

Key words：糖質調整食，グリセミック指数，時間栄養学

はじめに

糖尿病の食事療法は，運動療法と同様，糖尿病のタイプによらず，すべての糖尿病患者が実施すべき基本的治療である。糖尿病の治療目標は，糖尿病症状を取り除くことはもとより，糖尿病に特徴的な合併症や併発しやすい合併症の発症・増悪を防ぎ，健康人と同様な生活の質（QOL）を保ち，健康人と変わらない寿命を全うすることにある。糖尿病患者では単に高血糖の是正だけではなく，心筋梗塞や脳卒中などの動脈硬化性疾患や糖尿病網膜症，神経症，腎症などの細小血管合併症，さらに糖尿病患者に増加しているがん，NAFLD/NASH（非アルコール性脂肪性肝疾患/非アルコール性脂肪肝炎）に代表される肝疾患，アルツハイマー病などの認知症も含めその発症予防と進展防止を目標とした食事療法が必要とされる。つまり，血糖コントロールのみならず合併しうる病態を管理する視点や継続性を兼ね備え個性を考慮した食事療法を検討すべきである。

総エネルギー量

糖尿病の食事療法のエネルギー量は，医師が決定する。Fig. 1 に日本糖尿病学会の総エネルギー摂取量の算定の目安を示す。エネルギー摂取量の適正化は，肥満の是正やインスリン抵抗

性の改善という面から非常に有用であり，いわば食事療法の第1段階といえる。2015年に発表された米国糖尿病学会の食事療法に関するステートメントでは，エネルギー摂取量の制限が体重減少に有効であるとされる一方で，現在までのところある特定の栄養素が減量に効果的であるというエビデンスはなく，栄養素バランスについては個別に対応することが望ましいとされている¹⁾²⁾。糖尿病診療ガイドライン2016では，三大栄養素の設定が，エネルギー摂取量に対する比率で記されており，糖質や脂質の各栄養素の摂取量は，適切なエネルギー量の設定の次の段階に位置し，糖質のエネルギー割合を検討する際や患者教育の場面でもその点を十分説明する必要がある。

日本人の食事摂取基準（2015年版）では，エネルギー摂取量と消費量のバランス（エネルギー収支バランス）を示す指標として，体格（body mass index：BMI）を採用している。目標とする体格（BMI）の範囲は，総死亡率が最も低かったBMIの範囲や日本人のBMIの実態などを鑑みて3つの区分で提示している（Table 1）。エネルギー必要量は，エネルギー摂取量ではなく，エネルギー消費量から推定する方法が広く用いられている（Fig. 2）。特に，二重標識水法は測定精度が高いため，エネルギー必要量を推定するために有用といわれている³⁾。日本糖尿病学会においても総エネルギー摂取量の考え方として代謝状態の改善を評価しつつ，患者

*東京大学医学部附属病院病態栄養治療部

BMI 22を目標として標準体重を求め、
総エネルギー摂取量を算定する

総エネルギー摂取量 (kcal/日)
=標準体重 (kg) × 身体活動量 (kcal/kg)
[標準体重 (kg) = 身長 (m) × 身長 (m) × 22]

身体活動量

25～30 軽い労作 (デスクワークが多い職業など)
30～35 普通の労作 (立ち仕事が多い職業など)
35～ 重い労作 (力仕事が多い職業など)

治療開始時のBMIによらず、一律に標準体重を目指すことは実際的とはいえない。エネルギーバランスは体重の変化に現れることから、肥満を有する糖尿病患者では、まず現体重の5%の体重減量を目指す。その後、代謝状態の改善を評価しつつ、患者個々の実効性などを考慮に入れ、適正体重の個別化を図ることが必要である。

Fig. 1 総エネルギー摂取量の考え方

日本糖尿病学会 (編著)：糖尿病診療ガイドライン
2016

Table 1 目標とする BMI の範囲 (18 歳以上) *1*2

年齢 (歳)	目標とする BMI (kg/m ²)
18～49	18.5～24.9
50～69	20.0～24.9
70 以上	21.5～24.9*3

エネルギーの摂取量および消費量のバランス (エネルギー収支バランス) の維持を示す指標として、「体格 (BMI: body mass index)」を採用することとした。

BMI = 体重 (kg) ÷ (身長 (m))²*2

*1男女共通、あくまでも参考として使用すべきである。

*2観察疫学研究において報告された総死亡率が最も低かった BMI を基に、疾患別の発症率と BMI との関連、死因と BMI との関連、日本人の BMI の実態に配慮し、総合的に判断し目標とする範囲を設定。

*370 歳以上では、総死亡率が最も低かった BMI と実態との乖離が見られるため、虚弱の予防及び生活習慣病の予防の両者に配慮する必要があることも踏まえ、当面目標とする BMI の範囲を 21.5～24.9 とした。

日本人の食事摂取基準 2015 年版

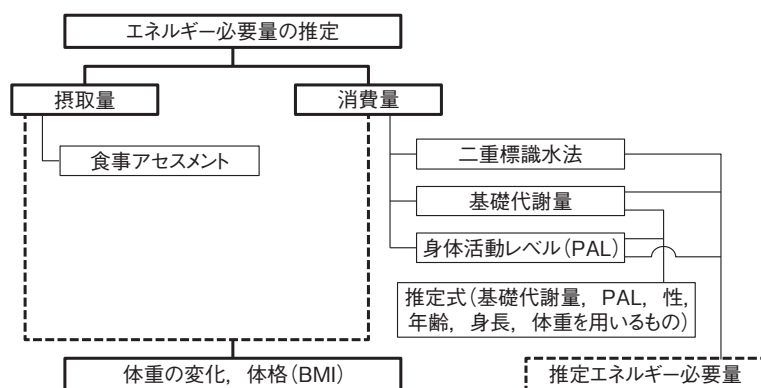


Fig. 2 エネルギー必要量を推定するための測定法と体重の変化, 体格 (BMI), 推定エネルギー必要量との関連

日本人の食事摂取基準 2015 年版

個々の実行性などを考慮して適正体重の個別化を図り至適エネルギー量を決定するのがよいとしている。

糖質調整食

ここ数年、糖尿病の食事療法を取り巻く情勢は大きな転換期を迎えている。食後の血糖上昇はその大部分が摂取した糖質量に起因することが知られている。もともとは肥満症患者に対する減量目的の食事療法として提唱された糖質制限食であるアトキンスダイエットが一定の減量

効果があることから、それを発展させた考え方として、糖質量の調整が糖尿病患者における食事療法として有用である可能性があるとの考えが普及しはじめた。2013 年 3 月に日本糖尿病学会は「日本人の糖尿病の食事療法に関する日本糖尿病学会の提言 (以下、2013 年の日本糖尿病学会の提言)」⁴⁾において、炭水化物を 50～60% エネルギー、たんぱく質 20% エネルギー以下を目安とし、残りを脂質とするとしている。ここでは、種々の条件がそろえば、50% 以下の糖質調整を検討してもよいと記されており、議論の

余地を残している。

炭水化物制限による体重減少効果においては、いまだ一定の見解は得られていない。2008年に報告された Dietary Intervention Randomized Controll Trial (DIRECT) 研究は、低脂肪食、地中海食、低糖質食（糖質 40% エネルギー）で食事療法を行った場合の約半年後には低糖質食群が最も体重減少効果が得られたと報告している。その後の 2 年間の体重変化の追跡では、低脂肪食群に比較して地中海食群と低糖質食群で体重減少効果が優れていたと報告している⁵⁾。しかし、低糖質食群は、他の食事療法と同様に総エネルギー量が減少しており、体重減少効果が糖質を制限したことだけでは解釈できないと考察されている。一方、低糖質食とエネルギー制限食の肥満者を対象とした減量効果の検討では、糖尿病の有無にかかわらず体重減少効果に有意差は認められなかった⁶⁾。糖尿病診療ガイドライン 2016 では、総エネルギー摂取量を制限せずに、糖質のみを極端に制限した減量は、勧められないと明記されている。

糖質のエネルギー割合の検討では、糖質の最低必要量を念頭に置いた議論をしなければならない。糖質（グルコース）は、哺乳動物細胞の主要なエネルギー源であり、脳や腎髄質は、エネルギーをよりグルコースに依存し、赤血球や網膜はグルコースが唯一のエネルギー源である。例えば体重 70 kg のヒトは 1 日におよそ 160 g のグルコースを消費し、脳はこのうち 120 g を消費する。細胞外液中や肝臓ではグリコーゲンとしてグルコースを蓄積することはできるが、ヒトは外界からグルコースの供給がなければ 24 時間の需要を満たすことはできない。2013 年の日本糖尿病学会の提言では最低糖質摂取量は 150 g/日、米国糖尿病学会では 2015 年版のガイドラインには数値は明記されていないものの、2012 年版のガイドラインでは 130 g/日を確保することを推奨している⁷⁾。また日本人の食事摂取基準（2015 年版）の各論では、さらに少

ない 100 g/日と示されているが、その根拠が不明瞭であり、糖尿病を除けば、健常者を対象にした場合の具体的な目安量を示す根拠が乏しいとの理由で炭水化物の 1 日に必要な推奨量は示していない⁸⁾。

2018 年に発表されたコホート研究では、糖質のエネルギー割合が 50~55% の場合に死亡率が最も低かったという報告があった⁹⁾。糖尿病の食事療法における糖質の至適エネルギー割合については多角的な視点から検討がなされなければならない。

グリセミック・インデックス (GI)

食事療法による良好な血糖コントロールを維持するためには、炭水化物量だけでなく質も考慮した食品選びが必要である。炭水化物摂取後の血糖上昇は、炭水化物量が同量であっても食品によって違うことは古くから知られている。1981 年 Jenkins らにより血糖上昇係数 (glycemic index : GI) の概念が提唱され¹⁰⁾、食品ごとの摂取後の血糖上昇が数値化され、食品ごとに比較することが可能となった。GI は、空腹時にブドウ糖を 50 g 摂取したときの 2 時間後までの血糖変動曲線が描く面積を基準とし、それぞれの食品ごとに決められている (Table 2)。GI は、食品に含まれる食物繊維の含有比率、調理や加工方法、組み合わせ、咀嚼回数などにより変わる。

低 GI のパラドクスとして注目される果糖は、他の糖質と同様に小腸で吸収された後に、ブドウ糖に代謝され、血中に放出されるが、一部しか放出されないため食後血糖値は上がりにくい。しかし、残りの果糖は、肝臓に運ばれ中性脂肪に合成され脂肪の蓄積につながりやすい。果糖は、大量摂取により血中の中性脂肪を上げ、体重増加につながり糖尿病を悪化させる危険性がある。果物の摂取は、糖尿病であれ摂取することは可能であるが、適量を超えないことも重要である。

Table 2 食品のグリセミック指数 (GI) 値

100	ブドウ糖
80～89	フランスパン, ベークドポテト
70～79	精白粉で作ったパン (食パン), マッシュポテト, ポップコーン, スイカ, ニンジン, カボチャ
60～69	炊いたご飯 (白米), 全粒粉で作ったパン, レーズン, アイスcream, チョコレートバー, 砂糖 (蔗糖)
50～59	玄米, ゆでたスパゲッティ, ゆでたポテト, バナナ
40～49	ライ麦パン, ゆでたスパゲッティ (全粒粉), オレンジ, ぶどう, オレンジジュース, グレープフルーツジュース, アップルジュース
30～39	ヨーグルト飲料 (加糖), りんご, なし
20～29	牛乳 (脂肪分 3%), ヨーグルト (無糖)
10～19	ピーナッツ

ご飯 (白米) と食品を組み合わせたときの GI 値の変化
GI 値は加工方法, 食品の組み合わせ, 咀嚼回数などで変化する.

+低脂肪乳 69

+インスタント味噌汁 61

+無糖ヨーグルト (ご飯より先に食べたとき) 59

+ご飯 (白米) と納豆 56

「Glycemic Index」(シドニー大学) 資料を参考に作成.
glycemicindex.com

食事の食べ方

食事療法の実践では, 食後の血糖上昇を抑制する対策として糖質量の調整や GI を活用するほかに食事の食べ方の工夫を提案することがある. 今井ら¹¹⁾は, 2 型糖尿病患者で同じ食事内容で食べる順序を変え血糖の変動を調べたところ, ごはんを先に食べた場合や三角食べ(野菜, おかず, ごはんを交互に食べる)をした場合より野菜を先に食べるほうが急激な血糖上昇や低血糖が抑制されたと報告している. 一方, Kuwata ら¹²⁾は魚や肉などのたんぱく質の多い食品から先に食べることで同様の効果が期待できると報告している. 外食や市販弁当などで野菜が少ない食事の場合におかずから先に食べるといった食べ方を提案している.

規則的な食事は良好な血糖コントロールを維持するうえで重要である. 食事リズム改善の必

要性を説明しうる知見として, 時間栄養学が話題となっている. これは, 体内時計の「時刻合わせ」機能に着目し食事や栄養の摂り方を検討するというものである. ヒトの体内時計(周期)は, 平均すると 24 時間より少し長い. Aschoff ら¹³⁾は防空壕を改造した隔離実験室に(約 2 週間)入って時計のない生活を送り, 体内時計が 24 時間より長いことを示した. 体内時計は個別に周期をもっており, それは遺伝子によって決まる. 体内時計は, 早まったり, 遅くなったり, 無反応であったりする. 例えば, 中枢時計では, 早朝の光は体内時計を早める作用, 夕方～夜中の光は体内時計を遅らせる作用, 日中の光は体内時計の反応がないということである. また, 食事の影響では, 朝食は体内時計を早める作用, 夕食～夜食は体内時計を遅らせる作用がある. つまり, 朝食を摂取することで体内時計が早まり遅れがちな体内時計の調整ができるのではないかと考えられている.

時計遺伝子の発現リズムは, 食事による影響が大きく, 食事のタイミングと量は 3 食のエネルギーバランスの維持と糖代謝異常の是正にとっても重要である. 朝食のエネルギー割合を高めると糖代謝が改善することや, 前述のとおり食事のタイミングは体内時計のリズムに影響する. 糖尿病の食事療法の意義である規則的な食習慣は, 時計遺伝子異常を予防し, 血糖コントロールを良好に保つために必要である.

おわりに

糖尿病の食事療法の研究はさまざまな交絡因子が関与するため, 炭水化物の至適エネルギー割合を規定するのは困難である. これまでの報告をまとめると, 糖質調整食は 1 日 130～150 g 程度の糖質量を確保し, 基本的には糖質 50～60% エネルギーの範囲内で設定されるのが妥当と考える. 今後は, 適正なエネルギー摂取量を確保したうえで, 安全性, 嗜好性, 長期持続可能性などを考慮し柔軟な対応が求められる.

文献

- 1) Evert AB, Boucher JL, Yancy WY, et al : Nutritional therapy recommendations for the management of adults with diabetes. *Diabetes Care* **36** : 3821-3842, 2013
- 2) American Diabetes Association : Foundation of Care : Education, nutrition, physical activity, smoking cessation, psychosocial care, and immunization. *Diabetes Care* **38** (Suppl 1) : S20-S29, 2015
- 3) 田中茂穂 : エネルギー消費量とその測定方法. 静脈経腸栄養 **24** : 1013-1019, 2009
- 4) 日本糖尿病学会 : 日本人の糖尿病の食事療法に関する日本糖尿病学会の提言. 糖尿病 **56** : 1, 2013
[<http://www.jds.or.jp/modules/important/index.php?page=article&storyid=40>]
- 5) Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, et al : Weight loss with a Low-Carbohydrate, Mediterranean, or Low-Fat Diet : Dietary Intervention Randomized Controlled Trial (DIRECT) Group. *N Engl J Med* **359** : 229-241, 2008
- 6) Naude CE, Schoonees A, Senekal M, et al : Low carbohydrate versus isoenergetic balanced diets for reducing weight and cardiovascular risk : a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* **9** : e100652, 2014
- 7) American Diabetes Association : Standards of medical care in diabetes-2012. *Diabetes Care* **35** (Suppl 1) : S11-63, 2012
- 8) 厚生労働省 : 日本人の食事摂取基準 2015 年版. 2015
- 9) Seidelmann SB, Claggett B, Cheng S, et al : Dietary carbohydrate intake and mortality : a prospective cohort study and meta-analysis. *Lancet Public Health* **3** : e419-e428, 2018
- 10) Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, et al : Glycemic index of foods : a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* **34** : 362-366, 1981
- 11) 今井佐恵子, 松田美久子, 藤本さおり, 他 : 糖尿病患者における食品の摂取順序による食後血統上昇抑制効果. 糖尿病 **53** : 112-115, 2010
- 12) Kuwata H, Iwasaki M, Shimizu S, et al : Meal sequence and glucose excursion, gastric emptying and incretin secretion in type 2 diabetes : a randomised, controlled crossover, exploratory trial. *Diabetologia* **59** : 453-461, 2016
- 13) Aschoff J, Daan S : Human time perception in temporal isolation : effects of illumination intensity. *Chronobiol Int* **14** : 585-596, 1997