

論文審査結果の要旨

氏名 百瀬 晶子

国際糖尿病連合(IDF: International Diabetes Federation)により世界の糖尿病人口は 2015 年現在で 4 億 1,500 万人に上がることが発表され、徐々に増加しており、2040 年までには 6 億 4,200 万人に増加することが推定されている。我が国においては、H25 年の国民健康・栄養調査より 20 歳以上で糖尿病が強く疑われる者の割合は男性 16.2%、女性 9.2%と、ここ数年に遡りほぼ横這い状態が続き、依然として糖尿病の予防・治療に早急に取り組むべき状況である。

食後高血糖は糖尿病の発症や治療の増悪、循環器疾患発症のリスクファクターであることが報告されている。IDF の食後血糖値の管理に関するガイドラインによると、糖尿病のコントロールを改善し、合併症リスク軽減のため、食後血糖コントロールの重要性が強調されている。その中で、食後血糖値の把握のため、血糖自己測定 (SMBG: Self-Monitoring of Blood Glucose) の使用が推奨されている。

Glycemic Index (GI)は、糖質を多く含む食品の食後血糖上昇の程度を表す指標として、1981 年に Jenkins らにより提唱され、国際的に標準化された評価法である。

我が国の GI の概念による食後血糖管理の導入は未だ途上であり、その背景として米飯を主食とする日本型食生活に適合した検証が不十分であることが挙げられる。また、血糖自己測定(SMBG)は、糖尿病患者の血糖コントロールや、GI 測定において重要な手段であるが、採血を伴う

ため、測定者にとってより安全で負担の伴わない方法が求められる。

このような背景から、本研究では食事全体の低 GI 化を目指して、日本型食生活である米飯を主食とする食習慣に基づき、高 GI 食品の米飯と組み合わせて GI を低下させるような副菜について検討し、合わせて採血を伴わない血糖測定法として、近赤外分光法を用いた非侵襲的な血糖測定法の実用化に向けて測定手法の検討を行った。

はじめに、米飯と副菜の組み合わせと食後血糖変動について、副菜とし植物性食品を用いて、GI 測定により評価した。まず、こまつな(ゆで)、キャベツ(ゆで)、トマト(生)、だいず(水煮)、ながいも(生)について検討した。その結果、5 種類全ての米飯と副菜の組み合わせにおいて、基準食の米飯よりも食後血糖上昇が低下し、米飯単独で摂取するより、米飯に副菜を組み合わせることで食後血糖上昇が抑制できることが示唆された。また、特にながいも(生)では、基準食に比べ食後血糖上昇が低下し、摂取後 2 時間における血糖曲線下面積および最高血糖値で有意な低下が認められ、ながいもの特長的な成分である粘性物質の作用によると考えた。次に、GI 低下と粘性物質の関連に注目し、納豆について検討を試みたが、納豆では基準食と比較して食後血糖上昇に有意な差は認められなかった。また、粘性食品の加熱操作による食後血糖値への影響を検討するため、加熱したながいもと納豆の GI 測定も行ったが、何れも加熱によって GI 値は上昇した。これらの結果から、米飯と副菜の組み合わせについて、粘性食品ではながいも(生)のように特に食後血糖上昇抑制作用が認められるものがあるが、加熱操作により、この作用が認められないことも明らかとなった。粘性物質の血糖制御作用は加熱によって同様の作用が得られないことが新たな知見として得られた。粘性物質の構造や性状についてまだ十分に解明されていないため、調理操作による加

熱や磨砕などによる粘性物質の変化および、生体内での消化・吸収状態について更なる検討の余地がある。

次に副菜として用いた植物性食品中の成分について、GIに影響を及ぼすことが示唆される食品成分の分析を試みた。分析した総ポリフェノール量および食物繊維量とGI値とで相関は認められなかったため、それ以外の成分の作用によるものと考えられた。最もGIが低下したながいも(生)の食後血糖上昇抑制作用はこの結果からも、ながいも特有の粘性物質によるものであることが考えられた。

本研究で得た、日本の食習慣をベースとした、GIを下げるような米飯と副菜の組み合わせの検討結果は、今後更に血糖値とインスリン分泌の両面からのGI評価を重ね、食品成分の生体内作用に基づいた血糖コントロールツールとして、糖尿病の予防や進展・合併症予防として、病態に合わせた食品選択法の確立の一助となることが期待される。

次に、近赤外分光法を用いた非侵襲血糖測定法の検討を行った。測定はGI測定と同様のタイミングで行い、手の平の小指球部の近赤外拡散反射スペクトル(700~1,050 nm, 測定間隔: 2nm, 積算回数: 50回, 測定時間: 25秒)を測定した。解析手法として、主流である多変量解析を適用しPLS回帰分析により血糖値の推定を試み、血糖値の変動傾向を確認したが、さらに新たな解析手法として、各対象者の各負荷試験毎に血糖変動に連動する波長を選択し、空腹時からの血糖変化量と吸光度変化量を用いた単回帰分析により血糖値を推定した。血糖推定値から算出したIAUC、平均GI値は、血糖実測値からの算出値を精度高く再現していた。この解析手法は、従来近赤外短波長領域における検討ではなされていない新規性のある知見である。これにより、単回帰分析により個人の検量モデルを測定日ごとに構築することが可能となり、近赤外分光法によ

る非侵襲血糖測定も実現可能であることが示唆された。今後、検量モデル構築時に用いる血糖実測値の最小サンプル数や、測定時間を延長した検討により、糖尿病患者や GI 測定における血糖変動の連続モニタリング、侵襲を要する血糖測定回数の低減への応用が期待される。本研究で得た知見は、糖尿病患者の血糖コントロールや GI 測定対象者の採血を伴う侵襲的な血糖測定に替わる、非侵襲的な測定技術として実用化が期待され、測定者の負担軽減に貢献でき得るものである。

以上から、本研究は博士(栄養学)の授与に値するものと認められる。

【論文審査委員】

(委員長)	教授	三浦	理代
	教授	香川	靖雄
	教授	五明	紀春
	教授	田中	明
	教授	小西	史子