

## 【総 説】

## ケトジェニックダイエット (ketogenic diet) の紹介

はた 秦 幸 吉<sup>1,2)</sup>  ふく しま かな み<sup>2)</sup>  
 ふじ 藤 田 さ や か<sup>1)</sup>  小 矢 香<sup>1)</sup>

キーワード：ケトジェニックダイエット，ケトン体，生活習慣病予防，健康長寿

## はじめに

ケトジェニックダイエット (ketogenic diet, KD) は一般社団法人日本ファンクショナルダイエット協会 (Japan Functional Diet Association, JFDA) の白澤卓二理事長，斎藤糧三副理事長によって体系化された健康的な食事法である。糖質制限食の一つであるが，痩せるより先に健康になることを目的にしている点で，他の糖質制限ダイエットとは一線を画している。糖質を控えるだけでなく，タンパク質をはじめ，重要な栄養素をもれなくしっかり摂るのが特徴である<sup>1)</sup>。

KD には様々な種類があり，厳格な糖質制限をし，脂質からエネルギーをまかない血中ケトン体濃度を増加させて，難治性小児てんかんの治療食として用いられた「ケトン食」もその一つである<sup>2)</sup>。また，ココナッツオイルなどの中鎖脂肪酸を用いてケトン体を出す食事法も KD のひとつで，ケトン体の抗酸化作用，認知機能改善などを目的としたもので，痩身法を伴ってはいない<sup>3)</sup>。

JFDA の提唱する KD は低糖質・高タンパク質摂取により自身の体脂肪由来の脂肪酸でケトン体を増やし，健康を目指す食事法である<sup>1)</sup>。

日常の食事は生命を養い健康を保つためには欠くことができないもので，それを病気の予防・治療に用いることは興味ある領域である。医食同源という病気の治療も普段の食事も，ともに人間の生命を養い健康を維持するためのもので，その源は同じであるとする考え方もその一つである。今回は JFDA の考案した KD について，その代謝への影響，健康効果，実際の食事法などについて解説する。

## 1. ケトジェニックダイエットの原理

人体のエネルギー源となるのは糖質，脂質，タンパク質であり，エネルギーとして使う優先順位は糖質，脂質，タンパク質である。タンパク質は各臓器，筋肉など身体をつくる重要な役割があるため，エネルギーとして使われることはあまりない。糖質，脂質とも体内でアセチル CoA に分解され，細胞内のミトコンドリアにある TCA 回路に入り，TCA 回路が回転することにより，人体の生命維持に使用されるエネルギーで主役となるアデノシン三リン酸 (adenosine triphosphate,

Kohkichi HATA et al.

1) 島根県立大学看護栄養学部看護学科

2) 島根県立大学保健管理センター

連絡先：〒693-8550 島根県出雲市西林木町151

島根県立大学 出雲キャンパス

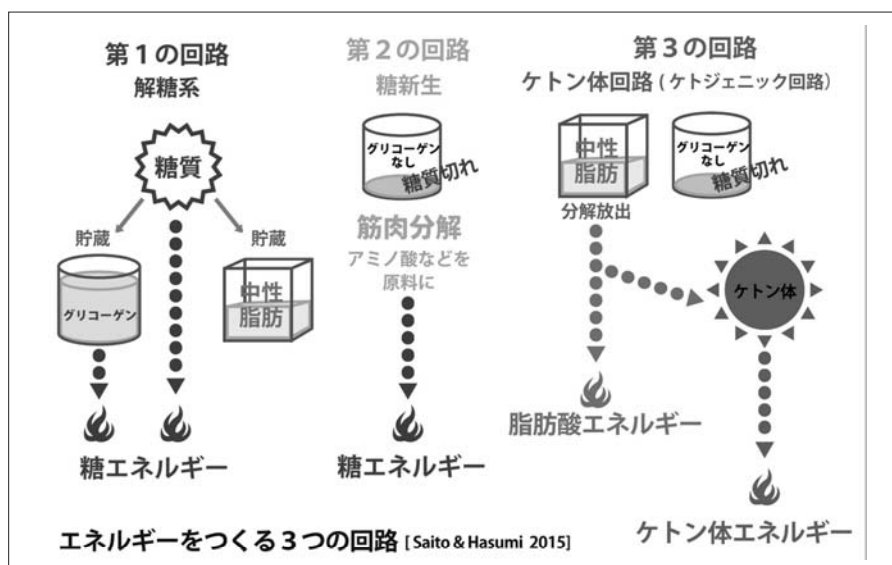


図1 エネルギーをつくる3つの回路（文献6より蓮見則子氏，斎藤糧三氏の承諾を得て借用）

APT) が産生される。通常，糖質を摂っている場合には糖質を分解してエネルギーを得ている（図1 第1の回路 解糖系）。糖質摂取が減ると体内に貯蔵しているグリコーゲンが使われるが，グリコーゲンが低下した際には，脂肪から分解されるグリセロール，筋肉を構成しているアミノ酸などから糖を作りエネルギー産生に利用する（図1 第2の回路 糖新生）。しかしながら，糖新生で作られる糖の量にも限界があり，糖質摂取を制限していると体脂肪（脂肪細胞）を分解してのエネルギー産生が活発となる。脂肪細胞の中に存在する中性脂肪が脂肪酸とグリセロールに分解される。脂肪酸はそのままでもエネルギーになるが，脂肪酸の一部は，肝臓でケトン体となり血中に入り，他の臓器・組織の細胞のミトコンドリア内でアセチル CoA に変換され，TCA 回路が回転することにより酸化的リン酸化を経て ATP が産生される（図1 第3の回路 ケトン体回路）<sup>1,4-6)</sup>。

糖質摂取を控え，その減少したカロリーをタンパク質・脂質でしっかり補う KD はエネルギーの代謝にブドウ糖をつかうのではなく，血中のケ

トン体を優先的に使用している状態，つまりケトン体質 (ketosis) に導く食事法である。糖尿病患者の場合には，血中にブドウ糖が有り余っているにもかかわらず，インスリン作用が低下しているため，体細胞がブドウ糖を利用できない。そのため，脂肪代謝が亢進して，血中のケトン体濃度が上昇している。KD を実践している際には，高血糖にはならず，インスリン作用は維持されている。KD における血中ケトン体値の高値は，糖質摂取を制限しているために，エネルギー産生が糖質代謝より脂質代謝が優位になっているためである<sup>4-7)</sup>。

## 2. ケトジェニックダイエットのメリット

KD を行っていると食後の血糖値変動が減少し，食後のインスリン過剰分泌が抑えられ，中性脂肪が蓄えられることはなくなり，糖質を過剰に摂取している場合（肥満者）には，減量効果が期待できる。さらに，血中インスリン値，あるいはインスリン様成長因子1 (insulin-like growth factor 1; IGF-1) 上昇が一因で発症する糖尿病，心

血管疾患, 神経変性疾患, 癌, 多嚢胞性卵巣症候群, てんかん, ニキビなどの疾患の予防・治療に有効であることが報告されている<sup>9)</sup>。

ケトン体とはアセト酢酸 (acetoacetic acid),  $\beta$ -ヒドロキシ酪酸 ( $\beta$ -hydroxybutyrate;  $\beta$ OHB), アセトン (acetone) の総称であり, KD を行っている場合に主に血中濃度が増加するのは  $\beta$ OHB である。 $\beta$ OHB が産生されるための律速酵素は hydroxy-methylglutaryl-CoA synthase 2 (HMGCS2) であり, この酵素活性には長寿に関連した遺伝子 sirtuin-3 (SIRT3) の活性化が明らかとなっている。 $\beta$ OHB が長寿に関与するか否かは未だ不明であるが,  $\beta$ OHB が上昇している際には, 普段は休眠状態の SIRT3 が活性化していて, 長寿遺伝子がオンの状態であることから, 健康長寿に繋がるのではないかと考えられる<sup>9)</sup>。さらに,  $\beta$ OHB には活性酸素を無害化する mitochondrial superoxide dismutase (Mn-SOD) や catalase を活性化する作用も認められている<sup>10)</sup>。

以上を含めて, 明らかとなっている KD のメリットを表1に示す<sup>1,3-6)</sup>。

### 3. ケトジェニックダイエットの基本ルール

糖質をできるだけセーブして, タンパク質, 食物繊維とミネラルを, 通常よりもかなり多く摂るのが KD の原則である<sup>1,4-6)</sup>。

#### 1) 糖質は1食20g以下にセーブ

ケトン体をつくり出すための必須条件は糖質制限。摂取する糖質の量は1食20g以下(1日当たり60g以下)にする。糖質とは「炭水化物から食物繊維を除いたもの」。糖質の量が100g当たり10g未満の食品・食材は「低糖質食品」とみなし, 1食分の糖質の量にカウントしなくてもよいことにする。食品中の糖質含量は「増補新版 食品別糖質量ハンドブック」<sup>11)</sup>により算出する。

#### 2) タンパク質は, 決められた量を摂取

1日に「体重1kg当たり1.2~1.6gのタンパク質」を摂る(2.0gは超えないように)。例えば体重55kgの人なら,  $55 \times 1.2 \sim 1.6 \text{ g} = 66 \sim 88 \text{ g}$  必要となる。肉や魚は正味量の約20%がタンパク質量なので, もし体重55kgの人が肉だけで必要なタンパク質を摂るなら, 1日330~440g食べなければならない計算となる。良質のタンパク質で

表1 ケトジェニックダイエットのメリット

脂質をエネルギーとして利用できる脂質代謝である優位性
十分なケトン体濃度がもたらす、精神高揚
血中のグルコース濃度を抑制することから得られるより健康的で長寿な体づくり
ケトン体はグルコースから作られる場合よりも多くのエネルギーを代謝でき、効率がよい
ケトン体は脳のエネルギーにもなる
血糖値が高い状態がないため「終末糖化産物(AGE, Advanced Glycation End products)」を生成しない。このAGEは体内の老化を促進する
ケトン体は筋肉や心臓、腎臓、そして脳にとって、グルコースよりも優位性のある燃料である。これらの臓器は実は糖質過多によってダメージを受けやすい
抜群のダイエット効果
老化防止・病気予防に最適

文献1,3-6より引用

あれば植物性，動物性どちらでもよいので，卵や大豆製品も賢く取り入れる。肉（100 g中）20 g，魚肉（100 g中）20 g，卵（1個中）約6 g，豆腐（1丁300 g中）20 g，大豆（100 g中）10 g，豆乳（100 ml中）7 g，納豆（1パック40 g中）6.6 gを目安とする。

糖質摂取を控えると筋肉細胞のタンパク質が分解されアミノ酸（主にアラニン，グルタミンなど）からブドウ糖が合成される。そのため，筋肉量維持，糖新生抑制などのために比較的多めにタンパク質を摂取する必要がある。

### 3) 葉野菜などは，肉魚と同量以上の量を摂取

食物繊維の総量（水溶性と不溶性の合計）は1日20 g以上である。葉野菜は重量の3～5%が食物繊維なので，400 gのサラダで約20 g摂れると覚える。だいたい肉や魚と同じ量以上の野菜をとる感覚で摂取する。ただし，同じ野菜でも糖質の多い根菜類（れんこん，にんじん，ごぼう，かぼちゃなど）やイモ類，果物類は少量にする。また，ミネラルにも意識を向ける。カリウム1日3.5 g，カルシウム1日650 mg，マグネシウム1日350 mgを摂るようにする。

### 4) オメガ3脂肪酸の必要量，1日2 g以上

オメガ3脂肪酸はなかなか摂取しにくい油で，アレルギー抑制，炎症抑制，血栓抑制などの効果があるため，KDではあえてしっかり摂取するようにされている。オメガ3脂肪酸は青魚にかなりの量が含まれているので，サバ・イワシの缶詰，また，牛肉から摂取するようにする。

### 5) セミケトジェニックダイエット

セミKDとは，2)～4)はKDと同様であるが，糖質摂取を1食20 g～40 gにしたダイエットである。図2に示す1日の食事メニューはセミKDの1例である。1食あたりの糖質摂取量は30



図2a セミケトジェニックダイエット朝食例



図2b セミケトジェニックダイエット昼食例



図2c セミケトジェニックダイエット夕食例

g（玄米75 gから）である。その他の食品・食材は糖質の量が100 g当たり10 g未満であるから，糖質摂取量は玄米からの摂取のみとする。したがって，1食あたりの玄米摂取量を50 g以下にす

表2 セミケトジェニックダイエット1日3食の献立例

朝食
玄米75g、納豆80g、生わかめ 40g、ゆで卵1個、野菜ジュース(トマト、キャベツ、レタス)(野菜分量)200g、野菜サラダ(レタス、ブロッコリー)50g
昼食
玄米75g、サケ(EVオリーブオイルを使ってフライパンで素焼)200g、野菜サラダ(トマト、レタス、ブロッコリー)200g、蒸しトマト100g、生わかめ 40g
夕食
玄米75g、牛ステーキ(EVオリーブオイルを使ってフライパンで素焼)150g、野菜サラダ(トマト、ブロッコリー、キャベツ、レタス)300g、生わかめ 40g

れば KD になる。

献立の内容は、表2の通りで、糖質以外の1日当たりの摂取量はタンパク質101g、食物繊維46g、オメガ3脂肪酸4.0g、カリウム7,494mg、マグネシウム417mg、カルシウム697mg、亜鉛12.3mgである。

#### 4. ケトジェニックダイエットを 実践する意義とその応用

KDは単なる痩身法ではなく、血中インスリン値を低下させ、ケトン体の抗酸化作用・健康増進効果などにより糖尿病、高血圧、動脈硬化、うつ、認知症、ガンなどの生活習慣病を予防し、健康寿命を延ばすための食事法である<sup>1,4-6,8)</sup>。減量が目的の場合には、KDを行い、適正体重に到達したら、その後はセミKDに変更して体重維持に努める。KDを続けても必要な栄養素をしっかりと摂っているので適正体重以下になることはない。ただし、KDを1ヶ月以上続けて行う場合には、糖質制限に理解のあるクリニックで健康チェックを受ける必要がある。適正体重の人、あるいは体脂肪率が低い人が健康のために実践したい場合には、初めからセミKDを行った方がよい<sup>1,4)</sup>。

筆者(KH)は、2015年5月にJFDA協会認定ケトジェニックダイエットアドバイザー取得のた

めにKD、セミKDを実践した。その際には、連日、1日当たりの糖質、タンパク質、食物繊維、オメガ3脂肪酸、カリウム、マグネシウム、カルシウム、亜鉛の摂取量を計算した。その後は現在まで、食事内容は食品100g中に含まれる糖質含量が10g以下の食品を摂取するようにして、表3に示すことを原則とした食事を行っていて、一日の糖質摂取量を計算はしてはいない。血糖値変動から糖質摂取量を推定すると日によって異なるが、1日の糖質摂取量は120g以下であり、KDまたはセミKDを遂行していると思われる<sup>12)</sup>。KDを行っていると $\beta$ OHB血中濃度は1mmol/l以上、セミKDの場合は0.1~0.999mmol/lである。また、KD、セミKDを行っていないと血中 $\beta$ OHB濃度は0.2mmol/l以下である<sup>1)</sup>。筆者(KH)の血中 $\beta$ OHB濃度は測定時刻、食事、日間などにより変動はあるが、通常0.3~2.2mmol/lなので、この値からもKDまたはセミKDを行っていると推察される。

JFDAからの提言によると何らかの持病がある人がKDを行う際には、主治医に相談して実施可否を決めるとされている<sup>1,4)</sup>。したがって、KD及びセミKDは治療目的で行う場合には、医師の管理下で実践する必要がある。JFDAの提唱するKDは未だ歴史が浅いため、有効性の評

表3 筆者（KH）の食事の原則

---

白米、パン、うどん、パスタ、ジャガイモの白物5品を控える
魚貝・肉・卵・豆腐・納豆・チーズなどタンパク質や脂質が主成分の食品はしっかり食べる
野菜・きのこ・海藻をしっかりと摂る
良質の油（エキストラバージンオリーブオイル・ココナッツオイル）を摂る
カロリー制限はしない。食後に空腹感を感じない程度の量を摂取
間食はしない
お腹が空かなければ、無理に3食摂らない
飲酒は夕食時に糖質0ビール350ml、辛口赤ワイン125～250mlまで

---

価にはさらなる検討が必要であると思われるが、体内の代謝を正常にし、体質を改善させることにより、様々な疾病の予防・治療に繋がる可能性があると考えられる。

利益相反（Conflict of Interest: COI）  
開示すべき COI 関係にある企業等はありません。

## 文 献

- 1) 白澤卓二, 斎藤糧三. ケトジェニックダイエットアドバイザー教本. 日本ファンクショナルダイエット協会
- 2) Kessler SK, Neal EG, Camfield GA, et al. Dietary therapies for epilepsy: future research. *Epilepsy Behav* 22; 17-22, 2011
- 3) 白澤卓二. 脳の老化を止める！ココナッツオイル健康法. 朝日出版社, 2015
- 4) 斎藤糧三. ケトジェニックダイエット 糖質制限+肉食でケトン体回路を回し健康的に痩せる!. 講談社, 2016
- 5) 白澤卓二. 体が生まれ変わるケトン体食事法. 三笠書房, 2015
- 6) 蓮見則子, 斎藤糧三. エネルギーをつくる3つの回路 by ウーマンエキサイト, 2015  
[https://woman.excite.co.jp/article/beauty/rid\\_E1425954190117/](https://woman.excite.co.jp/article/beauty/rid_E1425954190117/)  
[https://woman.excite.co.jp/article/beauty/rid\\_E1425954248117/](https://woman.excite.co.jp/article/beauty/rid_E1425954248117/)
- 7) 江部康二. 主食を抜けば糖尿病は良くなる！糖質制限食のすすめ. 東洋経済新報社, 2014
- 8) Paoli A, Rubin A, Volek JS, et al. Beyond weight loss: a review of therapeutic uses of very-low-carbohydrate (ketogenic) diets. *Eur J Clin Nutr* 67: 789-796, 2013
- 9) Shimazu T, Hirschey, MD, Hua L, et al. SIRT3 deacetylates mitochondrial 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA synthase 2 and regulates ketone body production. *Cell Metab* 12: 654-661, 2010
- 10) Shimazu T, Hirschey MD, Newman J, et al. Suppression of oxidative stress by  $\beta$ -hydroxybutyrate, an endogenous histone deacetylase inhibitor. *Science* 339: 211-214, 2013
- 11) 江部康二監修: 増補新版 食品別糖質量ハンドブック. 羊泉社, 2016
- 12) 秦 幸吉. 食事内容が血糖値変動に及ぼす影響—持続血糖モニター機器 FreeStyle libre を用いた検討. *島根医学* 38: 94-100, 2018