第2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

抄録集

2004 年 7 月 18 日　発行

目　次

第2回日本Glycemic Index研究会、基調講演（平成15年7月20日開催）

(2－1) Glycemic Index研究の過去と将来 …… 2
田中　照二

(2－2) Glycemic Indexを活用した栄養教育のこれから …… 5
若木　陽子

第2回日本Glycemic Index研究会、一般演題

(2－3) 難消化性ﾃﾞｷｽﾄﾘﾝ添加時における米飯・ﾊﾟﾝのＧＩ …… １０
林　進、高橋 弘、小沼 宗大、二瓶 尚子、小川 篤美、石井和巳、阿部香、柳井 一男

(2－4) 発芽玄米の摂取によるGlycemic Index（GI）、
Glycemic Load（GL）及びインスリン反応 …… １２
伊藤　幸彦、高野　ひとみ、水口　彩、喜瀬　光男、岡村　博貴、青砥　弘道

(2－5) 低Glycemic Indexヨーグルトの評価と開発 …… １４
今井　哲哉、神谷　隆元、福田　洋

(2－6) 果物のGlycemic Indexについて …… １６
大川 武、藤山 康広、星屋 英治、荒木 達夫、矢野 得郎、柳井 一男、横山 淳一、田中 照二

(2－7) 低Glycemic Index菓子の開発について …… １８
福田　真一、南　利子、松田　賢一、米谷　俊

第2回日本Glycemic Index研究会、特別講演

(2－8) …… ２０
A Low Glycemic Index Diet in the Treatment of Obesity and Related Complications
David S. Ludwig, MD, PhD, Director, Obesity Program, Children's Hospital, Boston;
Assistant Professor, Harvard Medical School
発表スライド …… ２２

ＧＩ研究のための統一プロトコール（統一手法） …… ３２
日本Glycemic Index研究会推奨

日本Glycemic Index研究会会則 …… ３４

協力企業一覧 …… ３５

巻頭言

第2回の日本 Glycemic Index 研究会には Dr. David S. Ludwig にお出で頂き、特別講演を拝聴することが出来たことは、多くの会員の喜びであった。

Harvard 大学の関連病院である Boston の小児病院で Obesity Program の Director をしておられる Dr. Ludwig は、このところ Glycemic Index 関係の仕事での精力的な学会活動、執筆活動で米国でも急速に指導者の地位を得るようになった研究者である。 2000年の American Society for Nutritional Sciences には、その前年に開かれた Symposium:Dietary Composition and Obesity : Do We Need to Look beyond Dietary Fat ? で Dietary Glycemic Index and Obesity と題して講演の内容を報告している。 さらに２００２年の JAMA には The Glycemic Index-Physiological Mechanisms Relating to Obesity, Diabetes, and Cardiovascular Disease と題して Clinician's corner を飾る立派な総説も発表していることで良く知られている。日本ではいまだ彼の活躍に大きな注目が集まっていたとは思えなかったが、本研究会が招聘に成功し、彼にも日本で Glycemic Index に対する関心の高まりを感じてもらえたことは、本研究会にとっては大きな成果とし得るのではないかと思う。 期待どおり、彼の講演はすばらしいものであった。 残念なことは講演後の抄録を依頼してあったが、多忙を理由に送付されず、「以下の既報の論文を参照して欲しい」との手紙の届いたことである。 従って、来日前に送られてきた短い抄録と講演時のスライド、そして事務局で用意した講演の要旨を記録として残すことにした次第である。 この点はご了承頂きたい。

彼の知らせてきた参考論文は以下のものである。

Pawlak DB, Ebbeling CS, Ludwig DS. Should obese patients be counseled to follow a low glycemic index diet ? Obesity Reviews 2002, 3 : 235-243

Ludwig DS , Nutritional endocrinology : a novel dietary approach to childhood obesity . Section on Endocrinology Newsletter 2003, 11 : 6-7

Ludwig DS , Dietary glycemic index and the regulation of body weight . Lipids 2003, 38 ; 117-21

Ludwig DS . Glycemic load comes of age . Journal of Nutrition 2003 , 133 : 2695-2696

これを機会にわが国で臨床的な中・長期の Glycemic Index 研究が推進されることを願っている。

平成16年7月18日

日本 Glycemic Index 研究会世話人代表： 聖徳大学 田 中 照 二

(2－1) Glycemic Index 研究の過去と将来

田中　照二（聖徳大学）

Glycemic Index (GI) の概念は、１９８１年に発表されたカナダの Jenkins らの論文によるものとされている。　彼等は糖質量として同量であっても、それぞれの糖質主体の食品で血糖値を上昇させる速度や程度に差異のみられることを観察した。この血糖変動曲線の曲線下面積を、基準とする５０g ブドウ糖負荷時のそれを１００として比較し、％表示することを提案したものである。

以来２０年余が経過したが、その間一部の研究者が注目するに留まり今日に至ったというのが大方の見方である。　しかし、わが国においても何人かの研究者は、この概念に早くから注目して研究・発表が行われていたことを承知されている方も多いと思われる。　この際、わが国においての GI 研究の過去を振り返り、盛り上がりつつある現在の状況から、さらにはわが国独特の食生活を踏まえた上での GI の応用につき、将来への期待を込めて考えてみたい。

糖尿病の食事療法については、わが国の糖尿病の分野では、影浦尚視先生の影浦氏食事療法（１９２２）、山川章太郎先生の山川氏食事療法（１９３６）など幾多の変遷が重ねられて来た。　現在の食品交換表に基礎をおいた食事指導は、１９２０年頃の、von Lichtwitz による２０g 白パン（糖質１２g）に相当する糖質食品を列挙した Aequivalent Tabelle に源が辿れる。　アメリカ糖尿病学会の食品交換表は１９５３年に発表されている。　日本糖尿病学会における食品交換表は、葛谷信貞先生らの提案により検討が進められ、１９６５年に「糖尿病治療のための食事交換表」として発刊されたのである。　以来隠れたベストセラー本として、糖尿病臨床には欠かせない資料として役立ってきた功績は計り知れない。

食事療法は運動療法とともに糖尿病の基礎的な治療法であり、正しく行われた場合の効果は疑う余地がない。　問題は長期間、厳格な指導にどれくらいの人々が継続できるか、併発する他の疾患に対する影響をどう考慮するかなど、型通りの食事指導だけで治療が成功することが少ないこともよく指摘されることである。　奏功しない原因を、一方的に患者さんの不摂生に押し付けていないかとの反省を考えてみたことがあるだろうか？　血糖値を変動させる要因は多彩であるとはいえ、GI の概念を正しく理解した上で、いかに臨床での食事指導に役立てるかの将来の展望を考えてみたい。

１９８６年、すでに土井邦紘は「糖尿病の食事療法に Glycemic Index は有用か」として、食品間のエネルギーの差のみならず、吸収の速度・吸収率・消化率さらには他食品との混合による変化・料理法による変化など、細かく点検して実用化すべきことを指摘している（プラクテイス: 3, 6 – 8 ,1986 ）。

古守知典らは、炭水化物を摂取した際の糖代謝に及ぼす蛋白質および脂肪摂取の影響を検討した Simpson らの報告に健常者での血糖反応は、炭水化物単独摂取時に最も高く、以下脂肪の混合摂取時、さらに脂肪および蛋白の混合摂取時の順であったという報告に注目した。　そして、食品を糖、蛋白、脂肪の組成と総熱量のともに等しい混合食を調整して糖尿病患者に負荷し、糖代謝に及ぼす影響を検討し、１９８７年に報告している。　ここでは、単一の食品の比較に適する Jenkins らの Glycemic Index に対して多数の食品を混じて摂取する実際の食事を考慮して、meal Glycemic Index (meal GI)との語を用いて混合食摂取後の血糖値の上昇の程度の指標とすることを提案している。パン食の Meal GI を１００とした場合に、米飯食が８３、豆食が５０と報告している（ New Diet Ther : 3, 140 – 147, 1987 ）。

鮴谷佳和らは、１９９０年に老齢者の糖尿病の食事療法にも低 GI 食の応用が有用だと述べている（日本老年医学会雑誌 : 27, 57 – 62, 1990 ）。　すなわち、５０g 経口ブドウ糖、食パン７７g の高 GI 食、いんげん豆６０g の低 GI 食の各負荷試験の成績から、加齢による GI への影響はみられず、老年者においても成人同様に糖尿病者の食事療法に Glycemic Index の低い食品を用いた低 GI 食の応用が食後血糖調節に有用であると主張している。

里和スミエらは、２９名の志願者について２１種類の食品について、GI の算出を行っている。　この研究では、臨床に繁用されているトレーランＧ７５を基準としている（和洋女子大学紀要 : 32, 21 – 33, 1992 ）　また、混合食にした場合の影響をみているが、うどんを油で炒めたり、ひじきを混ぜると血糖、インスリンともにその上昇が押さえられた成績も示している。

１９９６年、宇佐美勝らは副食を同一にして５種類の GI を検討し、ごはんを１００とした場合にそば７２、パン６９、スパゲテイ５７、うどん５０だったとしている（ Diabetes Frontier : 7, 54 – 59, 1996 ）

鈴木正成らは、２０００年の日本栄養・食糧学会にてグルコース、ごはん、パンおよびオールブランの食後血糖上昇反応につき報告している（Kewpie News : No. 320, 2000 ）。

ごく最近の杉山みち子、若木陽子らのパックされたごはん食を基準食としての各種のごはん中心の食事１１６種類の GI 検討の成績の集大成は、本年５月発表された（日本健康・栄養システム学会会誌 : 3, 1 – 15, 2003 ）。
また、合田敏尚は GI 値に影響を及ぼす食品成分について、消化管内での消化・吸収の遅延因子を考察しているが、１）デンプンの構造、２）加工処理による消化速度の変化、３）共存（添加）する食品成分による消化・吸収の阻害、４）胃内滞留時間の延長による消化・吸収の遅延を挙げている（Kellog's Update No.69, 2003)。

今こそ、臨床の現場で GI の概念を踏まえた食事指導を始めるべき時である。
糖質はエネルギーは同じでも、血糖値上昇への影響をみる限り、それぞれ異なる、また組み合わせや調理法によっても異なることを疑う余地はない。　ただし、このことが真に糖尿病、肥満の対策にどのように作用し、どのような短期的・長期的効果が証明出来るのかは実はこれからの課題なのである。

自己血糖測定器具の普及は、極めて幸いである。　ＥＢＭ的な症例数の多さでみるのではなく、個々の症例ごとに GI 応用の効果を観察しつつ、食事療法を成功させることに気を配るのがこれからの医師・栄養士の役割であろうし、低 GI 食品の開発に各食品メーカーの努力への期待も大きいところである。
採血の回数を極力控えて、長時間の血糖値の変動を追跡可能な新しい器材である GlucoWatch も登場してきた。　これらも活用して、具体的な食事指導に役立つ情報を集積すると共に、情報に従って指導をする立場から、個々の患者さん自身が自ら血糖測定を体験しながら、血糖コントロールに適した食事内容の発見を追い求める方向へのサポートを目指すことがこれからの医師、栄養士の役割の大きな一面になるものと思われる。

(2－2) Glycemic Index を活用した栄養教育のこれから

若木　陽子（日本赤十字社熊本健康管理センター　企画広報課）

〈はじめに〉

日本赤十字社熊本健康管理センターでは、設立以来 25 年にわたり人間ドックを中心とした健康管理事業を行ない、疾病の早期発見だけではなく、生活習慣病の予防・改善を目的とした健康教育を推進している。

また、わが国で近年、増加傾向にある糖尿病については、当施設の受診者のうち約 2 割の者が境界域と判定されている。このような状況の中で、海外でグリセミック・インデックス（GI）を用いた効果的な糖尿病教育が行われていることに着目し、日本人の生活習慣病予防・治療に GI を活用するためには、米飯を基準とした GI 評価が必要と考え、当センター内で職員が被験者となり研究に取り組んできた。また、研究は平成 11 年から杉山（神奈川県立保健福祉大学）らとの共同研究として実施しており、日本人の主食である米飯を基準食として様々な食品ならびに組合せ食の GI を観察してきた。

今回は、①「平成13年度ごはん食基礎データ蓄積事業」の一環として行なった「ごはん食とGlycemic Index に関する研究」プロジェクトにより 116 項目の「ごはん食と Glycemic Index」表の作成について、②「ごはん食と Glycemic Index」表を用いた糖尿病予防教育のためのプログラム作成への取り組みについての検討を報告する。

〈ごはん食と Glycemic Index 表の作成〉

「ごはん食と Glycemic Index に関する研究」は、8 施設間共同研究として、各施設の倫理委員会において承認をうけて実施した。被験者は各施設職員ならびにその関連者の一般健常人である。対象者に関する条件ならびに方法は、杉山らの先行研究に準拠して行った。この場合の対象者条件ならびに方法は、一般のヘルスケア現場において実施可能であること、対象者への負担が少なく利便性、経済性を優先して設定した。

検査食項目について GI を算出し、既存の GI 算出を含めて全 116 項目からなる「ごはん食とGlycemic Index」表を作成した。GI 値が 100 以上の米飯の食べ方は、えんどう豆などの豆類、芋、かぼちゃ、とうもろこしなどの炭水化物食品と一緒に摂取した場合、きゅうり漬け、たくあんなどの漬物や塩辛などの塩分が多く発酵した食品と一緒に摂取した場合、冷凍米、パエリア（冷凍食品）、せんべい、赤飯、もちなどの米飯のでんぷん構造が変化している場合などであった。

一方、GI 値が基準食の米飯よりも 30 前後も低下した米飯の食べ方は、わかめの酢の物、春雨の酢の物、あじの南蛮漬けなどの酢を含有した食品、牛乳、ヨーグルトなどの乳製品、納豆、きなこなどの大豆製品、あじや帆立などの刺し身、とろろとの組み合わせ、リゾットや卵雑炊などであった。

〈GI を活用した栄養教育システム案の作成〉

当施設の管理栄養士や医師、看護師、保健師などによるワーキンググループにて、栄養教育への GI 導入について検討を実施し、GI に関する科学的知見に基づいて以下の①～⑥の基本要素を新しい教育システムに盛込むこととした（図１・表 1）。

① アセスメント結果に基づいて、受診者個別の目標設定を実施する。

② 米飯を基準とした食品や食品の組み合わせによる「ごはん食と Glycemic Index」表を教材として活用する。
③ 受診者個々人が食品の GI 評価を体験することによって、血糖値の自己測定、食品の自己選択、食事計画の決定、自己モニタリングなどの自己マネジメントシステムを構築する。
④ 食品の GI 評価をグループワークとして導入し、受診者のエンパワメントを向上させる
⑤ 医師、看護師、管理栄養士、運動指導士などによるチームケアを導入する。
⑥ 教育システムについてチェックと修正を定期的に行ない、効率的かつ効果的な教育プログラムの構築を目指す。

〈GI を活用した栄養教育の課題とこれから〉

「ごはん食と Glycemic Index」表の栄養教育への活用を検討していくだけではなく、適正エネルギーや PFC 比などの観点と併せて検討していく必要がある。さらにその栄養教育の生活習慣病の予防における有効性や問題点あるいは問題の解決方法についても様々な角度から評価、検討していく必要がある。また、GI に関するさらなる科学的知見の蓄積、ならびに、栄養教育に実際に GI を導入してアウトカムデータを集積し、栄養士をはじめとする専門職が自ら検証して初めて、個々人のニーズにあった栄養教育が提供できるようになると考える。

＊ GI に関する研究について、現在までに財団法人全国米穀協会 米及び米食に関する研究事業（細谷憲政、杉山みち子）、平成 13 年度ごはん食基礎データ蓄積事業（細谷憲政、杉山みち子）、財団法人全国牛乳普及協会 平成 12 年度牛乳栄養学術研究事業（杉山みち子）、平成 13 年度牛乳栄養学術研究事業（杉山みち子）の助成を頂きましたことを、ここに深く感謝いたします。

また、本研究ならびに発表において多大なるご支援と、ご指導を下さいました、神奈川県立保健福祉大学 栄養学科教授 杉山みち子先生ならびに、東京大学名誉教授 細谷憲政先生に感謝申し上げます。

参考文献

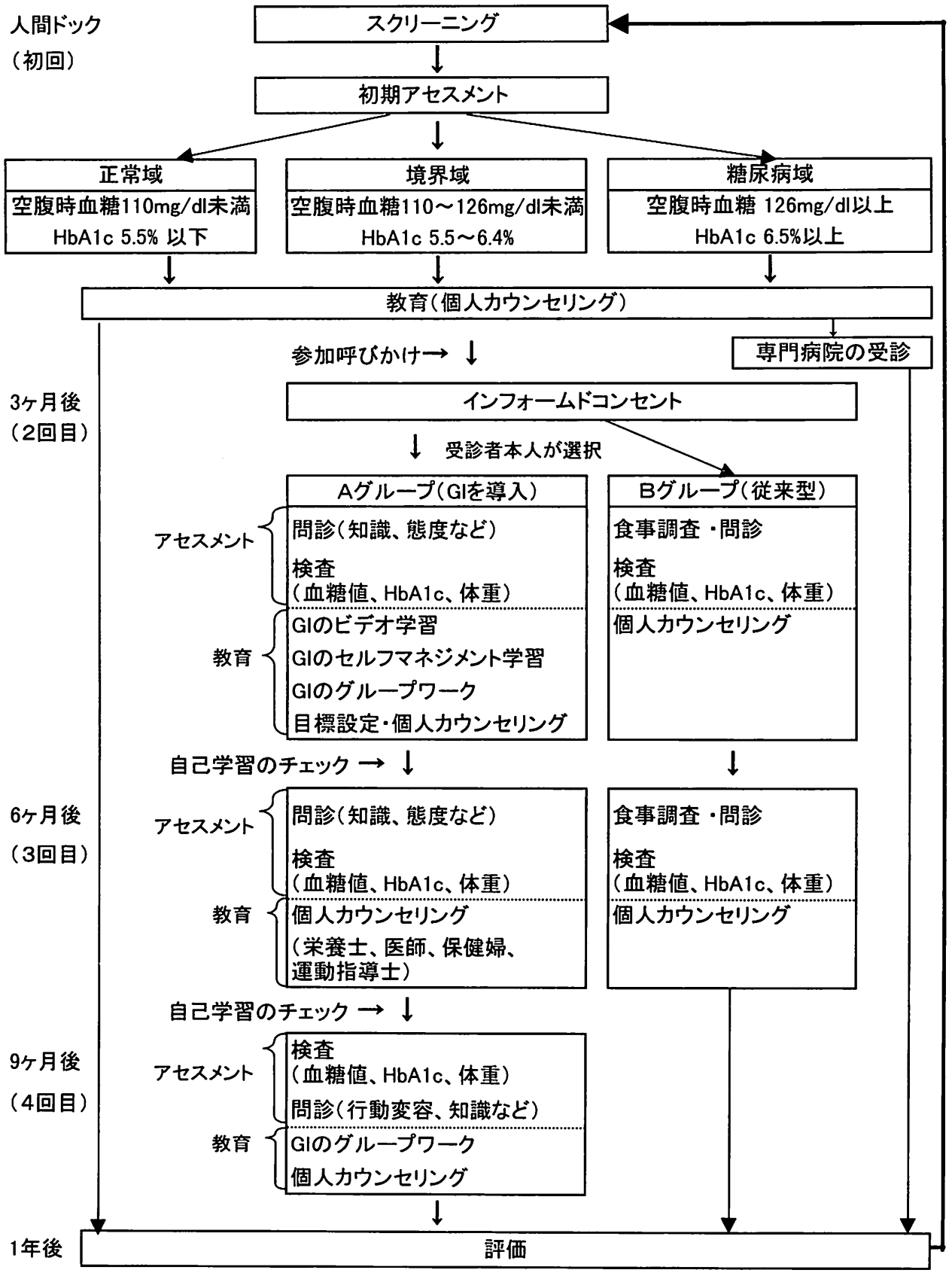
1） 杉山みち子，安部真佐子，若木陽子，中本典子，小山和作他．米飯ならびにグリセミック・インデックスに関する研究．Health Sciences．2000：16：175-186.
2） 若木陽子，杉山みち子，中本典子，小山和作，安部眞佐子他．米飯と酢、大豆、牛乳・乳製品の組み合わせ食のグリセミック・インデックス．Health Sciences．2001：17：133-142.
3） 杉山みち子，若木陽子，中本典子，小山和作，三橋扶佐子，井上倫，清水瑠美子，星野和子，佐藤きぬ子，杉山佳子，鈴木純子，安江千歳，藤谷朝実，鶴見克則，川島由起子，宮下実，中村丁次，タン・アン・チュオ，安部眞佐子，合田敏尚，細谷憲政．ごはん食と Glycemic Index に関する研究．日本健康・栄養システム学会誌．2003：第 3 巻 1 号：1-15.
4） 若木陽子，中本典子，塩山更生，小山和作，杉山みち子．栄養教育システムへのグリセミック・インデックスの導入について．日本健康・栄養システム学会誌．2001：第 1 巻，166-177.
5） Sugiyama M, Tang AC, Wakaki Y, Koyama W, Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with rice as a reference food. Eur. J.Clin.Nutr. 57 (6): 743-752, 2003.

表1：GIを活用した糖尿病教育システムの内容

項目		内容
人間ドック（初回）	スクリーニング	（空腹時血糖値、HbA1c）の結果より、正常域、境界域、糖尿病域の3区分に判定する。
	アセスメント	血液検査（空腹時血糖値、HbA1c など）身体計測（体重、BMI、体脂肪率など）、栄養士による食事調査、保健婦による生活調査などを実施する。
	教育	アセスメント結果に沿った個人カウンセリングが医師、保健婦、栄養士により受診者全員に行う。 3ヶ月後の再検査の実施について口頭で伝える
参加呼びかけ		ドック受診から 3 ヶ月後、再検査の通知を送付し、受診者の自由意志によって、外来教育プログラムに参加することが出来る。
3ヶ月後（2回目）	インフォームドコンセント	外来受診時には医師による十分なインフォームドコンセントが行われた上で、GI を導入した教育方法（GI グループ）と従来どおりの教育方法（コントロールグループ）から受診者自身が選択する。
	アセスメント	・問診 栄養士または看護婦が問診による個人アセスメントを実施する。個人アセスメントに用いる指標は、行動変容、理解度、知識、態度、受診者満足度などである。
		・検査 看護婦により体脂肪率、体重測定、採血が行われ、空腹時血糖値、HbA1c の血液検査が臨床検査技師により即日検査報告が行われる。
	教育	・GI のビデオ学習 科学的知見に基づいて作成したビデオ教材を使用し、糖尿病の予防法ならびに GI についての理解を高める。
		・GI の自己マネジメント学習 栄養士により自己血糖測定器を受診者自身が使用して米飯摂取前後の自己血糖測定が行えるように集団指導を行う。米飯摂取前後の自己血糖値変化に対する興味を引き出し、GI の体感学習による自己効力感の向上を期待することができる。また、受診者自身が在宅において日常的に使用し食品選択や運動による血糖値の変化の観察を行うことで自己マネジメントができるようになることが期待できる。
		・グループワーク（受診者が 1 人の場合は個人カウンセリングに含める） 栄養士がサポート役となり科学的知見に基づいて作成した受診者用 GI パンフレットを用い、血糖コントロール、体重コントロールのための取組みについて意見交換を行う。また、どのような食品の GI の算出に興味があり、必要を感じているかについても討論する。

	教育	・目標設定・個人カウンセリング 栄養士または看護婦がドック受診時と今回の検査データ（体重、体脂肪率、空腹時血糖値、HbA1c 値）についてグラフ化して検討し、1年後のドック受診時の目標値と次回の目標値を受診者本人が決定する。目標値達成のために必要と思われる GI 食品の摂取方法などについてカウンセリングを行い、受診者本人が体重コントロール、食事を含めた生活習慣の改善について目標設定を行う。
自己学習のチェック		事務担当により、1ヶ月毎に低 GI 食品の摂取状況を含めた改善への取組みについて質問するハガキの送付、または FAX の送信を行う。ハガキの内容は、「計画どおりに進んでいるか」「問題点について」「専門職に相談したいことがあるか」「6 ヶ月目の外来受診の希望について」などである。希望者は 6 ヶ月目の外来受診について予約を行う。
6ヶ月後（3回目）	アセスメント	2回目のアセスメントと同じ内容（問診、検査）を実施する。
	教育	・目標修正、個人カウンセリング ハガキ、FAX の返信内容から、受診者に一人ひとりの現状にあわせて専門職（医師、看護婦、栄養士、運動指導士）が個人相談を行う。検査目標値、生活習慣の改善目標は個々人異なるため栄養、運動、休養の3つの面からのサポートが必要である。相談により必要に応じ、検査値目標、生活習慣改善の目標の修正、変更などを行う。
自己学習のチェック		事務担当により、1ヶ月毎に低 GI 食品の摂取状況を含めた改善への取組みについて質問するハガキの送付、または FAX の送信を行う。ハガキの内容は、「計画どおりに進んでいるか」「問題点について」「専門職に相談したいことがあるか」などである。
9ヶ月後（4回目）	アセスメント	2回目のアセスメントと同じ内容（問診、検査）を実施する。
	教育	・GI のグループワーク 自己血糖測定により受診者個人が自己学習によって得た食品の GI 値について提示しあい、情報交換を行うことで食品選択の知識を高め、自己マネジメント確立の支援を行う。
		・個人カウンセリング ハガキ、FAX の返信内容にあわせ、医師、看護婦、栄養士、運動指導士などによるカウンセリングより必要に応じ、検査値目標、生活習慣改善の目標の修正、変更などを行う。
評価		1年後の人間ドック受診時までの問診と検査データを用いて評価をおこなう。問診内容は行動変容、理解度、知識、態度、受診者の満足度などであり、検査データは体重、体脂肪率、空腹時血糖値、HbA1c 値である。当システムは糖尿病教育システムをドックまたは外来の受診において計画（P）、実施（D）、評価（C）、修正（A）のマネジメントサイクルを繰り返すことで、受診者の改善の支援を行うものである。

図1 ：グリセミック・インデックスを活用した糖尿病教育のフローチャート(案)



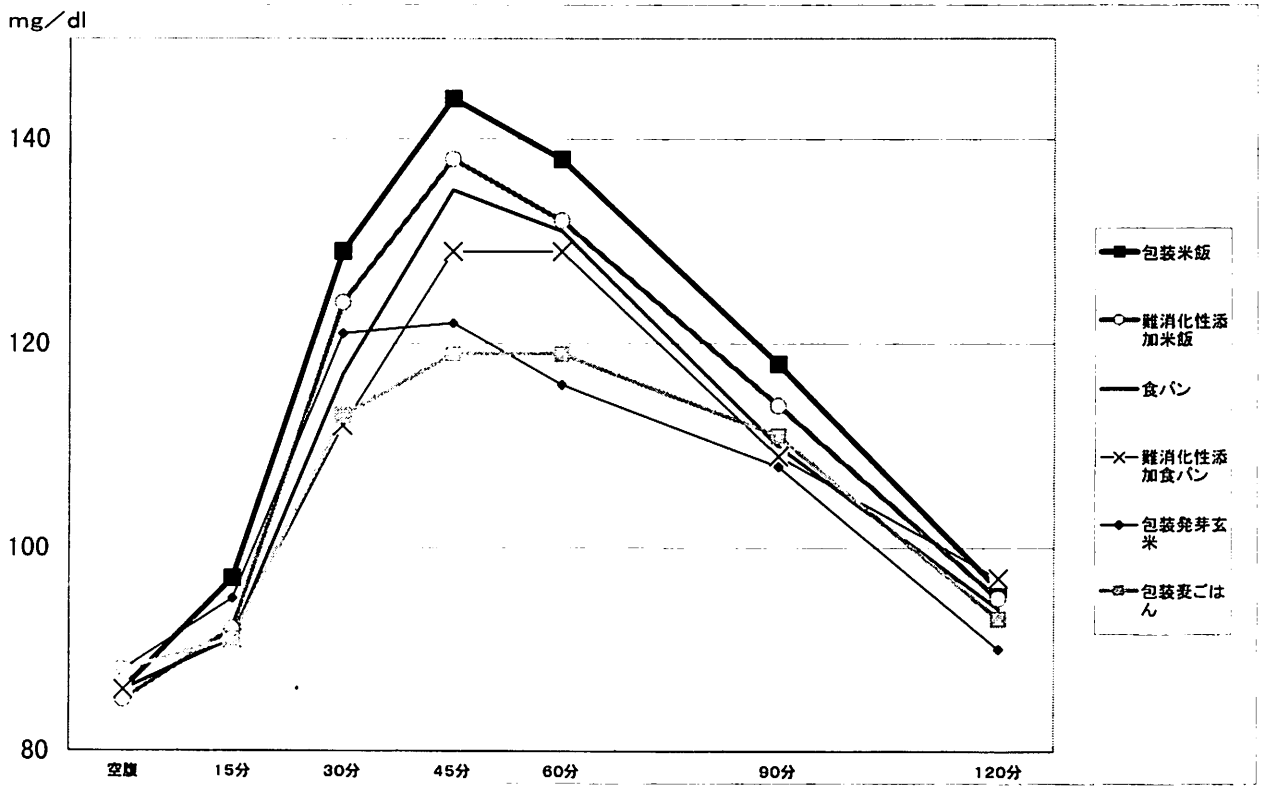
(2－3) 難消化性デキストリン添加時における米飯、パンの Glycemic Index

林　　進　（東京慈恵会医科大学附属病院、栄養部）
高橋　弘　（東京慈恵会医科大学附属病院、栄養部）
小沼　宗大（東京慈恵会医科大学附属病院、栄養部）
二瓶　尚子（東京慈恵会医科大学附属青戸病院、栄養部）
小川　篤美（東京慈恵会医科大学附属青戸病院、栄養部）
石井　和巳（東京慈恵会医科大学附属柏病院、栄養部）
阿部　香　（東京慈恵会医科大学附属柏病院、栄養部）
柳井　一男（東京慈恵会医科大学附属病院、栄養部）

【目的】日本人の食生活として、主食に米飯（白米ご飯）や食パン（白パン）を摂取することが多いが、これらは、食後血糖が上がりやすい食品となっている。本研究では、食後の血糖値上昇を抑制する効果があると言われている難消化性デキストリンを、米飯や食パンに添加した場合と添加しなかった場合での、食後血糖上昇の差異を検討してみた。また、並行して市販されている包装米飯の麦ごはん・発芽玄米摂取時についても同様の試験を試みた。

【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とされた方法で実施した。負荷試験には、糖質 50g に調整した基準食（サトウ食品包装米飯）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 5 種、難消化性デキストリン添加米飯（平成 14 年新潟産、コシヒカリ）・食パン・難消化性デキストリン添加食パン・麦ごはん（Ｓ食品包装米飯）・発芽玄米（Ｓ食品包装米飯）について行った。採血は空腹時、摂取開始から 15 分．30 分．45 分．60 分．90 分．120 分の計 7 回を小型血糖測定器（グルテストエース）で測定した。測定が終わるまではデスクワーク程度とした。
難消化性デキストリンは、パインファイバー（松谷化学工業株式会社）を使用した。米飯には、米 1 人分 65g に対し 1.4 倍の水分を加え、浸積中に 1 食当り 5g のパインファイバーを添加し炊飯した。食パンには、製造の途中に 1 食当り 5g のパインファイバーを添加し焼き上げた。基準食・検査食全て、150g のミネラルウオーターともに温かいうちに摂食した。

【結果】該当する被験者の包装米飯をＧＩ100 とすると、難消化性デキストリン添加米飯のＧＩは 90 であった。また、食パンのＧＩは 79、難消化性デキストリン添加食パンのＧＩは 67 であった。並行して試験した包装麦ごはんのＧＩは 65 であり、包装発芽玄米のＧＩは 65 であった。(図 1)



【結語】第1回日本ＧＩ研究会で発表した研究では、難消化性デキストリン添加量が1食当り3gであり、有意差はなかった。今回は、被験者は違うが、添加量を5gとした結果、約1割の血糖上昇抑制効果がでた。

糖尿病患者の食事療法は、食品交換表を基本に、アルコール・清涼飲料水・和洋菓子等の制限・バランスのとれた食事などを指導しているが、今までの食事療法に加えて、食後血糖値抑制効果のある食物を検証し、低ＧＩメニューを考案し・活用していきたい。

(2－4)発芽玄米の摂取によるglycemic index(GI),glycemic load(GL)及びインスリン反応

伊藤　幸彦　(株式会社ファンケル 中央研究所)
高野　ひとみ　(株式会社ファンケル 学術部)
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)
岡村　博貴　(株式会社ファンケル 学術部)
青砥　弘道　(株式会社ファンケル 中央研究所)

【目的】日本人の食生活は，米飯を主食とし主菜を組み合わせるのが基本の形である．日本人にとって，ご飯に 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評価されている．

第1回日本GI研究会において，発芽玄米が玄米と同様に低GI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た．最近，玄米よりも食べやすい米として注目されている発芽玄米は，玄米を水に浸積することで0.5㎜程度発芽させた米で，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．玄米と比較しても，血圧調整，脳機能改善等に関与するとして注目されているγ-アミノ酪酸(GABA)を多く含み，また炊飯性に優れ，食味も良いことから一般家庭においても広く用いられてきている．

今回，白米，玄米，発芽玄米の各米飯について，インスリン反応の指標である Insulin Index(II)と血糖反応に重要な因子となる糖質の質及び摂取量を考慮した Glycemic Load(GL)に着目し，各米飯の II，GL を算出した．また，米飯と具材の組み合わせによる GI の変化について検討を行った．

【方法】被験者は健常成人男女 18 名，プロフィールは年齢 29±1 才(23 - 41)，身長 1.67±0.03m(1.57 - 1.84)，体重 60.1±3.7 kg(40.8 - 79.7)，BMI 21.4±1 (15.7 - 28.84)であった．実験食は，25%(W/V)グルコース水溶液 200ml，糖質 50g 相当の白米，玄米，発芽玄米(ファンケル社製)の各米飯，及び各種具材(梅干し，山椒，塩)を組み合わせた米飯（発芽玄米３：白米７）を用いた．試験前日より，被験者には日常生活以外の運動と飲酒を禁じた．夕食は 21 時までに摂取させ，試験終了まで水以外の絶食とした．試験当日は，午前 9 時より血圧，脈拍を測定し，安静状態である事を確認してから各実験食と水 100ml を摂取させた．摂取直前，及び摂取後 30，60，90，120 分に手指毛細血管より採血を行い，直ちに血糖値(mg/100ml)を GOD 法によって測定した．また，各実験品ともに血糖測定時において肘窩静脈より血液を採取して，血中インスリンレベルを ELISA 法によって測定した．得られた血糖値及び血中インスリンレベルをグラフ化し，GI，II をそれぞれ算出した．また，米飯の一般的な摂取量を 150g，50g 当たりの糖質(利用可能炭水化物)量を白米 45.93g，玄米 42.64g，発芽玄米 40.05g として GL を求めた．

【結果】白米に対し，発芽玄米と玄米の GI，GL は有意に低値であった．食後のインスリン反応は，白米よりも発芽玄米で有意に低値となった．また，本試験に用いた白米と発芽玄米の混合米飯の GI は白米の米飯と比較して低値であったが，具材を組み合わせることによる食後血糖への影響は認められなかった．

【結論】今回，発芽玄米の食後血糖・インシュリン反応は白米と比較して有意に低いことが明らかとなった．また，発芽玄米と具材を組み合わせた場合でも，白米に比べて低 GI であることを確かめた．血糖・インスリン反応の高い食事は糖尿病の食事療法の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，発芽玄米を食事に取り入れることが，食後血糖値コントロールにおいて有効であることが示唆された．萩原らは，Ⅰ型糖尿病モデルラット(ストレプトゾトシン投与)に対し，発芽玄米配合飼料，白米配合飼料を用いて 8 週間飼育したところ，飼育期間を通して発芽玄米飼料摂取群の空腹時血糖値が低い事を報告している．[1] 今回，発芽玄米で認められた単回摂取での血糖上昇抑制が，長期の血糖値にも影響している可能性がある．

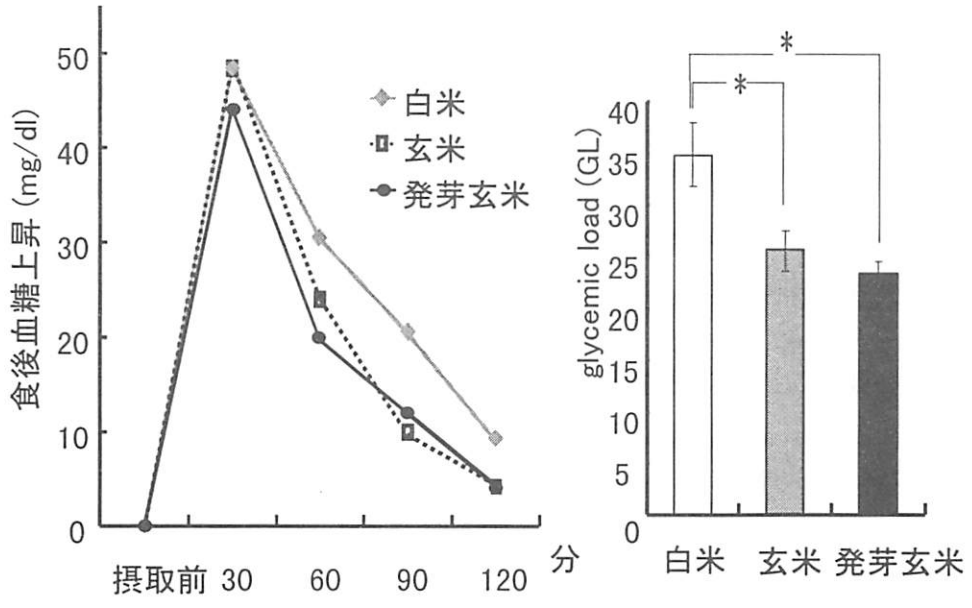


図) 食後血糖上昇とglycemic load

平均値±標準偏差　*p<0.05 vs. 白米

1) Hiromi Hagiwara, Taiichiro Seki, and Toyohiko Ariga, The effect of pre-germinated brown rice intake on blood glucose and PAI-1 levels in streptozotocin-induced diabetic rats: Biosci. Biotechnol. Biochem., 68 (2), 444-447 (2004)

(2－5)低Glycemic Index ヨーグルトの評価と開発

今井　哲哉（協同乳業株式会社研究所）
神谷　隆元（協同乳業株式会社研究所）
福田　洋　（東京・八重洲総合健診センター/順天堂大学医学部総合診療科）

【目的】ヨーグルトはそれ自体が有用な健康食品であるが、その酸味が強いために無糖ヨーグルトの味を苦手とするものも多い。このため甘味を添加された製品が多いが、ショ糖添加では急峻な血糖の上昇が、人工甘味料添加では味の低下、安全性への不安等の問題が指摘されている。演者らは、Jenkins らにより提唱された Glycemic Index（GI）の概念に注目し、果糖を添加することにより、味を損なわずに血糖の上昇を抑えた低 GI ヨーグルトを開発し、その GI について検討したので報告する。

【方法】GI は第1回日本 GI 研究会の方法を参考に測定、算出した。ただし本研究では、血中インスリン値を測定するため静脈採血とし、被験者の負担を軽減するため採血回数を5回とした。健常成人男子 15 名（年齢 28.2±1.4 歳、BMI　21.7±0.5）を対象とし、12 時間絶食後、50gOGTT を行い、空腹時、30,60,90 および 120 分後に静脈血により血糖値およびインスリンの測定を行った。同様に低 GI ヨーグルト（協同乳業社製）および、対照ヨーグルト（五訂食品成分表の脱脂加糖ヨーグルトの栄養成分を参考に低 GI ヨーグルトと同じ糖質量になるように設計したもの）負荷にて同様の測定を行った。摂取量は糖質量として 50g となる量、すなわちヨーグルト 413g とした。糖質 50g の内訳は低 GI ヨーグルトでは果糖 28.9g、および原料乳製品由来の乳糖 21.1g、対照ヨーグルトではショ糖 28.9g および乳糖 21.1g であった。15 名の被験者から得られた血糖曲線より、低 GI ヨーグルトおよび対照ヨーグルトの GI および SD を算出した。その結果、GI±2SD より外れた2名を除き 13 名の被験者で再度 GI を計算した。

【結果】被験者で糖尿病の家族歴を有するものは 1 名で、全ての被験者が過去 1 年以内の健康診断で異常が認められなかった。OGTT の結果から、被験者に糖尿病疑いのあるものは認められなかった。

血糖応答は、ブドウ糖負荷で最も急激で、ついで対照ヨーグルト、低 GI ヨーグルトの順であった。血糖応答より算出した低 GI ヨーグルトの GI は 12 で、対象ヨーグルトの GI22 と比較して有意に低く、約半分程度であった。（図1）

Σインスリンも低 GI ヨーグルトでは 97.8（μU/ml）と対照ヨーグルトの 164.3（μU/ml）より有意に低かった。対照ヨーグルト摂取 30 分後のインスリン量がブドウ糖摂取の場合より高い値を示した。この理由については、糖質以外の成分を含め、現在のところ明らかではない。（図2）

図１．試験食負荷による血糖応答曲線

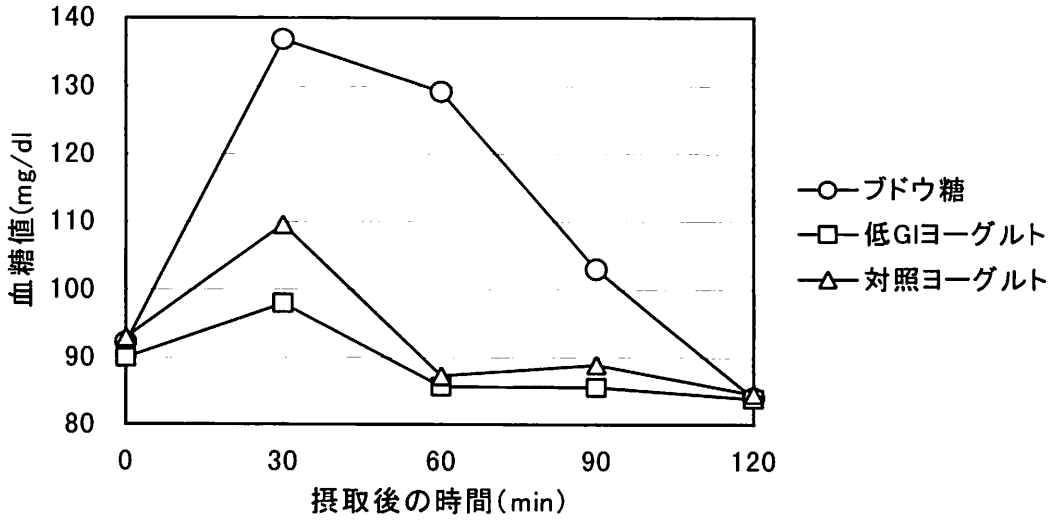
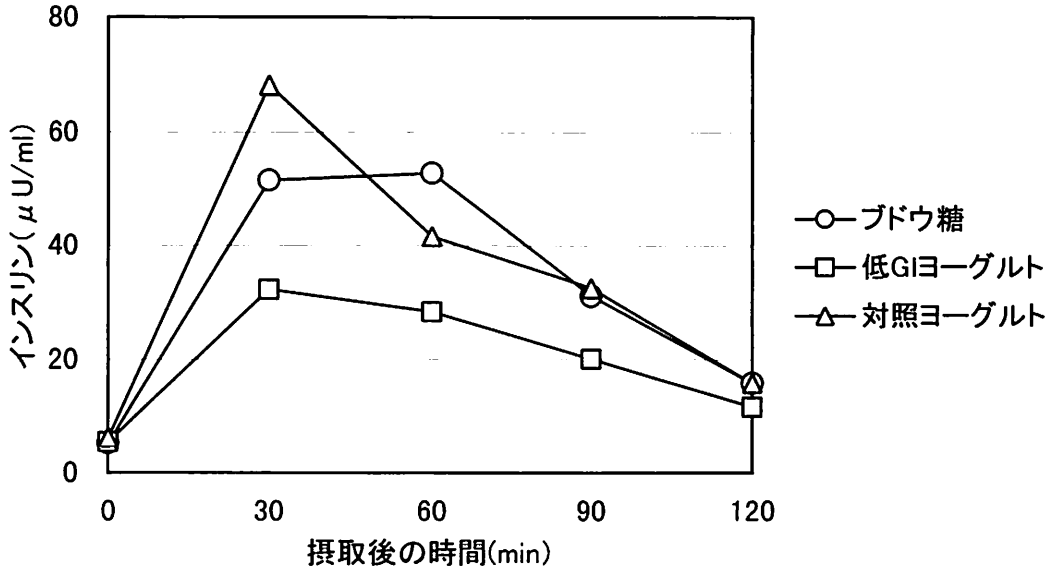


図２．試験食負荷によるインスリン応答曲線



【考察】良好な血糖コントロールには、適正な糖質の摂取が必須であるが、その範囲の中で食品の美味しさや食べやすさ等患者の QOL を検討することもまた重要であると思われる。本研究は、果糖添加低 GI ヨーグルトがショ糖添加の対照ヨーグルトより GI、インスリン分泌が顕著に低いことを示し、味覚に配慮しかつ血糖上昇の穏やかな食品の開発の可能性を示唆した。本製品の糖尿病患者教育への適応、評価は今後の課題である。

(2－6)果物の Glycemic Index について

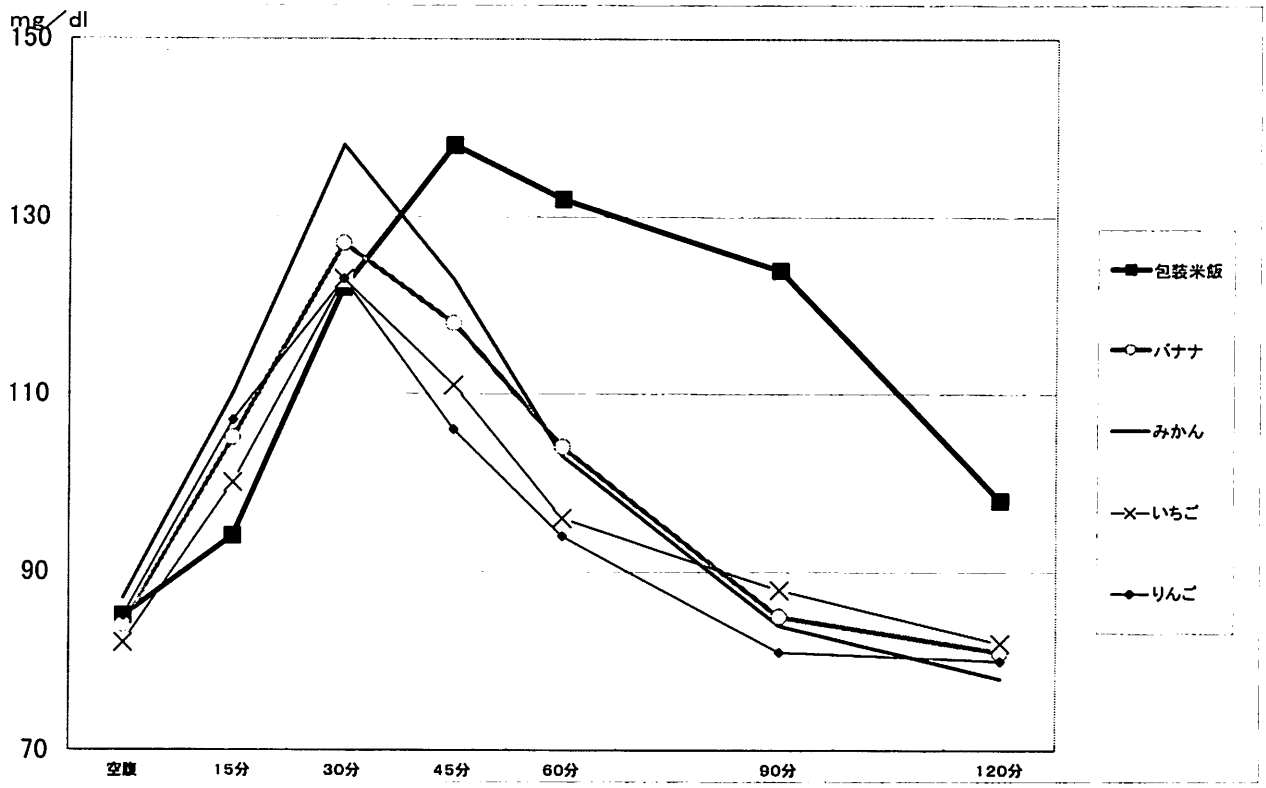
大川　武　（東京慈恵会医科大学附属第三病院、栄養部）
藤山　康広（東京慈恵会医科大学附属第三病院、栄養部）
星屋　英治（東京慈恵会医科大学附属病院、栄養部）
荒木　達夫（東京慈恵会医科大学附属青戸病院、栄養部）
矢野　得郎（東京慈恵会医科大学附属柏病院、栄養部）
柳井　一男（東京慈恵会医科大学附属病院、栄養部）
横山　淳一（東京慈恵会医科大学附属第三病院、糖尿病代謝内分泌内科）
田中　照二（聖徳大学 人文学部 生活文化学科）

【目的】わが国において GI 研究は始ったばかりであり、日本人を被験者としての GI 研究データは少ない。まして果物の GI について研究したデータはほとんどない状況である。一般的に果物に含まれる果糖は、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いわれている。ではいったいどのくらいの血糖曲線を描くのか、良く食べられる、いちご・バナナ・りんご・みかん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（平均年齢は 29.2 歳±10.7、BMI は 21.9±2.9）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（サトウ食品包装米飯）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、いちご・バナナ・りんご・みかんの 4 食品とした。

【結果】 サトウの包装ご飯 16 名分平均の GI を 100 とすると、りんご 16 名分平均の GI は 42。サトウの包装ご飯 19 名分平均の GI を 100 とすると、いちごの GI は 51。サトウの包装ご飯 14 名分平均の GI を 100 とすると、バナナの GI は 57。サトウの包装ご飯 14 名分平均の GI を 100 とすると、みかんの GI は 55 となった。血糖測定の結果、果物の GI はりんご 41、いちご 51、バナナ 57、みかん 55 となった。(図 1)
1）国際 GI・GL 表及び本研究より果物は低 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）4 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）4 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 4 種の果物はご飯に比べて、早く上昇して早く下がっており、そのため GI が低くなるのである。

（図 1） バナナ みかん いちご りんごの血糖曲線



【結語】果物は低 GI 食品であり、特に柑橘系の果物は胃内停滞時間を遅らせるので、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定されるので、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。また、果物は低 GI 食品であるが、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単位を守るように奨めるべきと思われる。

(2－7) 低 Glycemic Index 菓子の開発について

福田　真一（江崎グリコ株式会社　中央研究所）
南　利子　（江崎グリコ株式会社　中央研究所）
松田　賢一（江崎グリコ株式会社　中央研究所）
米谷　俊　（江崎グリコ株式会社　中央研究所）

[目的] 糖尿病の食事療法では、菓子やアルコールのような嗜好食品は糖尿病に好ましくない食品であり、間食として摂り続けることは、血糖コントロールを乱す原因にもなり、できるだけ禁止にもっていくように指導することが重要である、とされています。しかし、近年の食事指導の中では、画一的な食事指導ではなく食環境変化も考慮した個々の患者に応じた食事療法が広まってきています。摂取品目の強制ではなく、食を楽しむことも指導し、食事コントロールが負担にならないようにするべきと考えます。私たちは「おいしさと健康」の企業理念に基づき、血糖コントロールを乱しにくい低 Glycemic Index（以下、ＧＩ）の菓子が健康維持に役立つものと考えて開発を進めてきました。

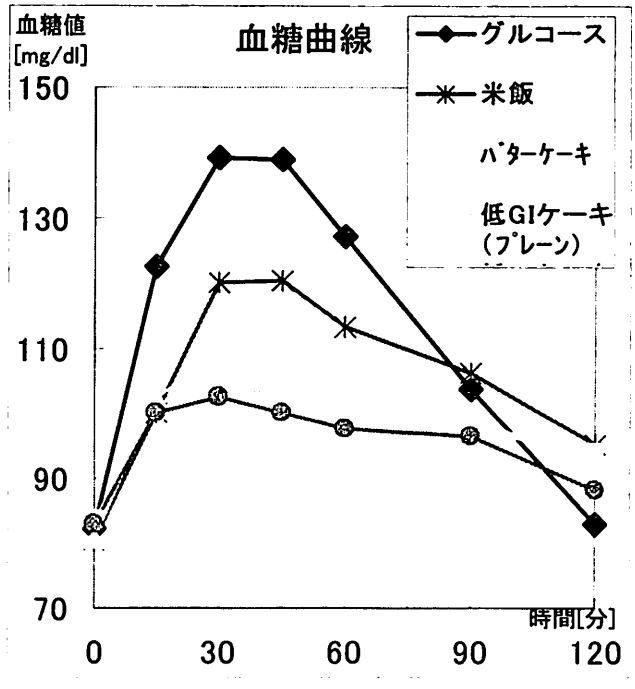
[方法] 嗜好的に満足できる甘さがあり、流通菓子のように半年以上の賞味期間をもつ半生ケーキタイプの製品の開発を試みました。この「半生ケーキタイプ」の開発に関する研究結果について述べます。

菓子類は嗜好品であることから、おいしさのレベルを落とさず、ＧＩ値を出来るだけ下げることを目標として、種々の原料や製造方法の検討を行いました。

ケーキは小麦粉、砂糖、鶏卵、油脂、牛乳などの主要な原料から作られますが、小麦粉、砂糖は血糖値上昇の主要な要因となります。糖類はしっとり感や、水分活性（Aw）を低下させ、自然な甘みを有しているなどのメリットが大きく、ケーキには欠かせないものと言えます。

小麦粉は一定の範囲で食物繊維に置換可能であり、食物繊維は小腸で分解されたブドウ糖等の吸収を抑える効果もあって、血糖値上昇抑制に有効です。αグルコシダーゼの拮抗阻害剤であるアラビノースの添加は、砂糖による血糖値上昇を抑制することができます。また、砂糖の一部を糖アルコールに置換することにより血糖値とインスリンの上昇を抑制することができます。

これら、個々の知見を活用し、種々の配合を検討し、嗜好品としてのレベルおよび血糖値の上昇程度を確認しました。



［結果］ 嗜好面で遜色のない半生ケーキ２種類（プレーン、チョコ）のＧＩ値を杉山らの方法に従って、健常な男女 11 名でそれぞれ測定しました。11 名のＧＩ値の平均値は 41.8、40.6 (対ブドウ糖)となり、低ＧＩの菓子であることを確認しました。

また種々の配合のケーキでの測定により、ＧＩ抑制に有効な食物繊維やアラビノース、糖アルコールなどの傾向を把握することができました。

一般的な配合のバターケーキを対象品（コントロール品）とし、セルロースもしくはアラビノースを実際の製品に含まれる配合量を添加し、ＧＩ値の測定を行なうと、セルロースを添加した場合 51.7、アラビノースを添加した場合 53.5 となり、いずれの成分を添加した場合においても、ＧＩ値が低下し、血糖上昇が実際に抑制されていることが明らかになりました。

試験食品	GI 値
バターケーキ	58.9
バターケーキ ＋ セルロース	51.7
バターケーキ ＋ アラビノース	53.5
低 GI ケーキ(プレーン)	41.0

製品である低ＧＩケーキ（プレーン）はＧＩ値が 41 ですが、これはセルロースとアラビノースを併用しており、かつ他の上昇抑制素材も使用していることから、GI 値を更に低く抑えることが出来ました。

［結論］ 嗜好性が高いＧＩ値が 41.8、40.6 の低ＧＩの半生ケーキを開発することができました。現状では一般向けの低ＧＩケーキとして提供していますが、糖尿病患者様向けにも提供していくには、患者様を対象としてのＧＩ測定や実際の間食としての利用を想定した、例えば８０kcal　１ 単位になるように容量を合わせた上での血糖値の挙動測定等、科学的なエビデンスを確認することが必要と考えています。

(2－8)特別講演：

A Low Glycemic Index Diet in the Treatment of Obesity and Related Complications

David S. Ludwig, MD, PhD, Director, Obesity Program, Children's Hospital, Boston; Assistant Professor, Harvard Medical School

Dietary carbohydrate is traditionally characterized as "simple" or "complex," though the biological significance of this distinction has been questioned in recent years. An alternative system of carbohydrate classification is the glycemic index, which reflects the rate of rise of blood glucose after a meal. There are currently over 100 scientific studies in the literature examining the physiological actions of glycemic index
in animal models and in humans. A large majority of these studies found beneficial effects of a low glycemic index diet in various disease state associated with hyperinsulinemia. A low glycemic index diet may be a practical and safe approach to the prevention and treatment of obesity, diabetes mellitus and cardiovascular disease.

要旨：「低ＧＩ食による肥満と関連合併症の治療」

何があなたを肥らせるのか？

米国の成人では、男女共に BMI≧30 kg/m^2 の肥満の頻度が上昇

青少年でも、白人、黒人、スペイン系共に年代順に急上昇

世界的にみても子供達の間での肥満の蔓延がみられている。

成人肥満者の健康の危険度も、男女共に急上昇している（２型糖尿病、高血圧、心臓病、胆石症）。

小児肥満の合併症：精神社会的、神経学的、呼吸器系、消化器系（胆石、脂肪性肝炎）、腎臓系、筋骨格系、心臓血管系（高脂血症、高血圧など）、内分泌系（２型糖尿病）

肥満の精神社会学的重要性：

思春期に過体重であった成人は、学齢期間が短い（女性）。

貧困の率が高い（女性）。　結婚しない人が多い（女性、男性共に）

肥満は癌と同じくらいに重く児童の生活の質に影響を及ぼす。

肥満の原因は何か？　肥満者は性格が弱いのか？　肥満は遺伝的な障害か？

われわれの遺伝子はこの数十年では変わっていない。

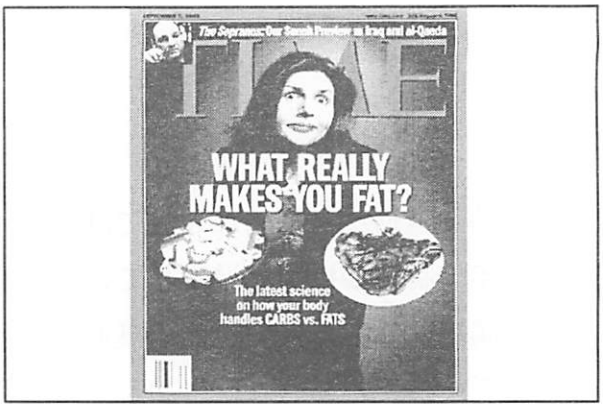
"肥満の蔓延には環境因子が大きく関わっている。"

肥満は運動が不適切なせいではない。　　食事因子が大きく関わっている！
近年、脂肪の摂取は減少しているのにも拘わらず、肥満は増加し続けている。
肥満はある種の炭水化物の摂取が原因なのか？
加工されていない穀粒、加工された穀粒、精製された澱粉それぞれの消化過程を考えてみよう。
Glycemic Index の登場と Glycemic Load の概念：
低ＧＩ食、中ＧＩ食、高ＧＩ食の間で、摂取後の食事摂取量を比較すると、
高ＧＩ摂取後４？ ５時間後の摂取カロリー量が有意に増加する。
高ＧＩと低ＧＩ食で５週間比較すると、体重は変わらなかったが、脂肪量が低下し、リポ蛋白リパーゼ とホルモン感受性のリパーゼを下げ、中性脂肪低下。
３週間にわたる肥満女性での研究で、低ＧＩ食群ではＢＭＩを有意に低下させた。　脂肪制限食では低下はみられていない。
１２ケ月の低ＧＬ食とエネルギー制限食との比較では、ＧＬを下げた食事群ではＢＭＩの低下が見られた。　一方、ＢＭＩ、脂肪量共に脂肪制限食群ではむしろ１２ケ月では増加傾向を示した。
動物実験でのＧＩの影響では、５週間後にインスリン分泌が高ＧＩで有意に高かった。　１８週間後に体重は変わらなかったが、体脂肪量は低ＧＩ食で有意に低い。
砂糖の多いソフトドリンクと牛乳の影響の比較：
２型糖尿病の発症に関係する Glycemic Index の作用機構：
　食後の高血糖（糖毒性）、高遊離脂肪酸血症（脂肪毒性）と高インスリン、
　インスリン抵抗性とがβ細胞機能障害をきたし、２型糖尿病の発症を招く。
動物実験でも高ＧＩ食の投与は、３、５週後と漸次耐糖能の低下を示した。
ＧＩと心臓血管系疾患：
　血糖値の急上昇は、血圧上昇、血栓形成を促進、上皮依存の血液流量低下、圧受容体反射の低下、炎症物質の増加をきたす。　これと同様の変化が高ＧＩでみられる。　この変化は抗酸化ビタミン類で、予防出来る。
　幾多の臨床研究でも、中性脂肪、ＬＤＬコレステロール、総：ＨＤＬ比も低ＧＩ食後には低下する。
ＧＩは臨床的に有用か？　？？？野菜、果物や未加工の穀粒類の摂取を増やせばよいので簡単である。　多くの臨床研究で有益な成績が得られている。
　なによりも薬剤や低脂肪食のような副作用はなく、経済的な方法である。

A Low Glycemic Index Diet in the Treatment of Obesity and Related Complications

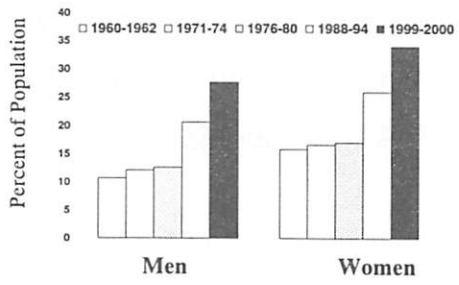
David S. Ludwig, MD, PhD
Associate Director, General Clinical Research Center
Director, Obesity Program & Optimal Weight for Life Clinic
Children's Hospital Boston
Harvard Medical School

Support: NIDDK (R01 DK59240, R01 DK63554)
Charles H. Hood Foundation
Children's Hospital League
The Iacocca Foundation
Boston Obesity Nutrition Research Center



Prevalence of Obesity in US Adults

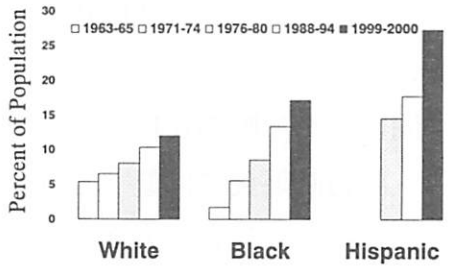
Centers for Disease Control (BMI ? 30 kg/m²)



Flegal. JAMA 2002, 288: 1728

Prevalence of Obesity in Boys 6 - 11 Years

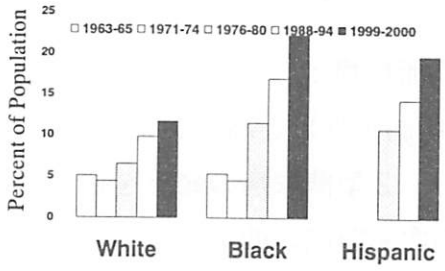
Age-adjusted BMI > 95th percentile



Ogden. JAMA 2002, 288: 1728

Prevalence of Obesity in Girls 6 - 11 Years

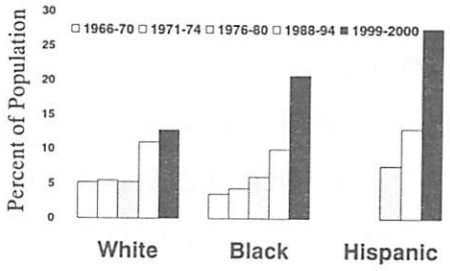
Age-adjusted BMI > 95th percentile



Ogden. JAMA 2002, 288: 1728

Prevalence of Obesity in Boys 12-17 Years

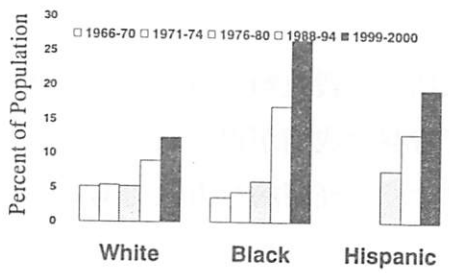
Age-adjusted BMI > 95th percentile



Ogden. JAMA 2002, 288: 1728

Prevalence of Obesity in Girls 12-17 Years

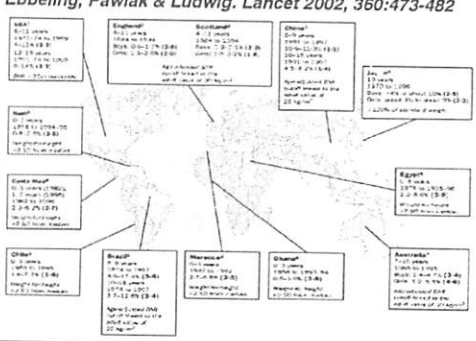
Age-adjusted BMI > 95th percentile



Ogden. JAMA 2002, 288: 1728

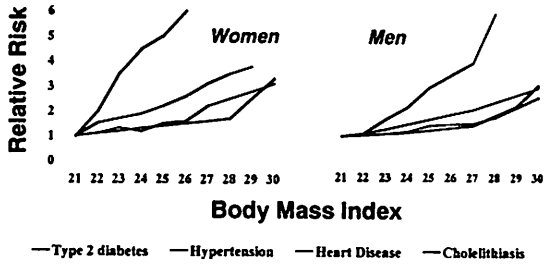
Worldwide Epidemic of Obesity in Children

Ebbeling, Pawlak & Ludwig. Lancet 2002, 360:473-482



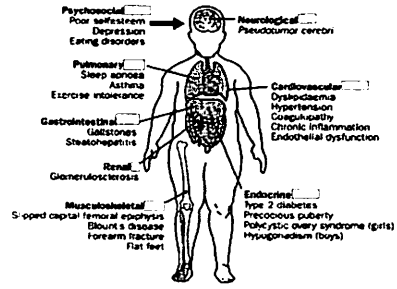
Health Risks of Obesity in Adults

Nurses' Health Study (women 30 to 55 yr)
Health Professionals Follow-up Study (men 45-60 yr)



Complications of Childhood Obesity

Ebbeling, Pawlak & Ludwig. Lancet 2002, 360:473-482



Psychosocial Consequences of Obesity

Gortmaker et al. NEJM 1993, 329:1008

Adults who were overweight during adolescence:

* Complete fewer years of school -- women
* Have higher poverty rates -- women
* Are less likely to be married -- women & men

Other chronic medical conditions (e.g., epilepsy, cerebral palsy, physical deformities) were NOT associated with these consequences.

Psychosocial Consequences of Obesity

Schwimmer et al,JAMA 2003, 289:1813-19

Obesity affects quality of life in children as severely as cancer

What is the Cause of the Obesity Epidemic?

Obesity: a Weakness of Character?

- Anger, Avarice, Envy, ***Gluttony***, Lust, Pride, Sloth
  -- "Seven Deadly Sins"
- "Obese people . . . should perform hard work . . . eat only once a day, take no baths, sleep on a hard bed, and walk naked as long as possible.
  -- Hippocrates

Obesity: a Genetic Disorder?

(1) Controlled feeding studies suggest an apparent body weight "set-point."
-- Leibel et al. NEJM 1995; 332:673

(2) Heritability accounts for about 70% of the variability in BMI among identical twins raised apart.
-- Stunkard et al. NEJM 1990, 322:1483

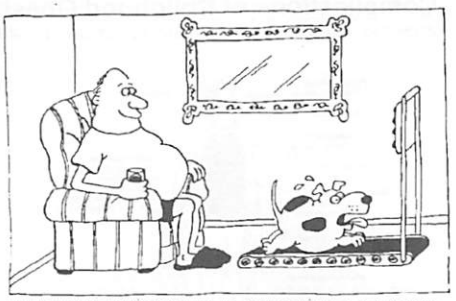
(3) Numerous single-gene mutations known to cause obesity in rodents and humans.

However, our genes haven't changed much in the last several decades

Thus, environmental factors must underlie the obesity epidemic

Weight Gain = Energy Intake - Energy Expenditure

Diet **Physical Activity**

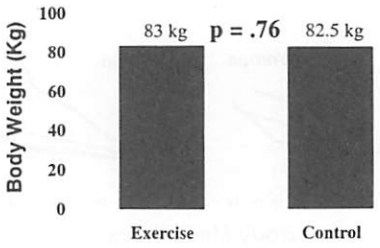


WHEN INFORMED BY HIS DOCTOR OF THE CORRELATION BETWEEN FAT DOGS AND THEIR MASTERS, BRIAN SET OUT IMMEDIATELY TO RECTIFY HIS WEIGHT PROBLEM.

Courtesy of Garry Egger MPH, PHD

Is Obesity Caused by Inadequate Physical Activity?

Meta-analysis of 14 studies involving patients with type 2 diabetes



Boule et al. JAMA 2001, 286:1218-27

Thus, dietary factors appear to play a critical role in the obesity epidemic

Dietary Fat and Obesity

Arguments for a Direct Relationship

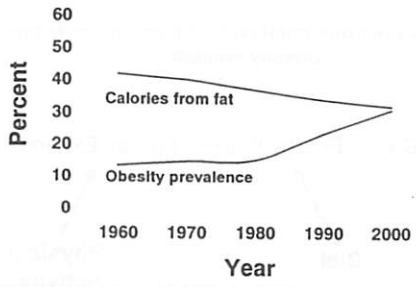
- Fat is palatable
- Fat is the most energy dense macronutrient
- Dietary fat is stored as body fat more efficiently than other macronutrients

Dietary Fat and Obesity

Arguments Against a Relationship

- Prevalence of obesity has continued to rise despite a ***DECREASE*** in fat consumption since the 1960s
- Longitudinal studies do not consistently show an association between dietary fat and body fat
- Low fat diets have poor clinical effectiveness

Prevalence of Obesity Compared to Percent Calories from Fat Among US Adults



Dietary Fat and Obesity

Arguments Against a Relationship

- Prevalence of obesity has continued to rise despite a ***DECREASE*** in fat consumption since the 1960s
- Longitudinal studies do not consistently show an association between dietary fat and body fat
- Low fat diets have poor clinical effectiveness

Meta-analysis of Low Fat Diets

Pirozzo et al, Cochrane Review, Issue 2, 2002

Methods

- Included all available randomized trials comparing low fat to control diets (n=6)
- Free living overweight/obese adults given dietary advice

Results

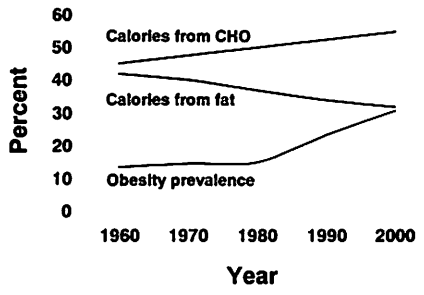
- No significant differences between diets at 6, 12 & 18 months
- Weighted sum of weight loss tended to be greater in control compared to low fat group (-2.3 vs +0.1 kg)

High Fat vs Low Fat

Atkins diet (>50% fat) vs to conventional (<30% fat) diet

- ***Samaha et al. NEJM 2003, 348:2074-81***
  - 132 severely obese, insulin resistant subjects
  - Duration of study 6 months
  - Weight loss: 5.8 vs 1.9 kg, p = 0.002
  - Insulin sensitivity and triglyceride improved, independent of weight loss
- ***Foster et al. NEJM 2003, 348:2082-90***
  - 63 obese subjects
  - Duration of study 12 months
  - Weight loss at 6 months: 7.0 vs 3.2 kg, p = 0.02
  - Difference in weight at 12 months non-significant
  - Triglycerides and HDL cholesterol improved at 12 months

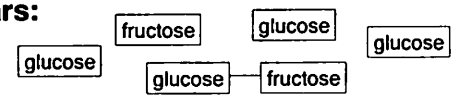
Relationship Between Fat & Carbohydrate



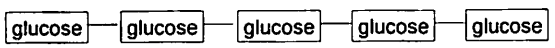
Is Obesity Caused by Consumption of Certain Types of Carbohydrate?

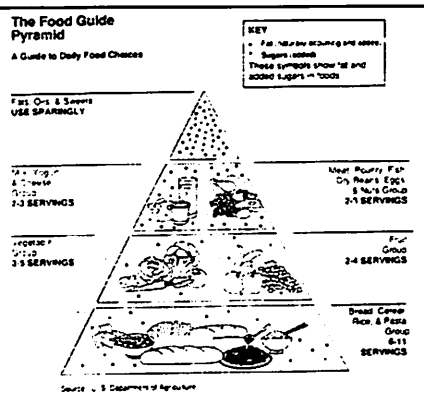
Classification of Carbohydrate

Sugars:



Starch:



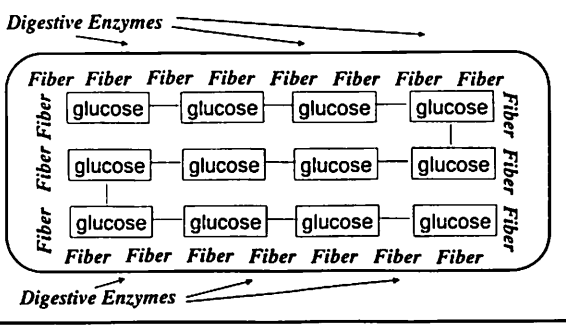


Biologic Significance of Saccharide Chain Length Questioned

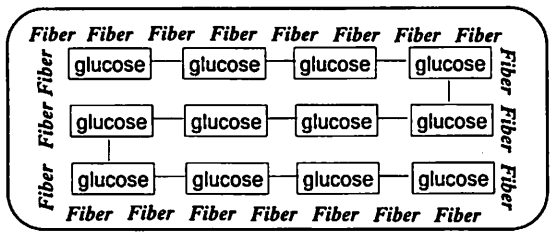
- Consumption of glucose as monomer or polysaccharide (starch) produces similar changes in BG and insulin levels.
- No difference in BG response to meals with sucrose compared to meals with wheat among normal and diabetic subjects.

Wahlqvist et al. AJCN 1978, 31:1998
Bantle et al. NEJM 1983, 309:7

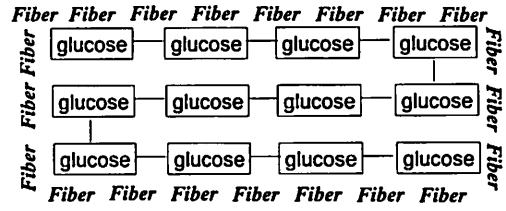
Consumption of Unprocessed Grain



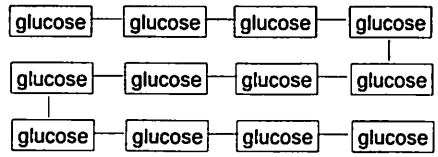
Processed Grain



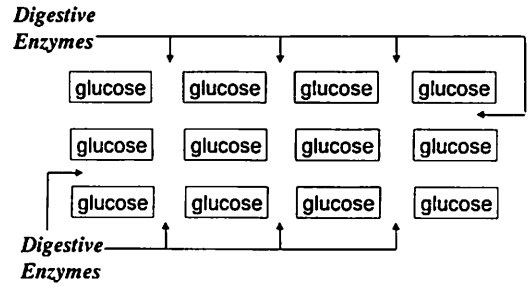
Processed Grain



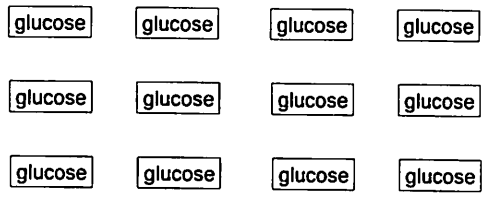
Refined Starch



Consumption of Refined Starch



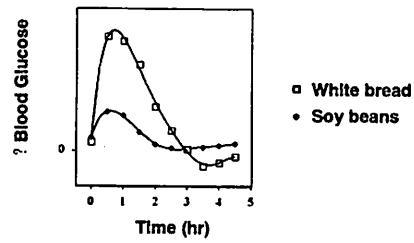
Consumption of Refined Starch



Thus, the distinction between "simple sugar" and "complex carbohydrate" has little biological significance

The Glycemic Index

A measure of carbohydrate digestion rate



Area under the glycemic curve after consumption of 50 g CHO from test food divided by area under curve after 50 g CHO from control food

Glycemic Load

Proposed to characterize the impact of dietary patterns differing in macronutrient composition on glycemic response

Average Dietary GI (weighted)
X
Amount of Carbohydrate Consumed

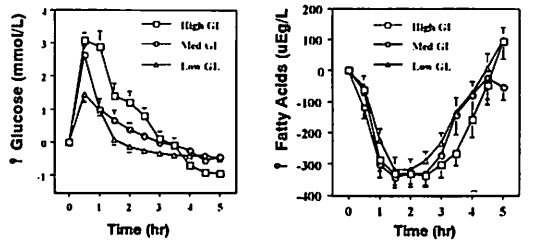
	Glycemic Index	Glycemic Load
Corn flakes	84	21.0 (1 cup)
White bread	70	21.0 (2 slices)
Rye bread	65	19.5 (2 slices)
Muesli	56	16.8 (1/2 cup)
Banana	53	13.3 (6 oz)
Spaghetti	41	16.4 (2 oz)
Apple	36	8.1 (6 oz)
Lentil beans	29	5.7 (1/2 cup)
Milk	27	3.2 (1 cup)
Peanuts	14	0.7 (1 oz)
Broccoli	•••	•••

1-Day Feeding Study of Glycemic Index
(12 obese adolescents)

GI & Regulation of Food Intake

Low GL	Medium GI	High GI
55 g whole egg	63.9 g steel-cut oats	60.9 g instant oatmeal
45 g egg white	160 g 2% milk	160 g 2% milk
40 g lowfat cheese	15 g H & H cream	15 g H & H cream
200 g spinach	16.0 g fructose	19.0 g dextrose
30 g tomato	0.0 g saccharine	0.2 g saccharine
185 g grapefruit	397 g water	397 g water
115 g apple slices		
Macronutrients (% carbohydrate/protein/fat):		
40/30/30	64/16/20	64/16/20
Energy density (KJ/g):		
2.46	2.52	2.52

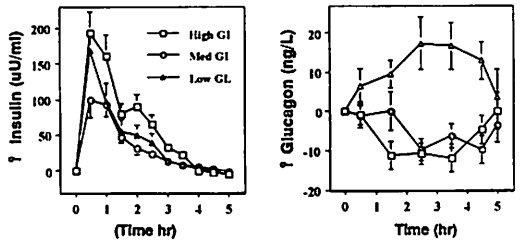
GI & Regulation of Food Intake



Blood Glucose | Plasma Free Fatty Acids

Ludwig. Pediatrics 1999, 103:e261-6

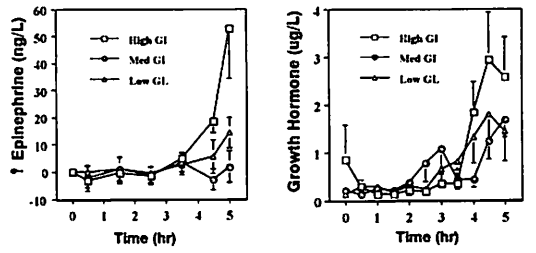
GI & Regulation of Food Intake



Serum Insulin | Plasma Glucagon

Ludwig. Pediatrics 1999, 103:e261-6

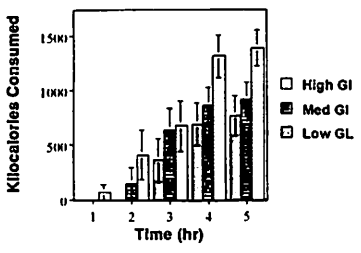
GI & Regulation of Food Intake



Plasma Epinephrine | Serum Growth Hormone

Ludwig. Pediatrics 1999, 103:e261-6

GI & Regulation of Food Intake



Ludwig. Pediatrics 1999, 103:e261-6

Does glycemic index/load
affect body weight?

GI & Body Weight: Chronic Effects

Bouche. Diabetes 2002, 25:822-828

- **Protocol**
  - 5 week "double-blind" cross-over design, 11 overweight men
  - Intervention: substitution of high or low GI CHO, outpatient
  - Diets with similar energy, macronutrients
- **Results** (low vs high GI)
  - Similar changes in body weight
  - Lower fat mass (dexa): -500 g ($p < .05$)
  - Lower lipoprotein lipase and hormone sensitive lipase ($p < .05$)
  - Lower triglycerides ($p < .05$)

GI & Body Weight: Chronic Effects

Slabber. AJCN 1994, 60:48

- **Protocol**
  - 3 month parallel & cross-over design, 15 obese females
  - Intervention: Exchange list meal planning, outpatient
  - Dietary prescriptions similar in energy, macronutrients
- **Results** (low vs high GI)
  - Body Weight: -7.4 vs -4.6 kg, $p = .04$ (cross-over limb)
  - Fasting insulin: -91 vs -21 pmol/L, $p = .01$ (parallel limb)

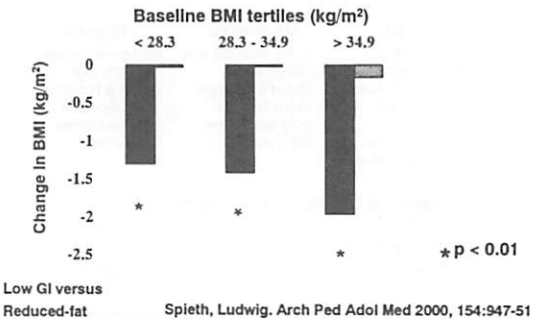
Effects of GI in an Outpatient Setting

Methods

- Retrospective analysis, clinical obesity program (n = 107)
- Intervention: dietary counseling, outpatient setting
- *Ad lib* low GI diet vs energy-restricted reduced-fat diets
- Mean treatment intensity: 3.3 visits over 4 months
- Data adjustment for confounding factors (eg, age, sex, race).

Spieth, Ludwig. Arch Ped Adol Med 2000, 154:947-51

Effects of GI in an Outpatient Setting



Spieth, Ludwig. Arch Ped Adol Med 2000, 154:947-51

Effects of Glycemic Load on Body Weight

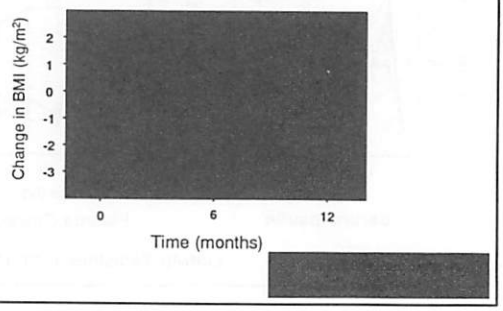
A 12-month Pilot Study

Methods

- 16 obese adolescents, age 13 - 21 years
- Intervention:
  - *Ad lib* low GL vs energy-restricted reduced-fat diet
  - Total of 14 treatment visits with a dietitian
- Treatment intensity, behavioral approaches, physical activity prescription identical between groups
- Changes in diet assessed by 3 and 7 day food records
- > 85% completion rate at 12 months (7 of 8 per group)

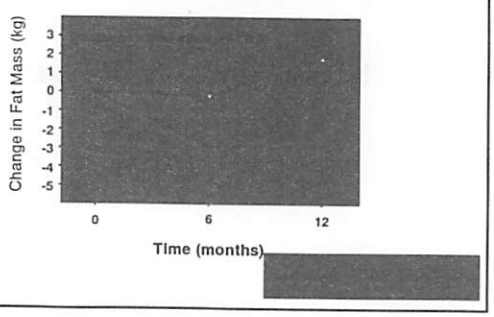
Change in BMI

Ebbeling, Ludwig. Arch Ped Adol Med *in press*

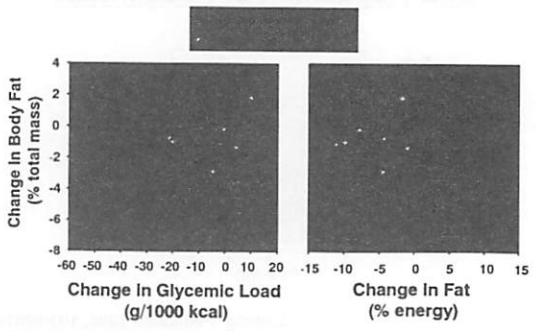


Change in Fat Mass by Dexa Scan

Ebbeling, Ludwig. Arch Ped Adol Med *in press*



Predictors of Treatment Response



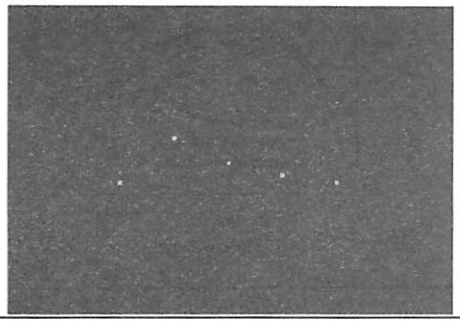
Can effects observed in clinical trials be attributed, at least in part, to glycemic index *per se*?

Effects of Glycemic Index in an Animal Model

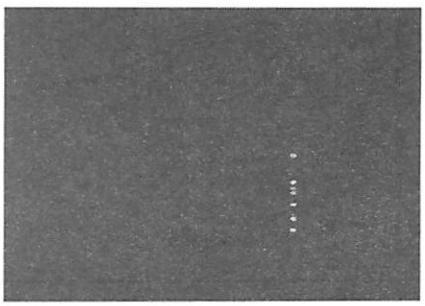
- Sprague-Dawley rats with 60% pancreatectomy
- Fed diets identical in macronutrient composition
  - high GI (amylopectin starch) , n = 11
  - low GI (high amylose starch), n = 10
- Energy intake controlled to maintain identical mean body weight between groups
- Body composition measured using tritiated water measured after 18 weeks

Insulin Response to Oral Glucose

After 5 weeks of dietary treatment



Adiposity in Rats at 18 Weeks



Sugar-sweetened Drinks vs Milk

- Soft drinks have very high glycemic index/load
  -10% of total calories
  -5-fold increase in last 50 years
- Milk has a very low glycemic index/load
  -Milk consumption has declined in recent years

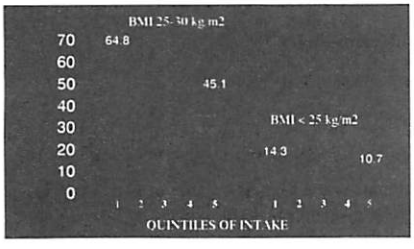
Sugar-sweetened Soft Drinks and Obesity

Planet Health Study

METHODS

- 2 year prospective, observational study
- 547 subjects in grades 6 and 7 (Cambridge, MA)
- Diet assessed by a modified food frequency questionnaire
- Statistical models adjusted for baseline measures of obesity, demographics, school, physical activity, TV viewing, dietary fat, and fruit juice and total energy intake

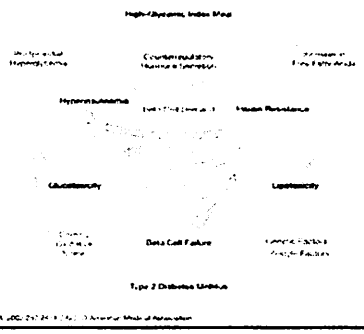
Dairy and Obesity in the CARDIA Study



Pereira, Ludwig. JAMA 2002, 287:2081-2089

Glycemic Index and Diabetes

Mechanisms Relating GI to Diabetes Risk



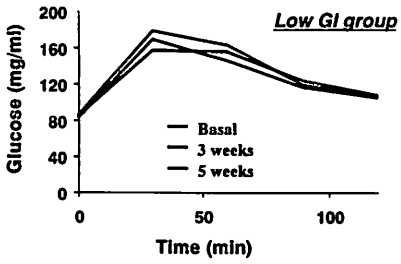
GI and Risk for Type 2 Diabetes

2 of 3 observational studies show a direct association

- **Nurses' Health Study** ***JAMA 1997, 277:472***
  - Prospective study, 6 year follow-up (n = 65,173)
  - Diet assessed by FFQ
  - Controlled for age, BMI, physical activity, etc
  - 37% (9-71%) increased risk of diabetes in highest quintile of GI
- **Health Professional's Follow-up Study** ***Diabetes Care 1997, 20:545***
  - Prospective study, 6 year follow-up (n = 42,759)
  - Diet assessed by FFQ
  - Controlled for age, BMI, physical activity, etc
  - 37% (2-83%) increased risk of diabetes in highest quintile of GI

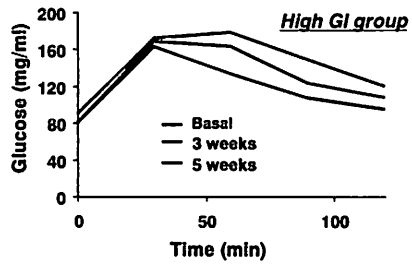
An Animal Model of Diabetes Susceptibility

Oral Glucose Tolerance Test



An Animal Model of Diabetes Susceptibility

Oral Glucose Tolerance Test



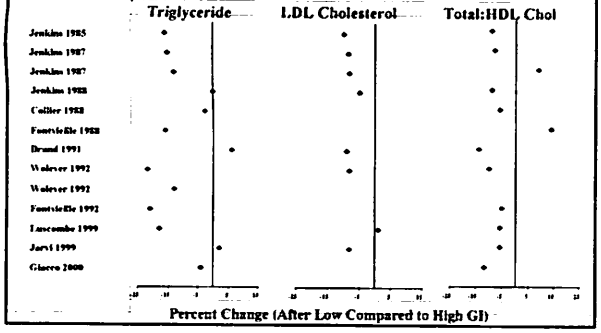
GI and Cardiovascular Disease

GI & Cardiovascular Disease

- Acute elevation in blood glucose causes a burst of reactive oxygen species that can:
  - increase blood pressure
  - promote blood clot formation
  - reduce endothelium-dependent blood flow
  - diminish baroreceptor reflex
  - increase concentrations of inflammatory mediators
- Similar changes have been observed after consuming high GI mixed meals; antioxidant vitamins can prevent these changes

GI & CVD: Clinical Studies

Reviewed In: JAMA 2002, 287:2414



GI & CVD: Epidemiology

Liu et al. AJCN 2000, 71:1455

- **Nurses' Health Study**
  - Prospective study, 10 year follow-up (n = 75,521)
  - Diet assessed by FFQ
  - Controlled for age, smoking, and other coronary risk factors
  - Individuals in the highest quintile of glycemic load had a 2-fold greater relative risk of myocardial infarction

Summary

- Short-term studies show decreased food intake or increased satiety following consumption of low GI vs high GI meals
- Medium term studies suggest beneficial effects of low GI diets on body weight or central body fatness
- Animal studies demonstrate improvements in adiposity and related metabolic variables on a diet of low vs high GI starch
- Low GI diets may reduce risk for other chronic diseases, including cardiovascular disease and type 2 diabetes
- GI can be related to disease processes through plausible physiological hypotheses

Is the Glycemic Index Practical?

Concern: **GI is too complex (influenced by many dietary factors: ripeness of a banana, cooking time of pasta, nutrient interactions)**

- Other important dietary factors are complex (e.g., palatability)
- *Key concepts* can be presented in a simple manner (e.g., increase intake of non-starchy vegetables, fruits, and unrefined grains)
- Meaningful effects have been obtained numerous clinical studies in which outpatients consumed self-selected diets
- Consistent with current nutritional recommendations to increase consumption of vegetables, fruits and whole grains
- No known side-effects (in contrast with drugs, low-fat diets)
- Inexpensive

Low Glycemic Load Pyramid

Time Magazine 12/4/00

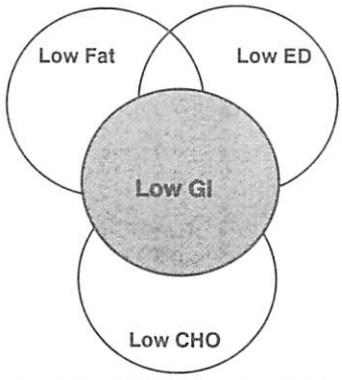
"6 Months at an Obesity Clinic"

"Wayne drew an early picture of himself: sweaty, rotund, sad. At summer's end [after joining OWL], a new doodle showed a beaming, muscular boy in a superhero's cape."

What is the Optimal Diet for the Treatment of Obesity and Related Disease?

Strength of the Evidence

	↓ Fat	↓ En Den	↓↓↓CHO	↓ GI
Short-term energy Intake	+	+	+	+
Weight loss > 6 months	-	n.d.	+	+
Effects diabetes/CVD risk	-	n.d.	+/-	+
Minimally restrictive	+	+	-	+
No Side Effects	-	+	?	+



Acknowledgements

The Research Group
Michael Agus, Cara Ebbeling, Erica Garcia-Lago, Michael Leidig, Gina Masse, Dorota Pawlak, Mark Pereira, Erinn Rhodes, Kelly Sinclair

Optimal Weight for Life (OWL) Program
Roseann Cutroni, Jan Hangen, Colleen Kochman, Roberta Laredo, Carine Lenders, Maryanne Lewis, Karen Lewis, Laurie Raezer, Tamyka Sanford, Kelly Sinclair, Leslie Spieth

Children's General Clinical Research Center
Catherine Murphy and the Research Nursing Team

Other Collaborators
Shanthy Bowman, Steven Gortmaker, David Jacobs Jr, Karen Peterson, Susan Roberts, Janis Swain

And
Joe Majzoub

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。

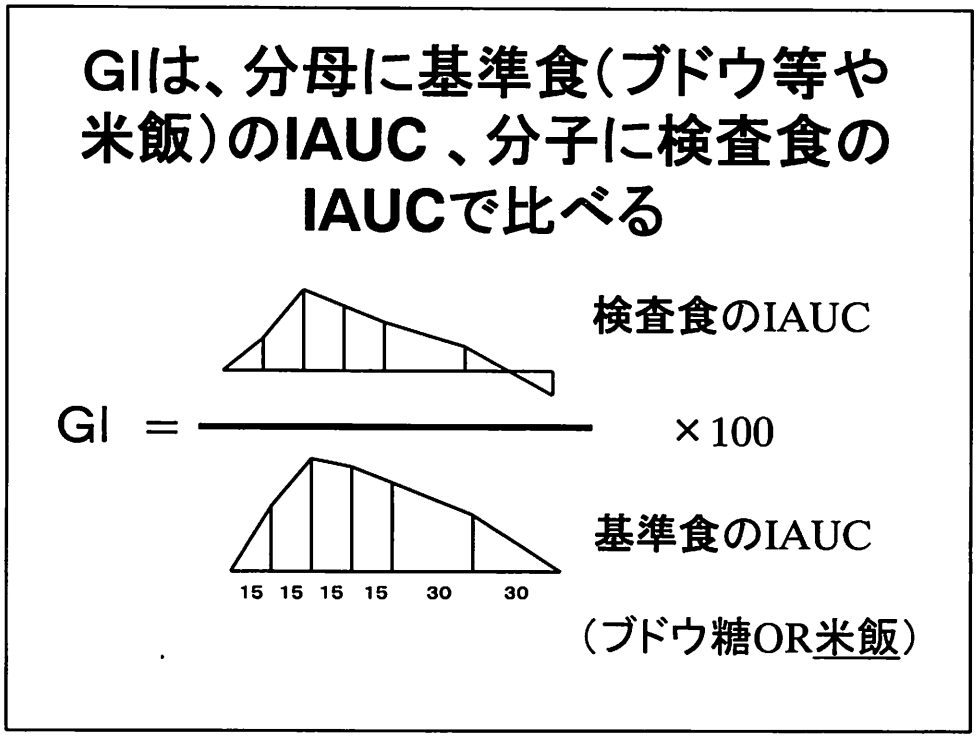
３．検査当日
朝食を摂らない。
午前7～9時に実施（開始）する。
摂取前に指をアルコールで消毒し、よく乾かし空腹時の血糖（1回目）を測定（どの指でも可）する。
空腹時血糖が70から110以内であれば測定可能。
基準食及び検査食の摂取時間は5～10分で行ない、一口30回程度噛む事。
測定中は喫煙を避け、静かな立ち仕事や座位の仕事程度にする。
摂取開始（食べ始めて）から15分（2回目）・30分（3回目）・45分（4回目）・60分（5回目）・90分（6回目）・120分（7回目）の血糖を測定する。

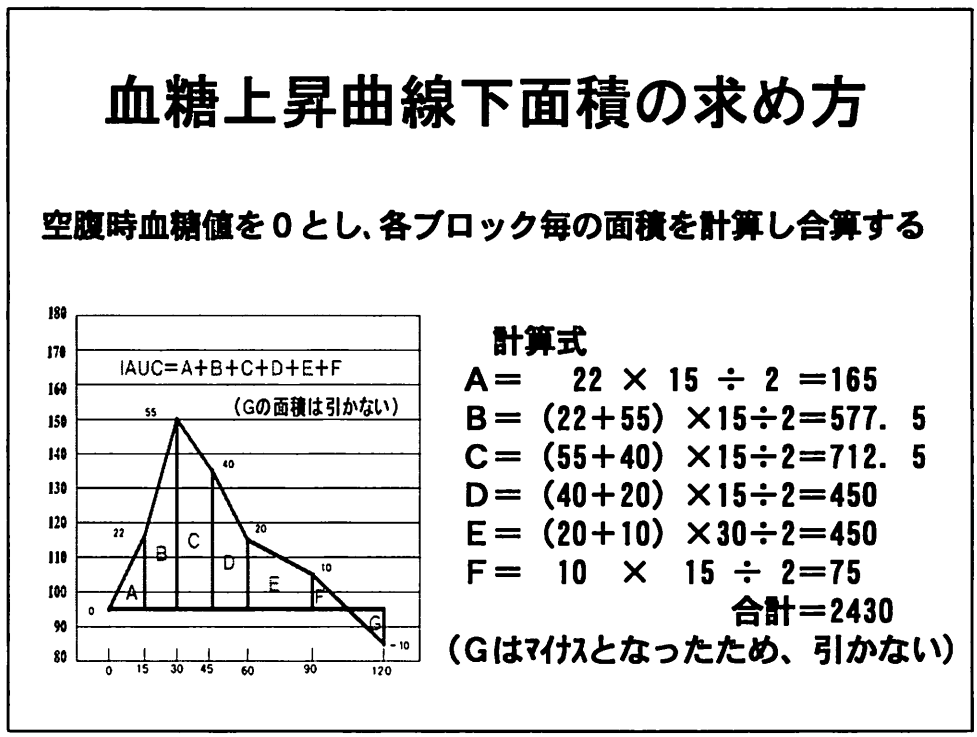
４．基準食
包装米飯（ｻﾄｳのご飯、新潟産コシヒカリ100％、147ｇ）を2回行い、血糖上昇下面積の差が25％以内であれば可能、平均し基準値とする。25％以上の場合、3回行いその中より25％以内の値を平均し基準値とする。
摂取時の水分は、白湯または水150cc程度とする。
摂取後は検査終了まで絶飲食とする。

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）





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2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
テルモ株式会社
アベンティス ファーマ株式会社
大塚製薬株式会社
株式会社 ファンケル
田辺製薬株式会社
ノボノルディスクファーマ株式会社
日研化学株式会社
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 クリニコ
株式会社 ブルボン

第2回日本 Glycemic Index 研究会抄録集

2004年7月18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