呈している。その上にアルコール性肝炎に特徴的とされるマロリー体の出現も約30%の NASH 例にみられる[3]。さらに多数の NASH 例では、核グリコーゲンも貯留し、中心静脈周囲の肝細胞の風船様膨化(Ballooning)がみられ、その他には胞体内凝集傾向(intracytoplasmic expression)の出現や脂肪肉芽腫、脂肪嚢などが出現している[3] (表 1)。

線維染色の観察、とりわけ鍍銀染色による観察(図 2)は貴重な組織変化パターンを認知させる。それはアルコール性肝障害に比較的特徴とされる肝細胞周囲性線維化(pericellular fibrosis)、肝静脈周囲線維化(perivenular fibrosis)、星芒状線維化(stellate fibrosis)などと称される線維化パターン(図 2)[7]と極めて類似するパターンが観察されることである。

図2. アルコール性肝線維症(ALF)に極めて類似する線維化パターン



加えて、4 例に肝細胞癌の併存[3]を認め、FL は医学的には決して看過できなくなってきている。この様に FL の一部の例では肝の脂肪化に加えて実質の壊死・炎症が継続し、線維化が増悪する FL を経て肝硬変・肝癌への一連の病態の存在が明らかになってきている。

一般的には肥満、糖尿病などで肝臓への脂肪化が生じ(1st. hit)、次いで脂肪由来の各種サイトカインが働いて(2nd. hit) そして NASH へと至る過程が想定されている[8]。しかしこの 2 元的な NASH への進展には民族間の遺伝的な相違[9]、生活様式などが複雑に絡み合っており問題解決には程遠い。

因みに NASH の診断は血液・生化学的検査ならびに画像診断では確診することは出来ず、唯一肝生検診断がその拠り所[5,6]となっている。

臨床的には肥満を呈する患者は約 70%、DM が約 60%、高脂血症が約 30%の割合で合併しており[10]、いわゆる metabolic syndrome としての合併例が多くを占めていた。

表. NASH例の各組織変化と年齢・性

平均年齢＝54.8±12.2 (男性=51±13) (女性=56±12)		男女比＝28：50 (女性 64.1%)		
線維化の程度 (ALD の線維化に酷似)	F1	23/78 (29%)	F2 *	27/78 (35%)
	F3 *	19/78 (24%)	F4 * *	9/78 (12%)
核グリコーゲン		59/78 (76%) {(+); 32 (54%) (2+); 27 (46%)}		
胞体内凝集傾向		40/78 (51%)		
脂肪肉芽腫		38/78 (49%)		
Mallory Body		26/78 (33%)		
Ceroid-lipofuscinosis		49/63 (78%) {(+); 37 (76%) (2+); 12 (24%)}		
Fe, granular siderosis		19/59 (32%)		

*：4 例の HCC 合併例を含む　(1990～2004.7.聖マ医大・関連病院経験78例)

(IV) 今後の課題

振り返ってみると、わが国は島国で他民族の流入が阻まれ単一民族で成り立っており、長い間一ヶ所に定住する農耕民族であった。それが戦後わずか30～40年で西洋式の食生活へと変貌し、車社会へと突入した。最近の研究では日本人の倹約遺伝子は諸外国とは遺伝子多型が異なる事が判明し、大和民族は飢餓に強い人種であることが解かってきている。WHO での BMI(Body Mass Index)も東洋人だけは 23～25kg/m^{2}を過体重として、欧米の基準とは別にして設定する動きがみられる。事実演者の NASH 例で BMI が 25kg/m^{2}以下の症例が約30%にも認められ[10]、東洋人の遺伝的特殊性もうかがえる。

最近では内臓肥満の元凶である腹腔内の脂肪組織からは種々の生理活性物質が放出されて直接肝臓へと流入しており、それらの解析が盛んに行われている。これらが複雑に絡み合って FL から NASH へと進展するものと推察され、NASH の病態は生活習慣病の頂点に位置しているとさえ指摘されている。この様に肥満、DM などの生活習慣病と NASH との関連は新たな展開をみせており、臨床栄養学はますます重要性を増してきている。FL は最近ではごく普通に診られる各種肝疾患の代表的存在にのぼりつめてはいるが、その FL 例の何%が NASH へと増悪するのか、進展様式はどのような形態をとり進展するのか、発ガン率はどうなっているか、など解明すべき事は多い。そして日常の食生活(臨床栄養学)および行動様式(行動心理学など)への指導・介入は今後さらに重要となってくる。

文献

1) Adler M and Schaffner F: Fatty liver hepatitis and cirrhosis in obese patients. Am J Med 67: 811, 1979.

2) Ludwig J, et al: Nonalcoholic steatohepatitis: Mayo Clinic experiences with a hitherto unnamed disease. Mayo Clinic Proc 55: 434, 1980.

3) 前山史朗: 非アルコール性脂肪肝炎(NASH)の病理組織. 日消病会誌 101: 1188-1193, 2004.

4) 前山史朗:脂肪肝・非アルコール性脂肪性肝炎(NASH)—その臨床病理と病因—.現代医療 33: 2385-2394, 2001.

5) Brunt EM: Nonalcoholic steatohepattis: definition and pathology. Sem Liver Dis 21: 3-16, 2001.

6) AGA technical review on nonalcoholic fatty liver disease: Gastroenterol 123: 1705-1725, 2002.

7) 前山史朗、他:アルコールと線維化についての形態. 肝胆膵 37:335-348, 1998.

8) Day CP, James OF: Steatohepatitis: a tale of two "hits"? Gastroenterol 114: 842-845, 1998..

9) 西原利治:非アルコール性脂肪性肝炎(NASH):病態と治療 6.遺伝的背景. 肝臓 45: 82-86, 2004.

10) 前山史朗: :非アルコール性脂肪性肝炎(NASH):病態と治療 1.脂肪肝(FL)と非アルコール性脂肪性肝炎(NASH)－病理学的特徴. 肝臓 45: 58-65, 2004.

ＧＩ研究のための統一プロトコール（統一手法）

ＧＩ評価表はJenkinsとWoleverらにより国際的標準化が行なわれ、この手法に準拠し日本では杉山・若木らが先行で研究された。本研究会では、この杉山・若木らの手法を統一プロトコールとすることが第1回日本ＧＩ研究会（2002年7月開催）で合意され、今後当分の間本研究会のＧＩ共同研究に参画する場合には、このプロトコールの追従のもとで行なうことが推奨された。以下はＧＩ研究のための統一手法である。

１．被験者
1グループ10名、20～50歳、ＢＭＩが30以下、過去1年間の検査で耐糖能異常がないこと。
降圧剤など薬剤の服用がないこと。
事前にヘルシンキ宣言に則ったインフォームドコンセントを行ない、了承を得ていること。
前日の検査より1日以上経過していること、生理期間中は未実施とする。

２．検査前日
過激な運動を控える、午後8時以降は食事を摂らない。
暴飲暴食・多量の飲酒・夜更かしを避ける。
検査前日・検査前・検査中に体調が悪くなった場合は、検査を延期または中止する。

３．検査当日
朝食を摂らない。
午前7～9時に実施（開始）する。
摂取前に指をアルコールで消毒し、よく乾かし空腹時の血糖（1回目）を測定（どの指でも可）する。
空腹時血糖が70から110以内であれば測定可能。
基準食及び検査食の摂取時間は5～10分で行ない、一口30回程度噛む事。
測定中は喫煙を避け、静かな立ち仕事や座位の仕事程度にする。
摂取開始（食べ始めて）から15分（2回目）・30分（3回目）・45分（4回目）・60分（5回目）・90分（6回目）・120分（7回目）の血糖を測定する。

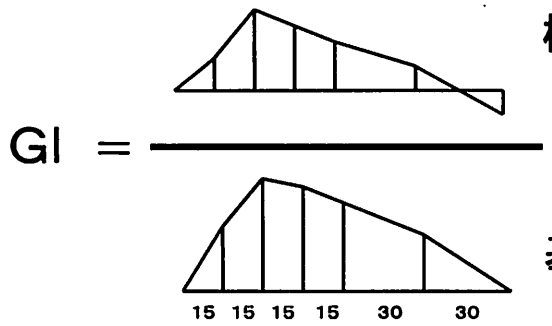
４．基準食
包装米飯（ｻﾄｳのご飯、新潟産コシヒカリ100%、147ｇ）を2回行い、血糖上昇下面積の差が25%以内であれば可能、平均し基準値とする。25%以上の場合、3回行いその中より25%以内の値を平均し基準値とする。
摂取時の水分は、白湯または水150cc程度とする。
摂取後は検査終了まで絶飲食とする。

５．検査食
炭水化物（食物繊維を含まない）を50ｇに合わせ、主に主食となる食品、単品であれば、スパゲッティ、日本そば、うどん、餅、粥、パン等。混合食であれば、豆ご飯、赤飯、炊込みご飯、カレーライス、寿司めし、オムライス、チャーハン、カツ丼、天丼、牛丼、シリアル＋牛乳等。その他、糖質含量の多い食品として、果物類、菓子類、嗜好品、缶詰製品等、検査食は各研究グループに任せる。

６．検査機器
簡易採血機で自己採血を行い、自己血糖測定器（三和化学、ｸﾞﾙﾃｽﾄｴｰｽ等）で測定する。

ＧＩの求め方（図 1・2）

GIは、分母に基準食(ブドウ等や米飯)のIAUC 、分子に検査食のIAUCで比べる

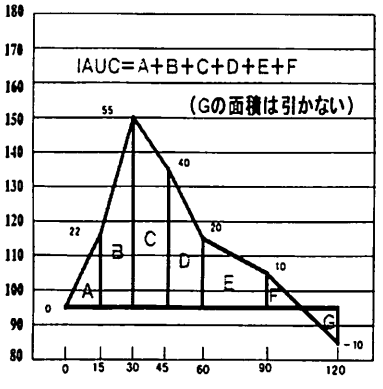


GI ＝ 検査食のIAUC / 基準食のIAUC ×100

（ブドウ糖OR米飯）

血糖上昇曲線下面積の求め方

空腹時血糖値を０とし、各ブロック毎の面積を計算し合算する



計算式

A＝　22 × 15 ÷ 2 ＝165
B＝（22＋55）×15÷2＝577．5
C＝（55＋40）×15÷2＝712．5
D＝（40＋20）×15÷2＝450
E＝（20＋10）×30÷2＝450
F＝　10　×　15 ÷ 2＝75
合計＝2430
（Gはﾏｲﾅｽとなったため、引かない）

終わりに

日本ＧＩ研究会は、毎年7月の第3日曜日に東京慈恵会医科大学（東京都港区）で開催されているが、本研究会の主旨に賛同し、沢山の方が同じ手法で研究され、その成果を本研究会で発表していただくことを希望したい。

日本 Glycemic Index 研究会会則

(名称)

第１条　本会は日本Glycemic Index研究会（略称：日本ＧＩ研究会）と称し、英文ではJapanese Association for the Study of Glycemic Index（JASGI）を用いる。

(目的)

第２条　本会はわが国において入手可能な食材、食品、食事について、Glycemic Index の観点からの研究の推進をはかり、その成果を広く啓蒙することにより、わが国における国民の健康増進に寄与することを目的とする。

(事業)

第３条　本会は前条の目的を達成するために次の事業を行う。

（１）　学術集会等の開催

（２）　その他、当研究会の目的を達成するために必要な事業

(会員)

第４条　本会の会員は次の通りとする。

（１）正会員　本会の目的に賛同し、研究集会に参加し、規定の参加費を納入した個人

（２）その他、本会が認めた者

(役員)

第５条　本会には次の役員をおく。

幹事　５名以上１０名以内〔うち代表幹事１名、常務幹事（若干名)〕

年次学術集会長　１名

監事　２名

(役員の選出)

第６条　幹事（代表幹事、常務幹事を含む）は、幹事会が正会員の中から推薦し、総会で選任する。

２　幹事は互選で代表幹事を定める。

３　常務幹事は会長が幹事の中から推薦し、総会で選任する。

４　年次学術集会長は幹事会が正会員の中から推薦し、総会で選任する。

５　監事は幹事会において正会員の中から推薦し、総会で選任する。

(役員の任期)

第７条　役員の任期は２年とし、再任を妨げない。　ただし、年次学術集会長の任期は１年とし、再任は認めない。

(会計)

第８条　本会の運営は参加費その他の収入をもって充てる。

２　本会の会計および事業年度は毎年４月１日にはじまり、翌年３月３１日に終わる。

(会則)

第９条　本会則を変更するときは、幹事会の議を経て、総会の承認を得るものとする。

(事務局)

第１０条　本会の事務局は当分の間、聖徳大学内に置く。

(付則)

１．本会則は平成１４年７月２０日より施行する。

２．本会の会費は次の通りとする。

研究会における参加費をもって会費とする。

第３回 日本GI研究会 協力企業一覧

松谷化学工業株式会社
株式会社 三和化学研究所
日本エヌエスシー株式会社
田辺製薬株式会社
テルモ株式会社
キッコーマン株式会社
江崎グリコ株式会社
株式会社 ヤクルト
株式会社 ブルボン

第3回日本Glycemic Index研究会 記録集

2005年3月31日 発行

編　者　日本Glycemic Index研究会
発行者　田中　照二
271－8555
千葉県松戸市岩瀬550 聖徳大学・生活文化学科

印刷所　*株式会社 鈴鹿システックス*
105－0003
東京都港区西新橋3－24－1　Tel 03(5777)6717