

## 《トピックス》

# 低糖質食(糖質制限食 carbohydrate restriction)の意義

江部 康二\*

### 要 旨

- 三大栄養素のうち、糖質だけが食後血糖値を急峻に上昇させる。
- 三大栄養素のうち、蛋白質・脂質は食後血糖値を上昇させない。
- 動脈硬化のリスクであるグルコーススパイクを生じるのは、糖質だけである。
- 2型糖尿病患者で、同一カロリーの従来食(高糖質食)と低糖質食の日内変動を比較する。
- 低脂質食は、乳癌・大腸癌・心血管疾患のリスクを減少させない。
- 日本の低糖質食治療の歴史を概観する。
- ADA 糖尿病食ガイドラインの変遷を紹介する。1900年代初期、糖質20%時代が続いていた。
- 海外の低糖質食論文を概観する。
- カロリー制限なし低糖質食は、カロリー制限あり低脂質食よりも、体重減少効果がある。
- 脳は、ブドウ糖だけでなくケトン体も利用する。

### 三大栄養素と血糖値

食物が消化・吸収されたあと、糖質は100%血糖に変わり、蛋白質・脂質は血糖に変わらない(Table 1)<sup>1)</sup>。糖質は摂取直後から急峻に血糖値を上昇させ、2時間以内にほとんどすべてが吸収される。一方、蛋白質・脂質は血糖値に影響を与えない。1997年版のLife With Diabetesでは、「タンパク質は約半分が血糖に変わり、脂質は10%未満が血糖に変わる」という記載があるが、2004年版

では削除されている。これらは含有エネルギーとは無関係な三大栄養素の生理学的特質であり、現在問題とされているグルコーススパイク(食後高血糖)を引き起こすのは、三大栄養素の中で糖質だけである。

したがって糖質を摂取しなければ食後高血糖は生じず、血糖値は即座に改善する。一方、カロリー制限をしても糖質を摂取すれば、必ず食後高血糖を生じる。Table 2は28歳、女性、2型糖尿病(DM)患者の同一カロリーでの従来食(糖質60%)と低糖質食(糖質12%)における日内変動の比較である。

\* K. Ebe(理事長): 高雄病院(☎616-8265 京都府京都市右京区梅ヶ畑畑町3)。

Table 1. 食物グループ中の栄養素

食物グループ	栄養素	血糖に与える影響	血糖に与える影響の速度
でんぷん	炭水化物 蛋白質	大きい	速い
果物	炭水化物	大きい	速い
牛乳	炭水化物 蛋白質 脂肪	大きい	速い (低脂肪牛乳 と全乳はやや遅い)
野菜	炭水化物 蛋白質	小さい	速い
肉	蛋白質 脂肪	-	-
脂肪	脂肪	-	-

[文献 1)より引用]

## 低糖質食のリスクは?●

糖質を制限すれば相対的に高蛋白・高脂質食となる。従来高脂質食が心血管疾患、大腸癌、乳癌などのリスクと考えられてきたが、米国の5万人で8年間という大規模介入試験において、「脂質熱量比率20%で脂質制限したグループは、対照群に比較して乳癌、心血管疾患、大腸癌リスクを下げない」ことが「JAMA」で報告され、常識が覆った<sup>2-4)</sup>。また米国の女性看護師82,802人を20年間追跡したところ、炭水化物が少なく脂質と蛋白質が多い食事でも、冠動脈疾患のリスクは上昇しなかったことが「N Engl J Med」で報告された<sup>5)</sup>。

## 日本における低糖質食による治療報告○

低糖質食の臨床実践は、1999年から釜池<sup>6)</sup>が宇和島で開始し、同時に高雄病院でも筆者の兄 江部洋一郎が開始し有効例を重ねた。その経験を踏まえ、2005年に筆者が本を出版した<sup>7)</sup>。医学文献では、2004年に筆者がわが国初の低糖質食有効例の報告を行った<sup>8)</sup>。Haimotoらは2008年に、2年間の介入研究で低糖質食は高糖質食と摂取カロリーは同一でも、2年後のHbA<sub>1c</sub>とBMIは有意に低下することを報告した<sup>9)</sup>。

2009年には重症DM患者(HbA<sub>1c</sub>>9.0%)への低糖質食治療で、インスリンを使用することなく半年後にHbA<sub>1c</sub>が10.9%から7.2%へ低下し、LDL-Cは低下、HDL-Cは上昇することを報告した<sup>10)</sup>。坂東らは約1,000人を肥満外来で治療し、低糖質食の有効性を2008年に報告した<sup>11)</sup>。2009年、医学雑誌に筆者が小論文を発表した<sup>12)</sup>。山門らは2009年、低糖質食の有効性を日本糖尿病学会年次学術集会で初報告した<sup>13)</sup>。

## ADAガイドラインの変遷と海外の低糖質食に関する報告○

1900年代初期までは米国ではDM治療において低糖質食が主流であった。「ジョスリン糖尿病学」の初版は1916年であるが、炭水化物は20%が標準であった。米国糖尿病協会(ADA)ガイドラインがはじめて制定されたのが、1950年である。このときは炭水化物40%を推奨し、1971年

Table 2. 血糖値日内変動(2型DM, 28歳, 女性)

		カロリー制限食(1,400 kcal)	低糖質食(1,400 kcal)
		2005年8月24日, 薬なし	2005年8月26日, 薬なし
朝食前	血糖値	88 mg/dl	64 mg/dl
朝食後2時間	血糖値	321 mg	87 mg
昼食前	血糖値	212 mg	77 mg
昼食後2時間	血糖値	178 mg	100 mg
夕食前	血糖値	88 mg	80 mg
夕食後2時間	血糖値	261 mg	106 mg
眠前	血糖値	222 mg	82 mg

45%, 1986年60%と増えたあと、1994年は蛋白質10~20%で炭水化物・脂質の規定はない。『Dr. Atkins Diet Revolution』が出版されたのは、1970年代初頭である。『Dr. Bernstein's Diabetes Solution: The Complete Guide to Achieving Normal Blood Sugars』は、1997年に出版された。AtkinsとBernsteinは、米国の近年の低糖質食の先駆者である。ADAの2008年度実施臨床勧告で、「糖質のモニタリングは血糖管理の鍵となる」とgrade Aで推奨し、「減量が望まれるDM患者には低カロリー食、もしくは低炭水化物食によるダイエットが推奨される」と低糖質食を支持する見解が、はじめて出された<sup>14)</sup>。Accursoらは糖質制限食(carbohydrate restriction)が血糖コントロールを改善し、インスリン追加分泌を減少させ、メタボリックシンドロームのすべての指標を改善することを報告した<sup>15)</sup>。この論文は、総説としても価値が高い。その後Nielsenらは、2型DM患者を20%の低糖質食で22ヵ月間観察し、体重減少と血糖値改善が得られたことを報告した<sup>16)</sup>。

### 低糖質食と体重減少○

低糖質食実践により、常に脂肪が燃焼し、肥満ホルモンであるインスリンの分泌はごく少量ですみ、尿中・呼気中にケトン体が排泄され、肝臓でアミノ酸などから糖新生が行われる。この四つの利点のため、低脂質食よりも低糖質食のほうが体重減少効果がある。糖質を摂取すれば、この四つの利点はすべて失われる。単純に言えば、摂取エネルギーが消費エネルギーを上回れば太り、下回れば痩せる。通常のカロリー制限食(高糖質食)なら、「消費エネルギー=基礎代謝+運動エネルギー+食事誘発熱産生」である。低糖質食なら、上記に加えて「肝臓の糖新生でエネルギーを消費<sup>17)</sup>、尿・呼気中ケトン体でエネルギーを消失」が加わる。なお当院の経験では尿中ケトン体は開始3~6ヵ月程度で通常陰性となる。

疫学研究として322人の成人を、低脂肪食(カロリー制限あり)、地中海食(カロリー制限あり)、

低炭水化物食(カロリー制限なしのAtkins式ダイエット)の3群に分けて2年間経過観察した結果、低炭水化物食群がもっとも体重を減少させ、HDL-Cも増加したという『N Engl J Med』の報告がある<sup>18)</sup>。

### 脳とブドウ糖・ケトン体・エネルギー源○

脳はブドウ糖だけでなく、ケトン体を利用する<sup>19)</sup>。日常生活では心筋・骨格筋など多くの体細胞は脂肪酸・ケトン体を主エネルギー源としている<sup>19)</sup>のに対して、脳・網膜・生殖腺胚上皮などはブドウ糖を利用している。また赤血球はブドウ糖だけが唯一のエネルギー源である。しかし脳を含めてそれ以外のミトコンドリアを内部に有す細胞はすべて、脂肪酸・ケトン体をエネルギー源にできる。赤血球、脳などの糖輸送体はGlut1で常に細胞表面にあり、血液があれば常に血糖を取り込める。一方、心筋・骨格筋、脂肪などの糖輸送体はGlut4であり、通常は細胞内に沈んでいて血糖をほとんど取り込めない。運動時あるいは糖質を摂取してインスリンが大量に追加分泌されたとき、Glut4は細胞表面にトランスロケーションして血糖を取り込む。低糖質食を実践すれば血中ケトン体は従来の基準値より上昇するが、インスリン作用は保たれており、生理的で安全である。たとえば2型DMで低糖質食を7年間実践中である筆者の2009年6月の血中ケトン体値は、945 μM/l(26~122)、HbA<sub>1c</sub> 5.3%、空腹時血糖値 93 mg/dl、pH 7.45、尿中ケトン体陰性であった。

### おわりに○

低糖質食(糖質制限食)の意義について、概説した。欧米ではDM治療食として、従来のカロリー制限食に加えて糖質管理食、地中海食、低糖質食の選択肢がある。わが国でも低糖質食が選択肢の一つとなることを望むものである。

なお、低糖質食は相対的に高蛋白食になるので、血液検査で腎障害があれば適応とならない。

文献

- 1) Life With Diabetes : A Series of Teaching Outlines by the Michigan Diabetes Research and Training Center, American Diabetes Association, 3rd Ed, 2004
- 2) Prentice RL et al : Low-fat dietary pattern and risk of invasive breast cancer : the Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial. JAMA 295 : 629, 2006
- 3) Beresford SA et al : Low-fat dietary pattern and risk of colorectal cancer : the Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial. JAMA 295 : 643, 2006
- 4) Howard BV et al : Low-fat dietary pattern and risk of cardiovascular disease : the Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial. JAMA 295 : 655, 2006
- 5) Halton TL et al : Low-carbohydrate-diet score and the risk of coronary heart disease in women. N Engl J Med 355 : 1991, 2006
- 6) 釜池豊秋 : 糖質ゼロの食事術, 実業の日本社, 東京, 2007
- 7) 江部康二 : 主食を抜けば糖尿病は良くなる!, 東洋経済新報社, 東京, 2005
- 8) 江部康二ほか : 糖尿病食事療法として糖質制限食を実施した3症例. 京都医会誌 51(1) : 125, 2004
- 9) Haimoto H et al : Long-term effects of a diet loosely restricting carbohydrates on HbA1c levels, BMI and tapering of sulfonylureas in type 2 diabetes : a 2-year follow-up study. Diabetes Res Clin Pract 79(2) : 350, 2008
- 10) Haimoto H et al : Effects of a low-carbohydrate diet on glycemic control in outpatients with severe type 2 diabetes. Nutr Metab(Lond) 6 : 21, 2009
- 11) 坂東 浩, 中村 巧 : カーボカウントと糖質制限食. 治療 90(12) : 3105, 2008
- 12) 江部康二 : 主食を抜けば(糖質を制限すれば)糖尿病は良くなる! 治療 91(4) : 682, 2009
- 13) 山門一平ほか : 2型糖尿病における低炭水化物食の有用性とテーラーメイド運動処方, 第52回日本糖尿病学会年次学術集会, 2009
- 14) Nutrition recommendations and interventions for diabetes : a position statement of ADA. Diabetes Care 31 : S61, 2008
- 15) Accurso A et al : Dietary carbohydrate restriction in type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome : time for a critical appraisal. Nutr Metab(Lond)5 : 9, 2008
- 16) Nielsen JV et al : Low-carbohydrate diet in type 2 diabetes : stable improvement of bodyweight and glycemic control during 44 months follow-up. Nutr Metab(Lond) 5 : 14, 2008
- 17) ハーパー生化学(原書 27 版), 上代淑人(監訳), 丸善, 東京, p194, 2007
- 18) Shai I et al : Weight loss with a low-carbohydrate, mediterranean, or low-fat diet. N Engl J Med 359 : 229, 2008
- 19) ハーパー生化学(原書 27 版), 上代淑人(監訳), 丸善, 東京, p157, 2007

肝臓病診療

エッセンス

SC  
OF

# 肝臓病診療ゴールデンハンドブック

編集●泉 並木

■新書判・318頁 2007.10. ISBN978-4-524-24739-4

肝臓疾患で注意する症候は? 診断基準は? 薬剤処方? 他疾患を抱える患者さんの対応は? など肝臓疾患の診察に携わるおもに後期研修医の先生方に向けて, 診療の重要エッセンスをま

定価 4,200 円 (本体 4,000 円+税 5%)

とめたハンドブック. 武蔵野赤十字病院消化器科のスタッフを中心に日常臨床そのまま凝縮されている. まるでそこで研修を受けているかのような一冊.