

超速効型インスリン治療中のインスリン量と 炭水化物摂取量との関係

鍋田 香織, 久野 一恵, 荒尾 恵介
坂井 麻希, 江崎 千代¹, 久野 建夫²

The Relation of Insulin and Carbohydrate Intake in Type 1 Diabetic Patients Treated Intensively with the Basal-bolus Insulin Regimen

Kaori NABETA, Kazue KUNO, Keisuke ARAO,
Maki SAKAI, Chiyo EZAKI, Tateo KUNO

要 旨

超速効型インスリン治療中の患者2名の食事を詳細に調査し、炭水化物摂取量を算出した。食後2時間の血糖値が良好であると判断した場合の炭水化物摂取量とインスリン量の比を求めた。この結果、次のことが明らかになった。

1. 炭水化物カウント法は、患者が生活の多様性に合わせて容易に血糖コントロールできる可能性がある。
2. 炭水化物カウント法の普及には、炭水化物摂取量把握のための教材、さらに運動を考慮したインスリン量を考える方法を学習するための教材が必要である。
3. 炭水化物摂取量とインスリン量の比の簡易算出法とされている500ルールと300ルールのうち、今回の症例では300ルールがあてはまった。
4. したがって、炭水化物カウント法導入時には、詳細な食事調査が望ましい。

1. 緒 言

1型糖尿病は膵β細胞の破壊的病変によるインスリン欠乏によって生じ¹⁾、一旦発症するとインスリン自己注射を続ける必要がある²⁾。近年、この治療に超速効型インスリンが使用されるように

なった。超速効型インスリンは、健常人で食事のたびに分泌される追加インスリンの役割を果たす³⁾。超速効型インスリンは、効果が出るまでの時間が約15分と短いため、各食事の直前に注射する。実際にはインスリンの基礎分泌の役割を果たす超持続型インスリンと超速効型インスリンとを組み合わせる1日3回から4回の注射を行うのが一般的である。これにより、健常人に近い効果を得ることができる⁴⁾。

¹ 西九州大学健康福祉学部健康栄養学科

² 佐賀大学文化教育学部教育学・教育心理学講座

糖尿病の慢性合併症の予防、進展抑制のためには、厳格な血糖コントロールが必要であることが、多くの疫学研究により示されている³⁾。現在日本においては、1型糖尿病患者に対して2型糖尿病患者と同様に糖尿病食事療法のための食品交換表（以下、食品交換表）による食事指導が行なわれることが多いが、食品交換表はカロリーコントロールを目的とするため、減量を目的としない1型糖尿病患者では血糖値が安定しない場合もある。血糖値は食事時の炭水化物の影響を大きく受けるため、摂取する炭水化物の量と注射するインスリン量とのバランスを保つことがよい血糖コントロールにつながると考えられている⁵⁾。その炭水化物に視点をおいた食事療法が炭水化物カウント法（carbohydrate counting）である。炭水化物カウント法は摂取する炭水化物量を算出してインスリン投与量を決定する方法である。1935年頃からアメリカ、ヨーロッパで使用されていた方法であるが、Diabetes Control and Complications Trial（DCCT）研究でも炭水化物管理食が成功を収め⁶⁾、1995年にAmerican Diabetes Association（ADA）とAmerican Dietetic Associationによって共同で教材が開発され公表されている⁷⁻¹⁰⁾。

今回、超速効型インスリン治療中の1型糖尿病患者に対し、炭水化物カウント法の適用可能性を探ることを目的とし、炭水化物の全摂取量を把握することができる小児糖尿病サマーキャンプ期間中の摂食量を詳細に調査し、炭水化物／インスリン比（g/U）の算出を試みた。

2. 対象と方法

平成16年8月16、17、18日に2泊3日で開催された「バルーンキッズサマーキャンプ」に参加した1型糖尿病患者2名を対象に調査を行った。調査に先立ち、研究の目的を説明したのち協力を要請し了解を得た。対象者は長期の血糖コントロールが良好であること、適正体重が維持できていることを条件とした。この2名は超速効型インスリンと超持続型インスリンを組み合わせ強化イン

スリン療法で、超速効型インスリンにはヒューマログ®（リスプロ）を超持続型インスリンにはラントス®（グラルジン）を使用していた。各自のインスリン使用量は患者より聞き取った。

食事摂取量は、食事前に食品ごとに電子ばかりを用いて計量を行い、日本標準食品成分表で栄養計算したものをもとに、デジタルカメラ（FUJIFILM Finepix F610）及びインスタントカメラで食事前後の写真を撮影しその差を個人の摂取量とした。さらに食事時間以外の食物摂取については聞き取りを行い正確な摂取量の把握に努めた。栄養計算は、エクセル栄養君 Ver3.0（建帛社）を用いて行った。

血糖値は、原則として食後2時間目に、各自の自己血糖測定器で測定した。自己血糖測定器は、アキュチェックコンパクト（ロシュ・ダイアグノスティックス株式会社）を使用していた。

栄養計算によって求められた炭水化物量をインスリン投与量（単位）で除し、炭水化物／インスリン比（g/U）を求めた。対象者の3日分の食物摂取量と血糖値、投与インスリン量、活動内容を記録しグラフを作成（図1、2）した。血糖値が目標範囲内（食後2時間血糖値80～120mg/dl）の炭水化物／インスリン比（g/U）の平均値をその患者のインスリン1単位に対する炭水化物量であるとした。

3. 結 果

以下に2症例の解析結果を示した。

3.1 症例A

21歳、男、病歴6年。身長164cm、体重57.7kg、BMI21.4で適正であった。

HbA1cは6、7月が5.3%、8月も5.3%、9、10月も5.3%とキャンプをはさんだ前後で血糖コントロールは良好であった。インスリンは、超速効型を朝と昼は14単位、夜は20単位、超持続型を夜に20単位打っていた。これ以外の特記事項はなかった。

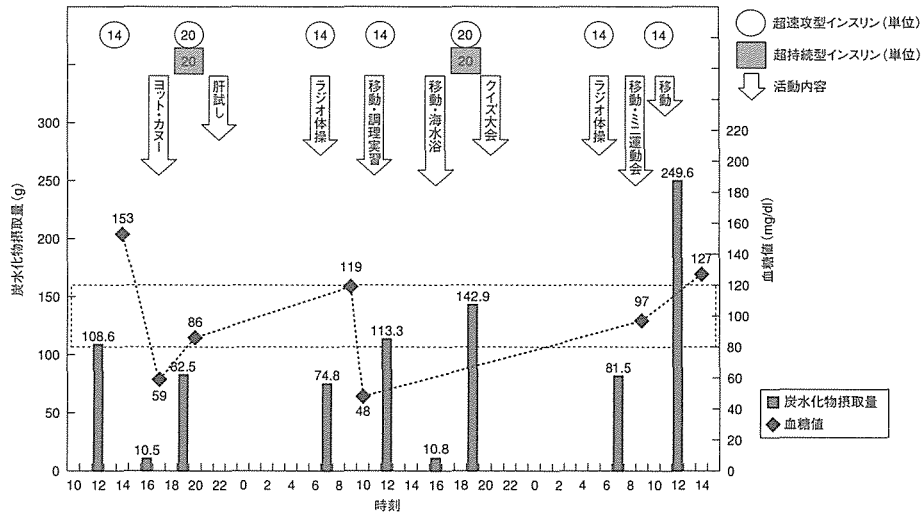


図1 症例Aの炭水化物摂取量と血糖値

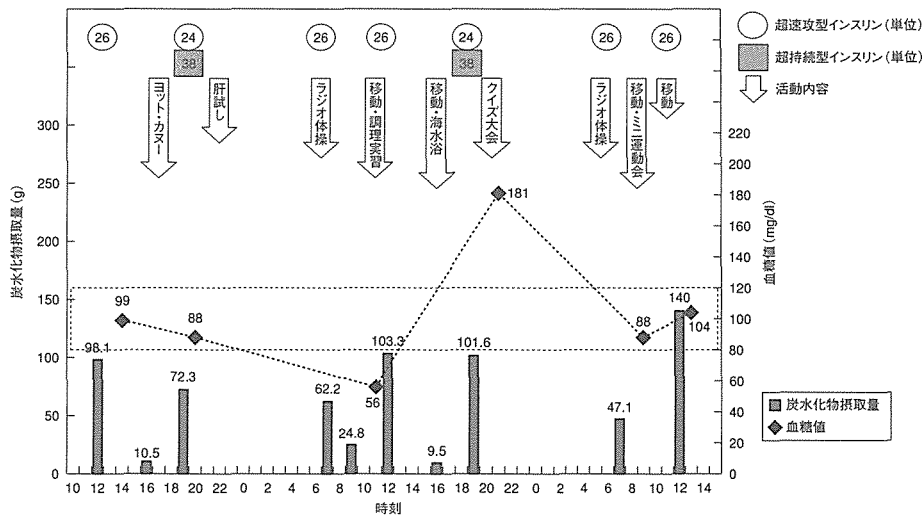


図2 症例Bの炭水化物摂取量と血糖値

Aの炭水化物摂取量と血糖値を図1に示す。1日目の昼食直前に超速効型インスリンを14単位打ち、炭水化物の摂取量が108.6gであった時、食後2時間の血糖値は153mg/dlと目標値より高めであった。一方、2日目の朝食2時間後の血糖値は48mg/dlと朝食の炭水化物量が少なかったためか低くなっていた。最終日の昼食は炭水化物の摂取量が多かったが、ミニ運動会による活動量の

増加により、食後2時間の血糖上昇が127mg/dlまで抑制されたと考えられる。これ以外のときは、おおむね目標値を達成していた。HbA1cが良好であったことから、食後2時間の血糖値が目標に達していた時の炭水化物/インスリン比 (g/U) の平均値6.3g/Uが、Aの理想的な炭水化物/インスリン比であると考えた。

3.2 症例B

12歳、男、病歴6年。身長147.4cm、体重46.2kg、ローレル指数144で適正であった。

HbA1cは6、7月が6.3%、8月は5.9%、9、10月が6.0%とキャンプをはさんだ前後で血糖コントロールは良好であった。インスリンは超速効型を朝と昼に26単位、夜に24単位、超持続型を夕に38単位打っていた。これ以外の特記事項はなかった。

Bの結果を図2に示す。2日目の朝食の炭水化物量が少なかったためか、その後低血糖をおこしたため補食を摂っていた。しかし、昼食前の空腹時血糖は56mg/dlと低くなっていた。2日目の夕食後2時間値は、181mg/dlと高くなっていた。これはインスリンに対し夕食の炭水化物摂取量が少し多かったからだと考えられた。これ以外のときは、おおむね食後2時間の血糖値は目標値を達成していた。HbA1cは良好であったため、食後2時間値が目標に達していた時の炭水化物/インスリン比(g/U)の平均値3.6g/Uが、Bの理想的な炭水化物/インスリン比(g/U)であると考えた。

4. 考 察

炭水化物カウント法はアメリカで広く用いられている食事療法ではあるが¹²⁾、炭水化物量算出が困難な日本食で適用するのは容易ではない。炭水化物カウント法をマスターすれば、その時の食事に合わせてインスリン量の調整を行えるようになるため食事の自由度が増すと考えられる¹³⁾。炭水化物カウント法を導入するためには、まず、血糖コントロールを正常に保たなければならない。今回、解析した2名については、HbA1cから考えると、長期にわたって正常な血糖コントロールが達成されている。この2名について目標血糖値が達成されていた時の炭水化物/インスリン比(g/U)の平均値を個人の炭水化物/インスリン比(g/U)とした。

1単位の超速効型インスリンにより下げること

のできる血糖値をインスリン効果値と呼ぶが、欧米ではインスリン効果値の算出に1800ルールや500ルールが使用されている。この2症例を500ルールで計算したところ、インスリン1単位あたりの炭水化物量は、症例Aは10.4g、症例Bについては6.6gとなりどちらも実測値より多めに算出される。広瀬¹⁴⁾が提案しているように年少児などでは300ルールが適するかもしれない。本症例において300ルールを適用して計算したところ、症例Aは6.3g、症例Bは3.9gと実測値に近い値になった。いずれにせよ個々の症例において適切な炭水化物/インスリン比(g/U)を設定することが必要であることが明らかになった。

個人の炭水化物/インスリン比(g/U)が算出できると、超速効型インスリン治療中の1型糖尿病患者は、摂取する炭水化物量に合わせてインスリンを投与することができ、不規則な食事にも対応できるようになる。これを患者自身が利用できるようになるには、食事の炭水化物量を把握できるようにならないといけない。食事の炭水化物の把握が容易にできるようになるための教材の開発が今後の課題である。さらに、今回算出されたインスリン効果値を実際に生活で用いることにより血糖コントロールが容易になるかどうかの検証が必要である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、研究にご協力下さいました被験者の皆様ならびにキャンプスタッフの皆様へ深く御礼申し上げます。

文献

- 1) 日本糖尿病学会：科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン、南江堂、PP6-7、(2002)
- 2) 後藤昌義、瀧下修一：新しい臨床栄養学(改定第3版増補)、南江堂、PP71-72、(2002)
- 3) 岩佐美保(ノボルディスクファーマ)：インスリン製剤とインスリン療法について、大阪府薬雑誌、52(12)、31、(2001)
- 4) Linn T, Ortac K, Laube H, Federlin K: Intensive therapy in adult insulin-dependent diabetes mellitus is associated with

- improved insulin sensitivity and reserve; A randomized, controlled, prospective study over 5 years in newly diagnosed patients, *Metabolism*, 45, 1508-1513, (1996)
- 5) 久野建夫：1型糖尿病お役立ちマニュアル、特定非営利活動法人全国IDDMネットワーク
 - 6) The DCCT Research Group, Nutrition interventions for intensive therapy in the Diabetes Control and Complications Trial. *J Am Diet Assoc* 93, 768-772, (1993)
 - 7) Anne Daly, MS, RD, CDE, Chair, Barbara Barry, MS, RD, CDE, Sandy Gillespie, MMSc, RD, LD, CDE, Karmeen Kulkarni, MS, RD, CDE, Maryanne Richardson, RD, CDE: *Carbohydrate Counting: Using Carbohydrate/ Insulin Ratios*, The American Dietetic Association/ American Diabetes Association, (1995)
 - 8) Harold J, Holler, RD, Joyce Green Pastors, MS, RD: *Diabetes Medical Nutrition Therapy*, The American Dietetic Association/ American Diabetes Association, PP.179-180, PP.247, (1997)
 - 9) 三村梧郎、小川昌三：「日本語版」糖尿病療養指導のためのコア・カリキュラム、メディカルレビュー社、PP202-232、(2002)
 - 10) Anne Daly, MS, RD, CDE, Chair Barbara Barry, MS, RD, CDE, Sandy Gillespie, MMSc, RD, LD, CDE, Karmeen Kulkarni, MS, RD, CDE, Maryanne Richardson, RD, CDE: *Carbohydrate Counting: Getting Started*, The American Dietetic Association/ American Diabetes Association, (1995)
 - 11) Anne Daly, MS, RD, CDE, Chair, Barbara Barry, MS, RD, CDE, Sandy Gillespie, MMSc, RD, LD, CDE, Karmeen Kulkarni, MS, RD, CDE, Maryanne Richardson, RD, CDE: *Carbohydrate Counting: Moving On*, The American Dietetic Association/ American Diabetes Association, (1995)
 - 12) Gregory RP, Davis DL, Use of carbohydrate counting for meal planning in type 1 diabetes. *Diabetes Educ*, 20, 406-409, (1994)
 - 13) Rabasa-Lhoret R, Garon J, Langelier H, Poisson D, Chiasson JL, Effects of meal carbohydrate content on insulin requirements in type 1 diabetic patients treated intensively with the basal-bolus (ultralente-regular) insulin regimen, *Diabetes Care* 22, 667-673, (1999)
 - 14) 広瀬正和、日本人小児1型糖尿病患者におけるカーボカウント法の有用性の検討、*糖尿病*、50、731-738、(2007)