

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：23803

研究種目：若手研究 B

研究期間：2010～2012

課題番号：22700756

研究課題名（和文）満腹度の客観的評価法の確立

-科学的根拠に基づいた肥満予防・治療へのアプローチ-

研究課題名（英文）Development of method for evaluating objectively satiety levels

研究代表者

佐久間 理英（SAKUMA MASAE）

静岡県立大学・食品栄養科学部・助教

研究者番号：10551749

研究成果の概要（和文）：満腹度を客観的に評価する指標を探索するため、体格指数が正常域の対象者に基準食の負荷試験を行い、食後の血中代謝指標と満腹度の関連性を解析した。その結果、満腹度は血糖値および血清インスリン濃度と強い関連性があり、これらを用いて評価できる可能性が示された。この関係は体格の異なる対象者および異なる食品においても同様であることが確認された。以上の結果より、食後の血糖値や血清インスリン濃度の下降が穏やかな食品を選択することは、満腹度を持続させ過食を予防する上でも重要であると考えられた。

研究成果の概要（英文）：This study was performed to explore the method for evaluating objectively satiety levels. Subjects were loaded test meals and collected blood samples. Relationship between satiety and some blood components were analyzed. As a result, satiety scores correlated with plasma glucose levels and serum insulin levels. And these relations were similar even if subject's body mass index were different. In conclusion, our data suggest that selecting low glycemic index foods is suppressed postprandial hyperglycemia as well as overeating.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：メタボリックシンドローム、食欲

### 1. 研究開始当初の背景

肥満を特徴とし、脂質異常症、耐糖能障害など種々の症状を合併するメタボリックシンドローム(MS)の人口は、世界中で増加の一途を辿っている。MSは、摂食行動の制御機構が正常に機能しないことによる過食や運動不足の結果、摂取エネルギー量が消費エネルギー量を越えた状態が長期間継続するこ

とにより生じる。また、肥満や糖尿病発症の初期段階より見られる食後高血糖は、慢性化することでインスリンの過剰分泌を促し、脂肪蓄積、インスリン抵抗性を増強させる他、心血管疾患の独立した危険因子となる。このことからMSの予防や治療には、過食を防ぎ適正なエネルギー摂取量を遵守すること、さらに食後の過剰な血糖値上昇を抑制するこ

とが重要であると考えられる。

食後の血糖上昇抑制を実践するための食事には、Glycemic Index(GI)の利用が推奨されている。GIは各食品における食後血糖値上昇度を示す指標であり、糖質の「質」を評価する指標として食事療法に用いられている。

過食の抑制を実践するための食事としては、高い満腹度が得られ、かつ満腹度が持続する食事が望ましいと考えられ、このような食事を考案するためには、生体を感じる満腹度を正確かつ客観的に評価することが必要である。しかし現在のところ、満腹度は主観に基づく評価法しか存在せず、客観的評価法は確立されていない。

## 2. 研究の目的

過去の報告において、食欲に関連する物質として、グルコース、レプチン、グレリンなど、種々の物質の関与が示唆されている。食欲は、様々な因子や経路の相互作用により調節されているため、単一の測定項目を満腹度の指標とすることは不可能であると推測される。しかし食欲に関連が報告されているいくつかの因子を組み合わせることで、生体を感じる満腹度をより正確かつ客観的に評価できるのではないかと考えた。

そこで本研究は、ヒトにおいて満腹度を客観的に評価する方法や指標を確立すること、またこの指標を用いることで、肥満やそれに伴う疾患の予防や治療に効果的な食事療法を科学的根拠に基づき構築することを目的とした。

## 3. 研究の方法

全ての研究は、静岡県立大学倫理委員会の承認を得て実施した。ヘルシンキ宣言に則って、試験内容を文書および口頭にて十分に説明し、本人の自由意思により参加の同意が得られた者のみを対象者とした。

(1) 基準食負荷試験による満腹度の客観的な算出方法の構築

体格指数(Body Mass Index: BMI)が正常域の健常者(22.0±0.7kg/m<sup>2</sup>, 19.3~23.3kg/m<sup>2</sup>)を対象として基準食(米飯)の負荷試験を行った。試験前日、対象者は、過度の身体活動およびアルコール摂取を禁止し、指定の夕食を定刻に摂取した。試験当日は、定刻に空腹状態で測定場所を訪問し、十分な安静時間を設けた後に、研究協力者である医師または看護師が空腹時採血を行った。その後、被験者は試験食を指定時間内に完食し、摂取後30、60、120、180、240分に採血を行った。採取した血液より、血糖値、インスリン、遊離脂肪酸、グレリンなど各種パラメータを測定した。また採血と同時に Visual Analog Scale(VAS)法を用いて被験者の主観的な満腹度の測定を行った。VAS法とは、100mmの

水平な直線の両端に相反する二語(空腹と満腹)を置き、各時間における被験者の主観的な満腹の度合いを垂直な線分で記入させる。端から垂直な線分までの距離を測定し、VAS評価点とした。満腹度と血液の各種パラメータを用いて重回帰分析を行い、満腹度を示す算出式を作成した。

(2) 体格の異なる対象者における満腹度算出式の有用性の検討

(1)で作成した満腹度の算出式が、体格の異なる対象者においても有用であるかを評価するため、(1)と同様の基準食負荷試験をBMI:19.3~28.9kg/m<sup>2</sup>の22名を対象として実施し、採血およびVAS法による満腹度調査を行った。そして満腹度と血糖値および血清インスリン濃度の関連性を評価した。

(3) 満腹度に起因する食事因子の探索

(1)、(2)において、満腹度は体格の異なる対象者においても同様の方法で評価できることが示唆された。そこで、満腹度に影響を及ぼすことが報告されている食物繊維含量に焦点を当て、食物繊維含量の異なる6つの試験食(食物繊維量0~9.2g)を用いて負荷試験を行った。試験食の糖質量は全て75gに統一した。BMIが正常域を示す対象者12名に対し(1)と同様の方法で試験食の負荷および採血、VAS法による満腹度調査を行った。血糖値、血清インスリン濃度、血清遊離脂肪酸濃度と満腹度の関連性を評価した。

## 4. 研究成果

(1) 各種血液パラメータと主観的な満腹度との関連性を解析したところ、血糖値と血清インスリン濃度は食後の満腹度と有意に正の相関を、血清遊離脂肪酸濃度は負の相関を示した。一方で血漿グレリン濃度は食後の満腹度との関連性は見られなかった(図1-3)。満腹度を従属変数として重回帰解析を行ったところ、独立変数として血糖値と血清インスリン濃度が選択された。以上のことから、主観的な満腹度は血糖値と血清インスリン濃度を組み合わせることで評価できる可能性が示唆された。

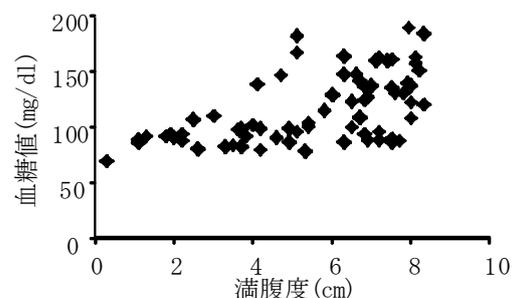


図1、満腹度と血糖値の関連性

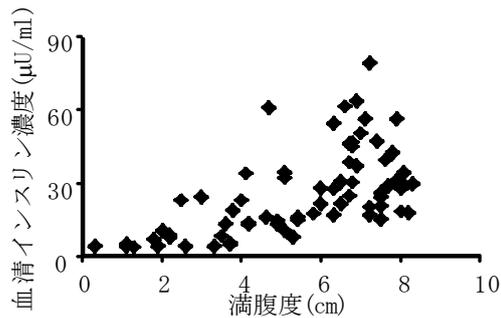


図2、満腹度と血清インスリン濃度の関連性

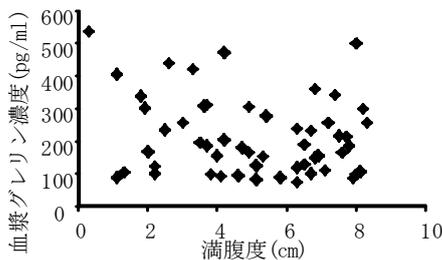


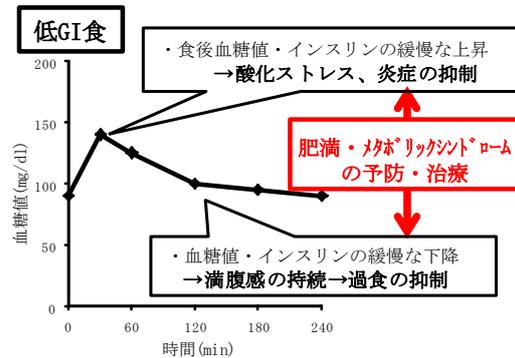
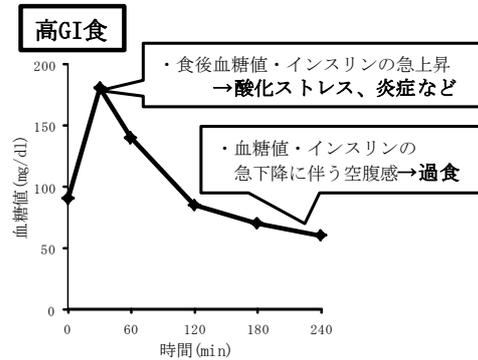
図3、満腹度と血漿グレリン濃度の関連性

(2) 対象者をBMI正常群とBMI高値群に分け、各種血液パラメータと主観的な満腹度との関連性を解析したところ、両群において血糖値と血清インスリン濃度は食後の満腹度と有意に正の相関を示した。以上の結果から、肥満者においても健常者と同様に血糖値と血清インスリン濃度を組み合わせることによって食後の満腹度を評価できることが示唆された。

(3) 食物繊維含量が異なる全ての食品において、満腹度は血糖値および血清インスリン濃度と強い正の相関を示した。また満腹度の最大値と食物繊維含量の関連性を評価したが、これらの中に相関関係は見られなかった。以上の結果より、生体の感じる満腹度は血糖値およびインスリン濃度によって評価できる可能性が示された。食物繊維により得られる満腹度の持続は、血糖値や血清インスリン濃度の緩やかな下降によりもたらされるものであることが示唆された。

食後に血糖値や血清インスリン濃度が急上昇し、急激に下降する食品(高GI食品)は、食後に一過性の高い満腹度を得られるが、血糖値や血清インスリン濃度の急下降に伴ってすぐに空腹に陥るため、過食を引き起こすことが示唆された。つまり高GI食品は、食後高血糖をもたらすだけでなく、過食をも引き起こすことで肥満の予防や治療に悪影響を及ぼすことが示された。一方、食後に血糖

値や血清インスリン濃度が緩やかに上昇し徐々に下降する食品(低GI食品)は満腹度が持続し、過食を予防する効果が得られると考えられた。



## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

- ①奥村仙示、川上由香、佐久間理英、武田英二、大麦を利用した食後高血糖抑制割合の検討、査読なし、New Food Industry、53(4)、2011、12-22
- ②Arai H, Awane N, Mizuno A, Fukaya M, Sakuma M, Harada N, Kawaura A, Yamamoto H, Okumura H, Taketani Y, Doi T, Takeda E. Increasing early insulin secretion compensate adequately for hepatic insulin resistance in CC14-induced cirrhosis rats. 査読有、J Med Invest. 57(1-2), 2010, 54-61. <http://dx.doi.org/10.2152/jmi.57.54>
- ③新井英一、山本真弓、佐久間理英、上番増喬、武田英二、食後高血糖是正に対する低Glycemic Index食品の有用性、査読有、日本病態栄養学会誌、13(2)、2010、111-121

〔学会発表〕(計20件)

- ①佐久間理英、24時間蓄尿法を用いたリン摂取量の把握と妥当性の検討、静岡栄養代謝のつどい、2013年3月23日、静岡

- ②山内達基、吸収が緩慢な糖質摂取後における糖・脂質代謝に及ぼす効果、第 16 回日本病態栄養学会年次学術集会、2013 年 1 月 12 日、京都
- ③森本優香、24 時間蓄尿法を用いたリン摂取量の把握と妥当性の検討、第 16 回日本病態栄養学会年次学術集会、2013 年 1 月 12 日、京都
- ④山内達基、肝臓の脂質合成系遺伝子発現に対する吸収が緩慢なフルクトースのおよぼす効果、第 59 回日本栄養改善学会学術総会、2012 年 9 月 14 日、名古屋
- ⑤新井英一、食後血糖値およびインスリン反応を指標とした代謝変化の評価、第 59 回日本栄養改善学会学術総会、2012 年 9 月 13 日、名古屋
- ⑥佐久間理英、食後血糖値およびインスリン反応を指標とした代謝反応の変化、第 66 回日本栄養食糧学会大会、2012 年 5 月 20 日、仙台
- ⑦荒木香織、パラチノースを砂糖代替物質として使用した料理摂取による血糖およびインスリン上昇抑制効果、第 66 回日本栄養食糧学会大会、2012 年 5 月 20 日、仙台
- ⑧森本優香、24 時間蓄尿法を用いたリン摂取量の把握と妥当性の検討、第 66 回日本栄養食糧学会大会、2012 年 5 月 20 日、仙台
- ⑨太田紘之、透析患者における喫食状況の把握および問題点の抽出、第 15 回日本病態栄養学会年次学術集会、2012 年 1 月 15 日、京都
- ⑩佐々木めぐみ、食後血糖値およびインスリン反応を指標とした代謝変化の評価、第 15 回日本病態栄養学会年次学術集会、2012 年 1 月 15 日、京都
- ⑪山内達基、食後高脂血症に対するパラチノースの効果、第 58 回日本栄養改善学会学術総会、2011 年 9 月 10 日、広島
- ⑫佐久間理英、玄米を利用した食品が食後の血糖反応に及ぼす効果、第 58 回日本栄養改善学会学術集会、2011 年 9 月 9 日、広島
- ⑬太田紘之、血液透析患者の透析時および非透析時における栄養素代謝動態および喫食状況の評価、第 58 回日本栄養改善学会学術集会、2011 年 9 月 9 日、広島
- ⑭荒木香織、砂糖代替物質としてのパラチノースの調理特異性の検討、第 65 回日本栄養・食糧学会大会、2011 年 5 月 15 日、東京
- ⑮佐々木めぐみ、食後インスリン反応を指標とした代謝変化の評価、第 65 回日本栄養・食糧学会大会、2011 年 5 月 14 日、東京
- ⑯川上由香、DNA チップを用いた食品負荷による食後高血糖の網羅的遺伝子発現評価、第 14 回日本病態栄養学会年次学術集会、2011 年 1 月 16 日、横浜
- ⑰Kawakami Y, Gene expression profiling of

human peripheral blood is affected by the differences in glycemic and insulinemic responses to food intake. Espen congress, 2010 年 9 月 6 日, Nice, France

- ⑱神田知子、大学生協食堂の年間利用定期券を利用した男子大学生の食事評価～PFC エネルギー比率について～、第 64 回日本栄養・食糧学会大会、2010 年 5 月 23 日、徳島
- ⑲佐久間理英、健常者の代謝変化を反映する指標および要因の検討、第 64 回日本栄養・食糧学会大会、2010 年 5 月 22 日、徳島
- ⑳河野里美、パラチノースの長期投与が膵臓機能に与える影響、第 64 回日本栄養・食糧学会大会、2010 年 5 月 22 日、徳島

## 6. 研究組織

研究代表者

佐久間 理英 (SAKUMA MASAE)

静岡県立大学・食品栄養科学部・助教

研究者番号：10551749