

1 型糖尿病の食事療法はカーボカウントだけなのか？

新潟大学医歯学総合病院小児科 小川洋平
東京女子医科大学糖尿病センター 内潟安子

ポイント

背景

- カーボカウント(carbohydrate counting)とは、「食事の中に含まれる炭水化物を測る方法」である。
- カーボカウントにより求めたインスリン量は、カロリーを目安にしたものよりも血糖コントロールが得やすい。

問題

- 食後血糖値は炭水化物摂取量のみで決定されない。
- 健康的でバランスのよい食生活を無視し、カーボカウントのみに重点を置いた食事指導をした場合、肥満が助長されインスリン抵抗性を惹起する危険が高まる。

議論

- 1 型糖尿病の食事指導は、脂質など炭水化物以外の血糖値に影響を与える因子を含めて指導すべきである。
- 健康的でバランスのよい食生活は、1 型糖尿病患者においても食事指導の基本である。

まとめ

- 1 型糖尿病治療の基本は、過不足なくインスリンを補充することである。
- 患者に各インスリン製剤の作用動態を十分理解してもらったうえで、血糖変動に影響する因子を指導する必要がある。
- カーボカウントを活用する際は、カーボカウントで事足りるのではなく、カーボカウントの考え方と特徴を十分に理解し、そして応用するスキルが大事である。

現在にいたる背景

カーボカウント(carbohydrate counting)とは、「食事の中に含まれる炭水化物を測る方法」であり、欧米で広く普及している食事指導の一つである。注目されるようになったのは1993年、1 型糖尿病を対象とした大規模研究 DCCT (Diabetes Control and Complication Trial) による¹⁾。本研究は、強化インスリン療法により厳格に血糖コン

ロールすることが、糖尿病に伴う細小血管障害発症(のちに大血管障害も)を抑制しうること示した。この研究には食事指導への介入が行われていた。内容は健康的な食品の選択法、食品交換法、カーボカウント、ブドウ糖換算法であった。これらは、栄養士の経験と各患者個々の必要度・準備度にあわせて選択された。DCCT の発表以降、米国において1 型糖尿病の食事指導の一つとしてカーボカウントが普及するようになった。1994年

にアメリカ糖尿病協会(ADA)は炭水化物の摂取量は個々の状況によとし、適正な炭水化物量を探る方法としてカーボカウントを取り入れはじめたというわけである。

一方、本邦における1 型糖尿病の食事指導は、医師や栄養士によって、実際の臨床現場でどのように行われていたであろうか。代表的な方法はカロリーコントロールと栄養バランスに重点を置いた食事指導である。2 型糖尿病に準じて理想体重相当の1日の摂取総カロリー量を決定し、食品交換表を基にそれぞれの表に摂取量を当てはめ、それを朝昼夕食(+間食)に振り分けることにより食事内容を決定するというものである。指示された1日の摂取総カロリー量および、表に振り分けられた栄養素のバランスをなるべく遵守することをもっとも重視する。

この食事指導にはいくつか問題点がある。一つは1日の摂取カロリーを明確に指示されるため食事を制限されると感じやすいこと、食事内容のバランスを厳格に示されるため食事内容(日によっての好み)の自由度を奪われやすいことである。

また、小児期の患者に対して年齢に応じたカロリーを指示することなく、体重だけを考慮したカロリーを指示することもよく行われていた。たとえば運動部に所属する思春期女子(12~14歳)のエネルギー摂取基準は2,550 kcal とされている²⁾が、それよりはるかに少ないカロリー(1,800 kcal など)を指導されていた患者が存在した。このような食事指導を大きな精神的ストレスと感じた患者は少なくないようである³⁾。

1 型糖尿病において拒食症や過食症などの食行動異常を併発する者が多いことの原因の一つに、厳格な食事への遵守指導があったことは否めない⁴⁾。また、小児期の1 型糖尿病では食環境は保護者が管理することとなるが、バランス重視と制限されたカロリーの食事指導は日々の食事を提供する親のストレスを大きくさせていた。

さらなる問題点として、指示カロリーを遵守し

ても必ずしも血糖コントロールが安定しないことがあげられる。この食事指導は、炭水化物・蛋白質・脂質のバランスと、摂取カロリーを一定に保つことに重点を置き、かつ食品による血糖値変動の差異を指導していなかった。1990年以前の本邦においては、食品交換表の遵守に汲々としたことだけでなく、インスリン注射を患者の裁量に任せ、自身でインスリン量を積極的に調節する治療法が普及していなかった。食品個々の血糖上昇を考慮せず、一定の摂取カロリーのもとに投与インスリン量を一定にすることによって、血糖コントロールしようという風潮であった。

1 型糖尿病を対象とした米国の DAFNE (Dose Adjustment For Normal Eating) 研究⁵⁾や DTTP (The Düsseldorf Diabetes Treatment and Teaching Programme) 研究⁶⁾は、インスリン量にあわせて食事をするのではなく、食品にあわせてインスリン注射をすることにより、重症の低血糖を増やさず以前の方法と遜色ない血糖コントロールが得られ、加えて厳格な食事指導を強いないため食事に対する自由度が高まり、QOL も改善することを示した。これらの研究では、食事への介入としてカーボカウントを使用している。炭水化物(カーボ)量をカウントするという考えは、欧米食には調理・加工法が単純な食品が多いことから、取り入れやすい考え方であり、かつ多民族を対象にするため取っ付きやすく簡単な方法として採用されたと考えられる。

1 型糖尿病の病態は膵β細胞の破壊による内因性インスリン分泌の絶対的不足であり、肥満でなければ原則的にインスリン抵抗性を有してはいない。したがって1 型糖尿病の治療は、生理的な内因性インスリン分泌にできるだけ近づけるよう、いかにインスリンを補充できるかということが基本といえる。そのために各食品による血糖値変動の差異を知ることは、血糖コントロールを安定させるカギとなる。

カーボカウントとは、一定量の炭水化物摂取後、食後血糖値を目標まで低下させるのに必要なイン

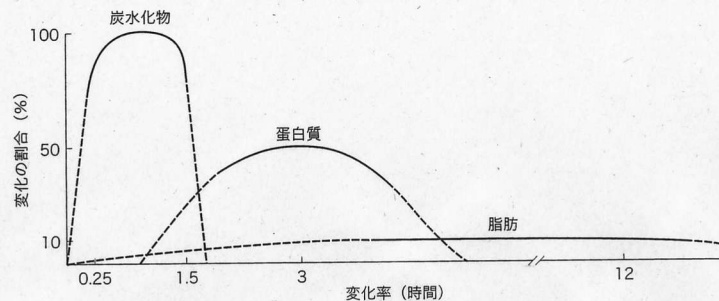


Fig. 1. 栄養素が血糖値に変わる割合とその変化率

〔アメリカ糖尿病協会：糖尿病教室パーフェクトガイド，池田義雄（監訳），医歯薬出版，東京，2001〕

スリン量よりインスリン/炭水化物比を求め、これを基に食事に含まれる炭水化物摂取量に応じて、食前のインスリン投与量を調節するというものである。この考え方の前提は、蛋白質や脂質の影響は考えに入れず「食後血糖値は炭水化物の摂取量によって決定される」というものである。

Fig. 1 は、炭水化物、蛋白質、脂質がそれぞれ時間経過とともに血糖値に代わる割合を示したものである。3 大栄養素のうち、炭水化物が摂取後、もっとも早く血糖値に変換され、そのピークが高いことより、食後血糖値には炭水化物摂取量が大きく影響するといえる。1 型糖尿病患者がステーキや焼き肉など、蛋白質と脂質に偏った食品のみを摂取する際、カロリーを基準としてインスリン量を決定すると食後血糖上昇が緩やかなために、食後に低血糖を引き起こしやすくなる。このような炭水化物をほとんど含まない食事の場合は、食前投与インスリン量は少量にすべきである。ただし数時間後に脂質、蛋白質の影響により血糖値が高くなりやすい点を留意する必要がある。

カーボカウントの利点として、インスリン/炭水化物比をもとに簡単な公式に当てはめるだけで、機械的に必要インスリン量を算出できる点があげられる。投与インスリン量を数値として明確に示すため、とくに 1 型糖尿病発症間もないインスリン調節の経験がまだ十分でない患者にとっては、

目安にしやすいというメリットがある。医療者の中にも、カーボカウントを利用することにより食事指導がしやすくなったと考えるものもいる。

カーボカウントのもう一つの特徴は、食後血糖値のコントロールに重点を置く食事指導である。この考え方は「食事制限」という印象を含まない。食事に対して不自由を感じずインスリン療法を行っている患者も多く存在する³⁾。一方で、カロリーコントロールに重点が置かれた食事指導をされていた患者にとっては、カーボカウントを活用することにより食生活の自由度が増し、食事に関するストレスが軽減したとを感じる。実際に近年、医療者だけでなく 1 型糖尿病患者のあいだでカーボカウントが話題となっているが、その理由にはカロリーバランスの決められた食生活から解放されたいという願望が含まれていると推測する。この現象は、カーボカウントを利用したか否かは別として、1 型糖尿病患者に対し医療者側がどのような食事指導を行っていたか、を反映したともいえるだろう。なお、食品交換表を用いても、患者の主体性を尊重し自由度の高い食事指導を行っていた医療機関はこれに該当しない。

Table 1. 精白パンを基準(100)とした場合の、各食品の glycemic index

パン(精白)	100	ジャガイモ(茹でたもの)	80±7
パン(ライ麦)	68~95	ジャガイモ(焼いたもの)	128±8
パン(全粒粉)	100±2	マッシュポテト	100
スパゲティ(5 分ゆで)	45	サツマイモ	70
スパゲティ(15 分ゆで)	61±6	りんご	53
マカロニ(5 分ゆで)	64	バナナ	84±7
精白米(5 分ゆで)	58	オレンジ	59±8
精白米(15 分ゆで)	79±5	オレンジジュース	67
コーンフレーク	115±4	はちみつ	126
クッキー	78~91	ポテトチップス	77
グリーンピース(乾燥)	50	アイスクリーム	52
グリーンピース(冷凍)	65	牛乳	49
レンズ豆	12	スキムミルク	46
インゲン豆	45~57	ヨーグルト	52
ピーナッツ	15		
大豆(乾燥)	20		
大豆(缶詰)	22		

〔David JA et al : Starchy foods and glycemic index. Diabetes Care 11 : 149, 1988 より引用，改変〕

問題点

1. 食後血糖値は炭水化物摂取のグラム数のみで決定されない

カーボカウントは、食後血糖値に影響するのは炭水化物の量であるという考え方が前提となる。言い換えれば、炭水化物以外の血糖上昇に寄与する栄養素を無視するということである。先に示した Fig. 1 のとおり、蛋白質および脂質も血糖上昇に寄与する。したがって、蛋白質および脂質を多く摂取した場合のゆっくりと長時間にわたり上昇する血糖値に対するインスリン補充法にはカーボカウントは適さない。

さらには、同量の炭水化物を摂取しても血糖上昇に差異がある。その差異の原因は、食物側と人体側の要因がある。

食物側の要因としては、摂取した食品の質があげられる。食物中の炭水化物には、単糖類(ブドウ糖や果糖など)、オリゴ糖類(麦芽糖やショ糖など)、多糖類(デンプンや食物繊維など)が含まれる。炭水化物の中でも分子量が小さいブドウ糖や砂糖は摂取後に急激な血糖上昇を引き起こし、そ

の影響は短時間である。なお単糖類の中でも、ブドウ糖以外の果糖やガラクトースなどは、グルコースほど血糖上昇に寄与しない。一方、米やパンなどに多く含まれるデンプンは多糖類で、グルコースや砂糖ほど急激には血糖値は上昇しない。多糖類といっても食物繊維は、消化管からほとんど吸収されないため血糖値の上昇はなく、また小腸での糖や脂質の吸収速度を遅延させる働きがある。このように炭水化物といっても単糖類か、オリゴ糖類か、多糖類かによって、血糖上昇の速度や程度が異なってくる。

glycemic index (Table 1) とは、標準食(精白パンまたはブドウ糖)と同量の炭水化物を含む食品を摂取したとき、食後 2 時間までの血糖曲線下面積を、標準食のそれと比較したものである。たとえば、精白パンの GI を 100 とした場合、スパゲティ(5 分ゆで)は 45、スパゲティ(15 分ゆで)は 61 と、同じ食材であってもゆで方により GI は大きく異なることがわかる。加熱や希釈など調理法により食物の消化吸収は影響を受けるからである。

人体側の要因としては、同一人物においてインスリン/炭水化物比は一定したものではなく、とき

ときに変わりうる点があげられる。ときどきの運動量の違いによるインスリン感受性の変化、インスリン拮抗ホルモン分泌動態の日内変動、女性であれば生理周期など、これらはインスリン/炭水化物比に影響する。実際に、生理周期によりインスリン量を変更する女性が多い。長期的には、個人における各ライフステージ(乳幼児～思春期～壮年期～老年期)もインスリン/炭水化物比に影響する。

2. 健康的な食生活を無視し、カーボカウントのみに重点を置いた食事指導をした際の危険性

肥満あるいはインスリン抵抗性を有する2型糖尿病患者の急激な増加は、本邦において大きな社会問題である。これは日本の食を含めた生活環境の急激な変化によるところが大きいと考えるが、1型糖尿病患者を取り巻く環境も例外ではない。食生活の基本が大きく乱れているにもかかわらず、血糖値の安定のみに着目したインスリン補充を続けた場合、1型糖尿病も肥満が助長されインスリン抵抗性を獲得する。健康的な食事の重要性を無視し、カーボカウントにのみこだわった食事指導をすべきではない。実際、米国における1型糖尿病患者は肥満者の割合が多いが、本邦でもカーボカウントの普及による1型糖尿病の肥満者の増加、それによる心血管疾患の併発が懸念される。

また、体には1日最低必要なカロリーがあるが、摂取カーボ数を下げるためにカーボカウントを利用すると、結果として蛋白質・脂質摂取カロリーが増加する。高蛋白・高脂肪食により動脈硬化を進展させるとの報告があり、このようなカーボカウントの誤った使用は慎むべきである。

3. カーボカウントを利用するためのツールは充実しているか

カーボカウントの実践には、食品に含まれる炭水化物の実数を知る必要がある。米国では制度化されているが、本邦においても市販されている加工食品やレストランのメニューには、栄養成分が

表示されているものが増えている。医療者向け・患者向けともにカーボカウントに関する出版物やツールがいくつも世に出回るようになり、以前よりも実際の日常生活でのカーボカウント利用の不自由さが軽減した。今後これらは、ニーズの高まりとともに、さらに充実するものと考えられる。

解決のための模索

カーボカウントの特徴は、インスリン/炭水化物比を基に簡単な公式に当てはめるだけで機械的に必要インスリン量を算出できることである。そして正解か否かは別として一応「答え」が数字として明確に示される。これは患者がもつ高血糖や低血糖に対する不安を、ある程度取り除いてくれるかもしれない。一方、指導する医療者側にとってもカーボカウントを用いて食事指導を行うことは、まずは簡単な数式を教えるところからはじめるため、導入が比較的容易である(ただし、患者は最低限の理解力が必要とはなるが)。今まで1型糖尿病患者が食事に伴う血糖変動に関して疑問を投げかけた際に答えに窮していた医療者にとっては、「答え」が数字として明確に示されるカーボカウントは、利用しやすいツールと感じ、患者と同様に不安が和らぐかもしれない。

しかし前述のとおり、仮に炭水化物量を厳密にカウントして(厳密にカウントすること自体が困難な料理も多いが)、インスリン/炭水化物比のみでインスリン量を決定しても、ある程度の血糖コントロールしか達成できない。カーボカウントを用いて食事指導をする場合、カーボカウントにより求めた一応の「答え」に固執せず、これをどのように柔軟に修飾すべきか、という点も併せて指導する必要がある。ADAが監修しているカーボカウントに関するガイドブックは蛋白質と脂質の影響、GIとGL(glycemic load: GI値と炭水化物量の積)、炭水化物に含まれる食物繊維、アルコール、運動、ストレス、生理周期やホルモン等、炭水化物以外の血糖値に影響を与える因子についてもふれている⁷⁾。しかしそれらの解説は、詳細でない

ものの、具体性がないもの、コンセンサスを得られていないものも多い。

前述したとおり、栄養素のうち食後血糖値にもっとも影響を与えるのは炭水化物であり、炭水化物量をだまかに把握することは必要である。その目的においては、従来から使用されている食品交換表を利用した食事指導も可能と考える。表により炭水化物含有量を含めた栄養素の割合が大きく違うからである。食事内容に食品交換表の表1、表2がどれだけ含まれるかを注目できたら、「カーボカウント」をだまかにやっていることになる。

食品交換表を利用して炭水化物を把握する利点としては、「炭水化物の質の違い」を説明しやすいことである。原則として表1はデンプンなどの多糖類が豊富であり、表2は果糖や砂糖などの単糖類、オリゴ糖類が多く含まれる。また食品交換表を用いることにより補足的に脂質や蛋白質、食物繊維が血糖値に与える影響についても一緒に指導することができる。加えてバランスのよい食事についても指導しやすい。食品交換表を用いての「カーボカウント」はだまかな「数字」しか示せない。この点は不安要因かもしれないが、一方、食前のインスリン量を決定するうえで、数字にとられない分、インスリン量調節の自由度が高くなると考えることもできる。

では「炭水化物量以外の血糖値に影響を与える因子」をどのように指導したらよいか。現時点では、これらの因子の影響をカーボカウントのように、比較的簡単に明確にインスリン量を数値として示すことのできる確立した方法はないのが現状である。また、これらの因子は、たとえば生理周期や運動の影響など個人差が大きく一律の指導ができない。

医療者は、食事を含め血糖値に影響を与えるる因子に関して、それぞれの血糖変動の傾向を十分に指導し、インスリン量(場合により種類も)の調節法を指導する必要がある⁸⁾。さらに血糖変動が起こりうる行動を積極的に体験させ、結果として

血糖値がどのように推移したか検討し、次の行動に患者自身が応用するという、一連の作業を患者とともに繰り返し確認する「試行錯誤の地道な作業」が必要と考える。

筆者は、新規発症の1型糖尿病患者が入院した場合、入院期間なるべく短期となるよう留意したうえで⁹⁾、全身状態が落ち着き次第、外食、外泊や病院食以外の食事のもち込み、間食を積極的に勧めている。入院期間中にさまざまな食品を摂取してもらい患者自身(あるいは家族)で血糖変動を実感し、今後に役立てられるよう主治医とともにインスリンの上手な使い方を考えるのである。この作業を外来でも継続することによって、患者1人1人が自分なりのインスリン調節法を身につけていくことになる。

そのためには、大前提がある。患者自身が使用するインスリン製剤の作用動態を十分認識してもらうことである。そのうえで、できればいろいろな種類のインスリン製剤を試してもらうとよい。そうすることにより、今の自分に合うインスリンの種類と量を選択することができる。血糖コントロールが上手なベテラン患者は、同じ食品を摂取した場合でも、その状況により今の自分に合う注射の仕方を知っている。ベテラン患者の中には速効型と超速効型インスリンの使い分けはもちろん、食事ごとに速効型と超速効型を、比率を変えて一緒に投与するものもある。

最後に、現代の日本における食生活の乱れは深刻な問題である。1型糖尿病のいかにかわらず健康的でバランスのよい食習慣を身につけることは、豊かで充実した生活を行ううえでの基本であることを付け加えたい。

まとめ

1型糖尿病の病態は膵β細胞の破壊による内因性インスリン分泌の絶対的不足であり、治療の基本は、過不足のないインスリン補充療法である。1型糖尿病患者に対し食事指導を行う場合、健康的でバランスのよい食生活は基本ではあるが、過

度に厳格な食事指導は不要である。各食品が血糖変動に与える影響を丁寧に説明し、実際にどうであったかを患者とともに考察すべきである。カーボカウントを使用する場合、カーボカウントで事足りるとするのではなく、カーボカウントの考え方と特徴を十分に理解してもらい、カーボカウントを有効に利用するために、どのように工夫する必要があるかという点も併せて患者とディスカッションするという姿勢が大切である。

文 献

- 1) Delahanty LM, Halford BN: The role of diet behaviors in achieving improved glycemic control in intensively treated patients in the diabetes control and complications trial. *Diabetes Care* 16: 1453, 1993
- 2) 厚生労働省: エネルギー。日本人の食事摂取基準 2010, p43-61, 2009

- 3) 石橋理恵子ほか: 1型糖尿病患者の治療および食生活の実態と食事療法実践意識。 *糖尿病* 48: 189, 2005
- 4) Takii M et al: Classification of type 1 diabetic females with bulimia nervosa into subgroups according to purging behavior. *Diabetes Care* 25: 653, 2002
- 5) DAFNE Study Group: Training in flexible, intensive insulin management to enable dietary freedom in people with type 1 diabetes: dose adjustment for normal eating (DAFNE) randomised controlled trial. *BMJ* 325: 746, 2002
- 6) Sämann A et al: Glycaemic control and severe hypoglycaemia following training in flexible, intensive insulin therapy to enable dietary freedom in people with type 1 diabetes: a prospective implementation study. *Diabetologia* 48: 1965, 2005
- 7) Hopes S et al: Practical Carbohydrate Counting A How-to-Teach Guide for Health Professionals, 2nd Ed, American Diabetes Association, Virginia, 2008
- 8) 内海安子: 小児・ヤング糖尿病: のびのびしっかりサポート。シービーアール。東京, 2005
- 9) 岡田泰助: 小児糖尿病に対する最新の考え方。 *PRACTICE* 19: 638, 2002

糖尿病運動療法の基本は有酸素運動だけなのか？

京都大学大学院人間・環境学研究科 江川達郎, 馬 嘯, 林 達也

ポイント

現 状

- 糖尿病運動療法の基本は有酸素運動(AT)である。
- ATは耐糖能を改善するのみならず、インスリン抵抗性、肥満、高血圧、血清脂質異常や血小板機能、血管内皮機能を改善する可能性を有する。

対 策

- ATだけでよとするのではなく、レジスタンストレーニング(RT)、柔軟性トレーニング、転倒予防トレーニングなどを含めて行うことで、身体活動能力の向上に努めるべきである。
- RTは減食療法に伴う除脂肪体重減少を緩和するためにも重要である。

展 望

- 近年 RT の血糖降下作用が明らかにされ、ATとともに血糖コントロール改善のための運動として推奨されるようになった。しかし、明確な効果を得るためには、トレーナー指導下で行う負荷漸増型トレーニング(progressive RT)が推奨される。

展 望

- 耐糖能改善や心血管リスクの低下とともに、体力医学的向上を含めた総合的な病態改善を目指す運動プログラムを実施できる体制の充実が望まれる。

基本としての有酸素運動

糖尿病患者がその病態改善のために行うべき運動の基本は有酸素運動(aerobic training: AT)である。ATは、耐糖能を改善するのみならず、インスリン抵抗性、内臓脂肪蓄積、高血圧、血清脂質異常、血小板機能や血管内皮機能など、糖尿病の病態形成にかかわる多様な因子の改善に寄与する可能性がある^{1,2)}(Table 1)。ATによって得られる呼吸循環機能(cardiorespiratory fitness)の向上も、それ自体が糖尿病患者の予後改善に寄与することが示唆される²⁾。

ATは、運動中の安全性や継続性の観点から、一

Table 1. 有酸素運動の代表的な臨床効果

- ・耐糖能向上
- ・インスリン感受性向上
- ・内臓脂肪、体脂肪減少
- ・血圧低下
- ・血清脂質プロファイル改善(トリグリセリド低下、HDL-C上昇)
- ・血小板凝集抑制、粘着抑制
- ・呼吸循環機能(心肺機能)向上
- ・疾患リスク低下(心血管系疾患、悪性腫瘍(大腸癌、乳癌)、認知症、総死亡率低下)
- ・心理的效果(抗うつ、抗不安効果)

