

糖尿病は自分で治せる。医者と薬は要らない。

炭水化物を摂らなければ血糖は必ず下がる。

(炭水化物をできる限り少なくし、脂肪やタンパク質の多い食べ物と野菜をたくさん食べる。しかし体重を BMI で 20 にする。)

現代の糖尿病食はカロリー計算で決めています。炭水化物の 1g あたり 4 kcal とし、タンパク質も 1g あたり 4 kcal、脂質は 1g あたり 9 kcal で計算されています。

炭水化物は消化器官でブドウ糖にまで分解されて、小腸の絨毛上皮の血管に吸収されブドウ糖として血管に流れます。タンパク質は胃と腸でアミノ酸に分解されて、同じように小腸の絨毛上皮の血管に吸収されます。最後の脂質はグリセリンと脂肪酸に分解されて、絨毛の毛細血管に吸収され肝臓に送られる経路と、2つめは大部分の脂質に当てはまるのですが、脂肪のままに絨毛のリンパ管に吸収され、最後は血管へ流れ込み全身の脂肪組織に蓄えられる経路です。

炭水化物はブドウ糖になると、血液の糖の値を高くしてすぐにエネルギー源となります。摂りすぎた炭水化物は肝臓で脂肪に変えられたり、グリコーゲンという巨大な分子に変えられ肝臓や全身の筋肉に蓄えられます。そして血液中のブドウ糖が少なくなったら、グリコーゲンを分解してブドウ糖に戻し、次々に血液中に送り出します。炭水化物を食べ過ぎると過剰なブドウ糖が必要でなくなり、このブドウ糖は肝臓で脂肪に変えられ、全身の脂肪組織に運ばれ肥満となってしまいます。タンパク質はアミノ酸として吸収され、血液から全身に送られ、それぞれの組織に必要なタンパク質に組み立てられます。ところがタンパク質を大量に摂りすぎたり、炭水化物や脂質が足りない時には、再びアミノ酸に分解されてエネルギー源になります。もちろんブドウ糖も大量にあり、かつタンパク質に組み立てる必要がなくなれば肝臓で脂肪に変えられてしまうのです。つまり炭水化物もタンパク質もエネルギーとしてのブドウ糖が十分にあれば、最後は全て肝臓で脂肪に変えられて脂肪組織に蓄えられるのです。

血液中のブドウ糖や蓄えていたグリコーゲンが少なくなると、肝臓は全身の脂肪組織に動員をかけて、いったん肝臓に脂肪を集めて、この脂肪を化学変化を起こして水と二酸化炭素とエネルギーに変えるのです。このとき発生するエネルギー量は、脂質は炭水化物の 2 倍以上もあるので、糖尿病の時に脂肪を摂りすぎではいけないという訳ですが、この論理には大きな間違いがあるのです。この誤りをひとつひとつ正していくのがこのコラムの目的であります。言い換えると、糖尿病の原因は炭水化物であって、脂肪やタンパク質は直接関係がないということを論証したいのです。以上がこれから書こうとす

このコラムの概略ですが、この概略だけでも頭の良い人は糖尿病にならないためには直接ブドウ糖になる炭水化物減らせばよいということがわかるでしょう。なぜならば糖尿病は、血液中の糖分（ブドウ糖）が高いからこそ生ずるからです。糖分が少なくなった時に初めて脂肪やタンパク質がエネルギーに変えられるだけであるからです。

BMI とは、**Body Mass Index** の略で、**Body** は体、**Mass** は容積、**Index** は指数でありますから、体容積指数と訳され、別名カウプ指数とよばれます。このカウプ指数は体重と身長を計測し、 $BMI = \text{体重(kg)} \div \text{身長(m)} \div \text{身長(m)}$ となります。皆さんご存知のように、私たちは生き続けるために、炭水化物、脂質、タンパク質、ビタミン、ミネラルの5大栄養素が必要であります。体温を維持するための熱のエネルギーや、活動するための運動エネルギーとして、炭水化物と脂質とタンパク質はエネルギーになります。ところが、炭水化物は摂取されると消化管で消化吸収されてブドウ糖に分解されて、すぐにエネルギー源になります。摂取された脂質のごく一部は、小腸でグリセリンと脂肪酸とに分解吸収されて肝臓に送られるのですが、大部分の脂質は脂肪の形のままリンパ管から吸収されることは既に述べました。

それでは小腸のどの部分で脂肪を吸収するのでしょうか？小腸の粘膜には絨毛という柔らかい絨毯のような毛が生えています。この絨毛は小腸内に 500 万本以上もあります。ちなみに絨毛の表面積のトータルは人体の皮膚の5倍にも達します。実は、この絨毛から吸収するのは脂肪のみならず、先程述べたグリセリンや脂肪酸やブドウ糖も吸収するのです。吸収されたグリセリンや脂肪酸やブドウ糖は、この絨毛にある毛細血管に溶かされて門脈という血管を経て肝臓に運ばれます。

ところが、脂肪の大部分は消化されて毛細血管に溶けるのではなくて、この絨毛の中心を通っているリンパ管に直接入り込むのです。このリンパ管を**乳糜管**（にゅうびかん）ともいいます。乳糜という意味は、脂肪がリンパと混ざり合い乳白色になったものであり、この乳糜が通るので、このリンパ管を乳糜管とよぶのです。さらに、乳糜管はより大きなリンパ管に合流し、脂肪はそこから胸管に運ばれ、最後は首の左下あたりにある左静脈角というところにある左鎖骨下静脈に流れ込み、心臓へ入っていくのです。

このように小腸からの脂肪の吸収経路には2つの経路があることを覚えておいてください。ひとつは、摂取された脂肪が小腸で脂肪酸とグリセリン（グリセロール）に消化され、この脂肪酸とグリセロールが小腸の絨毛の毛細血管に吸収される経路と、もうひとつは脂肪が消化されないで脂肪の形そのまま直接絨毛のリンパ管に吸収される経路です。つまり、リンパ系による経路では血管系の経路と比べて最初の消化の代謝の

段階を欠如していることをも知っておいてください。

ここでついでに中性脂肪について説明しましょう。中性脂肪というのは、グリセリンと脂肪酸が結合したものであり、グリセリンは3個の水酸基を持っています。このグリセリンの3個の水酸基のうち、1個が脂肪酸と結びついたものをモノグリセリド、2個が脂肪酸と結びついたものをジグリセリド、3個とも脂肪酸と結びついたものをトリグリセリド（トリアシルグリセロール）といいます。脂肪酸とグリセリンが結びつくと中性を示すので「中性脂肪」というのですが、血液に含まれる**中性脂肪**のほとんどは**トリグリセリド（トリアシルグリセロール）**であるので、中性脂肪はトリグリセリドと同じものと考えられているのです。トリグリセリドは**TG**、**TAG**または**Trig**という略号で記されることが多いことも知っておいてください。皆さん、血液検査で中性脂肪が多いと言われることがあるでしょう。まさにあなたの血液中にこのトリグリセリドが多いということでもあります。

さらについでに高脂血症について説明しましょう。ちょっと難しいですが、ついてきてください。なぜならば贅沢な日本人にとって、全ての人が持っている病気の一つと言っても過言ではないのが高脂血症であるからです。だからこそ診察室で総コレステロールが高いとか、**LDL**が高いとか、**HDL**が高いとかの話が必ず出るでしょう。**LDL**は悪玉のコレステロールと言われ、一方**HDL**は善玉のコレステロールといわれることもご存知でしょう。**LDL**を減らして**HDL**を増やす方法についても後でお話ししましょう。今後「リポ」という言葉がよく出てきますが、リポという意味は脂肪（脂質）という意味です。脂肪と脂質は同じ意味と考えてください。正しく言えば、脂質のひとつとして脂肪があるのです。その意味がすぐにお分かりになるでしょう。

さて、上に説明した乳糜というのは、英語で**chyle**と書きます。この乳糜が血液中でたくさん集まり、小さな脂肪の粒子ができ、その粒子に血液に流れているタンパク質がひっつきます。これをカイロミクロンといいます。日本語で訳すと乳糜状脂粒となります。ミクロンというのは微粒子という意味です。つまり中性脂肪はカイロミクロン（キロミクロン、乳糜状脂粒）の形で血液中に存在します。血液中でカイロミクロンはリポタンパクリパーゼという脂肪分解酵素によって脂肪分解されて、脂肪酸やグリセリン（グリセロール）になります。やがてカイロミクロン中の脂肪が少なくなると、脂肪の代わりにアポリポタンパク質というタンパク質がひっつきます。アポリポタンパク質とは、リポタンパク質から脂質を除去した残りのタンパク質のことをいいます。言うまでもなく、リポタンパク質というのは、脂肪とタンパク質が結びついたものです。すると、

カイロミクロンレムナント（カイロミクロン残留物）ができます。レムナントというのは残留物という意味です。ややこしいでしょう。ついてきてください。リポというのは脂質という意味ですね。

このカイロミクロンレムナント(カイロミクロン残留物)は、肝臓に取り込まれます。肝臓では、カイロミクロンレムナントからさらに脂肪が放出され、トリグリセリドとなって、英語で“Very low-density lipoprotein (VLDL)”という脂肪とタンパク質の結びついたものになります。これを日本語で超低比重リポタンパク(VLDL)といいます。Densityとは密度とか濃度という意味です。このVLDLが肝臓から血液中に放り出されます。血中でこのVLDLが、さらに血中リポタンパクリパーゼという脂肪分解酵素により、トリグリセリドがグリセリンや脂肪酸に分解され、体中のあらゆる組織にこのような脂肪が運ばれます。また特にこのとき放出された脂肪酸はトリグリセリド(中性脂肪)の形で脂肪組織に蓄えられます。ややこしいでしょう。脂肪の代謝のメカニズムは一番難しい勉強となります。

VLDLからトリグリセリドが失われると、リポタンパク粒子はサイズが小さくなり、タンパク質は脂肪より比重が大きいためリポタンパク粒子比重が大きくなり、Very lowのVeryが取れて普通のLowになり、名前がVLDL(超低比重リポタンパク)からLDL(低比重リポタンパク)となるのです。LDLは“Low-density lipoprotein”であり、低比重リポタンパクと訳されるのです。LDLの仕事は、肝臓からアポタンパク質に乗せてトリグリセリド(トリアシルグリセロール)を脂肪組織や筋肉へ運び、さらにコレステロールを末梢組織へ運搬する仕事をしています。LDLコレステロールというのは、LDLに含まれるコレステロールのことをいいます。気をつけてもらいたいのは、LDLの中に脂肪とタンパク質が結合しているということです。この脂肪のひとつがコレステロールであるのです。難しですね。

それではHDL(高比重リポタンパク)は何かについてもお話ししましょう。HDLは英語で“High-density lipoprotein (HDL)”といわれます。

まずHDLの働きについて述べましょう。HDLは、コレステロールを末梢組織から肝臓へ運び、肝臓でコレステロールを代謝するとき中心的な役割を担うのです。つまりHDLコレステロールは、血管内壁にへばりついて動脈硬化を引き起こすコレステロールを引き抜いて、肝臓まで運ぶ働きをしています。血管内皮に蓄積したコレステロールを掃除したり、動脈硬化を抑える働きをするので、「善玉コレステロール」と呼ばれることもあります。構成するアポタンパクとしてApoAI(アポA1)などがあります。LDL

やVLDLとの間でHDLの中性脂肪とLDLやVLDLのコレステロールをCETP（コレステリルエステル転送タンパク）を用いて交換することで肝臓にコレステロールを運びやすくしているのです。一方、LDLコレステロールは、細胞内に取り込まれなかった余剰なコレステロールを血管内に放置し、動脈硬化を引き起こす原因となるため、「悪玉コレステロール」と呼ばれています。

HDL コレステロールの値は、動脈硬化を防ぐ作用のある HDL コレステロールが、どれぐらいあるかが分かります。総コレステロール値が高くなくても、HDL コレステロール値が低いと、動脈硬化が進んで狭心症や心筋梗塞を引き起こしやすいことが分かっています。HDL コレステロールの値が基準値よりも低ければ、低 HDL コレステロール血症で動脈硬化の危険性が高くなります。心筋梗塞や脳血栓症、脂質異常症（高脂血症）などになりやすいといわれています。一方、HDL コレステロール値の高い人は、心筋梗塞や脳卒中などが起こりにくく、長生きする人が多いため、良い意味で長寿症候群の人と呼ばれています。コレステロールが高いと言われても、必ずしも心配することはありません。HDL コレステロールは総コレステロールと関係しており、HDL コレステロールが低値でも、総コレステロールも低値であれば、問題はありません。逆に、HDL コレステロールが高値でも、総コレステロールが著しく高値の場合は運動や食事で改善することが必要です。運動をすることでコレステロールがエネルギー源として使われるので減るからです。食事について詳しく書きましょう。

高脂血症と診断されれば、食事はエネルギーの摂取量を適正にし、肥えないようにしてください。脂肪のとり方にも注意が必要で、動物性脂肪を控え、その分は植物油（リノール酸、オレイン酸）や新鮮な魚の油（EPA、DHA）で補います。海藻やキノコや野菜などを積極的にとり、食物繊維の摂取量を増やすことも大切です。このリノール酸、オレイン酸、EPA、DHA も全て脂肪酸であるのです。EPA はエイコサペンタエン酸、DHA はドコサヘキサエン酸の略語であります。

ついでになぜリノール酸、オレイン酸、EPA、DHA が脳や心臓に良い脂肪酸であるかについて説明しましょう。リノール酸と EPA と DHA は ω -3 脂肪酸（ ω はオメガと読みます）と呼ばれています。

その前に脂肪とは何かについて少し触れておきます。実は脂肪の全てを語ることは極めて難しいのです。先ほど脂質の中のひとつが脂肪であると言いましたが、脂質の中で室温で個体のもを脂肪と言い、液体のもを油と呼んでいるのです。脂質の代表が先ほどから話題になっているグリセリド（中性脂肪）とコレステロールであります。血液

検査で中性脂肪が高いとかコレステロールが高いとかよく言われるでしょう。このトリグリセリドは車の燃料のガソリンとよく似た化学構造を持ち、エネルギー貯蔵物質であります。人体にある脂質の 95%はトリグリセリド（中性脂肪）であります。中性脂肪は室温で個体であるので脂肪です。つまり人体に存在するほぼ全ての脂質は脂肪であるのです。既に述べたように、中性脂肪は1個のグリセリンと3個の脂肪酸からできています。ちょっと難しいことを言うと、脂肪酸の3つのカルボキシル基（-COOH）とグリセリンの水酸基（-OH）が反応して水分子が除去されてエステル結合（-COOC）ができたものであり、リパーゼという酵素がこのエステル結合を作る化学反応を触媒しています。

コレステロールは悪名高いステロイドホルモンの原料であることはご存知でしょうが、医者が投与するステロイドホルモンが悪いことしているだけであり、副腎皮質で作られるステロイドホルモンは生命に絶対に必要なものなのです。さらにコレステロールは動脈硬化の一番大きな原因であるので嫌われていますが、人体の60兆個の細胞の膜を作る原料にもなっていることを知っておいてください。

次に中性脂肪を作っている脂肪酸について述べましょう。脂肪酸には良い脂肪酸と悪い脂肪酸があります。脂肪酸には飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸があります。飽和脂肪酸が悪い脂肪酸であります。平熱が37℃である人間が牛や豚の固体である脂肪を大量に食べると、これらの動物の飽和脂肪酸が固体として摂取され、血管に蓄積して血液がドロドロになって血流が悪くなり、動脈硬化になりやすく、心臓病や脳卒中の原因となります。一方、魚の脂肪は人間の体温では固まらない不飽和脂肪酸が魚の体に蓄積しています。この不飽和脂肪酸の代表がEPA（エイコサペンタエン酸）やDHA（ドコサヘキサエン酸）であります。体に摂取された魚の脂は血管に付着している飽和脂肪酸を溶かして洗い流し、血管を掃除してくれるので、心臓病や脳卒中になりにくくなるのです。さらにEPA（エイコサペンタエン酸）やDHA（ドコサヘキサエン酸）は、頭を良くするという事も分かっております。特にDHAは脳の神経細胞の成長を促進するNGFといわれる神経成長因子と呼ばれるホルモンの産生に関わっていることと、記憶を司る脳の海馬にDHAが多いと記憶が良くなるということも分かっています。

α -リノレン酸は体内で代謝されてEPAやDHAになるので、脳卒中や心臓病にならないように、頭も良くなることは当然です。EPAやDHAを含む魚はサバ、イワシ、サンマなどの青背の魚やキングサーモン、マグロであります。 α -リノレン酸はなたね油、白菜、小松菜、ほうれん草、大根に多いのです。頭を良くしたいと思う人は、野菜と魚を食べれば良いのです。だからこそ ω -3脂肪酸がいつも健康番組でスターになっているのです。さらに ω -3脂肪酸について興味のある人は、下のWikipediaのコピペ

を読んでください。

ω-3 脂肪酸

ヒトを含めた動物の体内では Δ6-脂肪酸デサチュラーゼにより 18:3(n-3)の α-リノレン酸 (ALA) の Δ6 の位置に不飽和結合を作り炭素 2 個伸張して 20:4(n-3)のエイコサテトラエン酸を生成し、Δ5-脂肪酸デサチュラーゼにより不飽和結合を増やして 20:5(n-3)のエイコサペンタエン酸 (EPA) を生成し、このエイコサペンタエン酸から 22:5 (n-3) のドコサペンタエン酸 (DPA) を経るか Sprecher's shunt と呼ばれる経路いずれかを経て 22:6(n-3)のドコサヘキサエン酸 (DHA) が生成される (詳細はデサチュラーゼを参照のこと。)。このようにヒトを含めた多くの動物は体内で α-リノレン酸を原料として EPA や DHA を生産することができるが、α-リノレン酸から EPA や DHA に変換される割合は 10-15%程度である。

細胞膜は流動性を持ち、脂質や膜タンパクは動いている。この流動性は膜の構成物質で決まる。たとえば、リン脂質を構成する脂肪酸の不飽和度 (二重結合の数) に影響され、二重結合を持つ炭化水素が多いほど (二重結合があるとその部分で炭化水素が折れ曲がるので) リン脂質の相互作用が低くなり流動性は増すことになる。例えば DHA は不飽和度が極めて高く細胞膜の流動性の保持に寄与している。例えば、赤血球について、動物性脂肪に多い飽和脂肪酸は赤血球膜を硬直化し、逆に魚に多い ω-3 脂肪酸は赤血球膜を柔軟化する。神経細胞は、軸索や樹状突起などの凹凸の多い入り組んだ構造を有しているため、膜成分が極端に多くなっている。DHA は、神経細胞の細胞膜を柔らかくし、樹状突起を増やしたり、軸索の成長を促して脳・神経系の健全性を保つ。

DHA は精液や脳、網膜のリン脂質に含まれる脂肪酸の主要な成分である。DHA の摂取は血中の中性脂肪 (トリグリセライド) 量を減少させ、心臓病の危険を低減する。また、DHA が不足すると脳内セロトニンの量が減少し、多動性障害を引き起こすという報告がある。アルツハイマー型痴呆やうつ病などの疾病に対しても DHA の摂取は有効であるといわれている。

次回は、本論である炭水化物を食べなければ糖尿病は自分で治せるとい根拠を書きます。乞うご期待！ 2014/07/17

今日は、本論である「炭水化物を摂らなければ血糖は必ず下がる」という根拠を詳しく書きましょう。はじめに書いたように、現代の糖尿病食はカロリー計算で決めています。炭水化物の 1 g あたり 4 kcal とし、タンパク質も 1 g あたり 4 kcal、脂質は 1 g あ

たり 9 kcal で計算されています。

炭水化物は消化器官でブドウ糖にまで分解されて、小腸の絨毛上皮の血管に吸収されブドウ糖として全身の血管に運ばれ、様々な細胞に取り込まれます。タンパク質は胃と腸でアミノ酸に分解されて、同じように小腸の絨毛上皮の血管に吸収されます。最後の脂質はグリセリンと脂肪酸に分解されて、絨毛の毛細血管に吸収され肝臓に送られる経路と、2つめは大部分の脂質に当てはまるのですが、脂肪のままに絨毛のリンパ管に吸収され、最後は血管へ流れ込み全身の脂肪組織に蓄えられる経路があることは既に説明しました。

皆さん、血液中には空腹時でも必ず血液の中にはだいたい 0.1%の糖分が溶けていることを知っていますか？通常は朝食前の空腹時の血糖値は 60mg/dl~100mg/dl であります。食後も 160mg/dl 以下であります。ところが血糖値が 50mg/dl 以下になったときに低血糖症と言われます。私は血糖が 30mg/dl の低血糖症を見たことがありますが、何の症状もありませんでした。いずれにしろ血糖値は低すぎても高すぎても問題を起こすのです。まさに糖尿病はいつまでも高血糖が続く状態であります。ここであえて付け加えておきます。1ℓは 1000ml であり、1000cc であります。1dl は 100ml であることも確認しておいてください。人間の大人の血液量は 5ℓ、つまり 5000ml であることも確認してください。

実際に糖尿病を厳格に診断するにはどうしたらいいのでしょうか？まず空腹時血糖が 110mg/dl 未満が完全に正常であり、この値を超えると糖尿病を疑います。126mg/dl 以上であれば、糖尿病と考えても良いのです。ところが空腹時といっても曖昧です。しかも血糖値は常に変動しているので、1回の血糖値測定で異常値が出て、すぐに糖尿病と診断することはできません。そこで、一定量 (75g) のブドウ糖を溶かした水溶液を飲み、その結果、血糖値がどのように推移するかを見て、間接的にインスリンの働きを推察し、糖尿病であるかどうかについて、より正しい判定をしようというのが経口ブドウ糖負荷試験 (OGTT) です。OGTT は Oral glucose tolerance test の略語です。ブドウ糖 75g というのは、バナナ約 3 本分に含まれている糖分と同じです。もちろんバナナには他にも少量の脂質もタンパク質も含まれていますが。

それでは血液に取り込まれたブドウ糖はどうして変化するのでしょうか？それは膵臓のβ細胞から分泌されるインスリンが血糖を下げる働きがあるので、このインスリンの量と働きの度合いによって決まります。つまりインスリンが正常に膵臓から分泌され、かつ働きが正常であれば必ず血糖が下がるのです。ところが糖尿病の人の場合は、インスリンの働きが悪いので、ブドウ糖を溶かした水溶液を飲んだ後に上昇した血糖値は、時間がたってもなかなか下がらず、高血糖になり続けます。

それでは、OGTT（経口ブドウ糖負荷試験）はどのように行なわれるのかを説明しましょう。ブドウ糖を飲んでもらう前は食事をしてはいけません。つまり空腹でなければなりません。まずこの空腹時の血糖を測定するために採血を行ない、その後ブドウ糖 75g をひと息で飲んで 1 時間後と 2 時間後に再び採血をして血糖値を測定します。同時に血液中のインスリン濃度も測定します。

空腹時血糖値が 126mg/dl 以上、あるいはブドウ糖液をのんでから 2 時間後の値が 200mg/dl である場合は異常であり、糖尿病といえるのです。空腹時が 110mg/dl 未満で、かつブドウ糖を飲んで 2 時間後の値が 140mg/dl 未満であれば正常であり糖尿病ではないのです。どちらにも属さない場合は境界型と呼ばれます。糖尿病の判定に際して境界型があるというのは絶対的な糖尿病はないといえるのです。従って糖尿病は、血糖を上げる糖分を多く含む炭水化物の摂り過ぎによって生じる可能性を示唆するのです。だからこそ糖尿病は炭水化物を摂らなければ生じないということを、今まさに証明しようとしているのです。

ついでに付け加えれば、糖尿病には、1 型糖尿病（インスリン依存型糖尿病）と 2 型糖尿病（インスリン非依存型糖尿病）がありますが、日本人の糖尿病の 95% は、過食・肥満・ストレスなどの生活習慣が加わって発症する 2 型糖尿病です。インスリン依存型という意味は、インスリンを使わなければ、つまりインスリンに依存しなければ良くなる糖尿病という意味です。逆にインスリン非依存型糖尿病は、インスリンを投与しなくても良くなるという病名です。つまり、インスリンは膵臓の β 細胞から充分に出ているのでありますが、糖分を多く摂らなければ自分で治せる病気という意味を持っていると考えてください。アッハッハ！1 型のインスリン依存型の糖尿病は膵臓の β 細胞からインスリンが全く作られていない糖尿病であり、2 型のインスリン非依存型の糖尿病は、膵臓でインスリンは作られているのですが、正常に働いていないのです。

以上の説明でお分かりのように、OGTT というのは、直接的にブドウ糖を飲んでもらう訳ですから、腸管の絨毛から直接に吸収されるだけで、即、血糖（ブドウ糖）になってしまうのです。ところが炭水化物は、糖分と繊維質の混ざったものであり、ブドウ糖に分解されてから腸管から吸収されます。繊維質は吸収されません。

吸収されたブドウ糖は、必要であればすぐにエネルギーに変えられるのですが、不必要なブドウ糖はグリコーゲンという巨大な分子に変えられて肝臓や全身の筋肉に蓄えられます。血液中の糖分（ブドウ糖）が少なくなると、このグリコーゲンを分解してブドウ糖に戻し血液中に送り出します。あちこちの細胞でブドウ糖は利用されるのですが、やはり筋肉に消費されるブドウ糖が一番多く、筋肉に運ばれたブドウ糖は酸素と反応して、二酸化炭素と水とエネルギーに変化させられます。このときに 1g の炭水化物は 4

kcal に変えられます。つまり炭水化物は、元来ブドウ糖になり、すぐにエネルギーとして使われるために存在するのです。

ちなみに肝臓と筋肉に貯蔵されるグリコーゲンの貯蔵可能な量を比べておきましょう。60kg の大人の場合、肝臓は 1200g の重さがあります。その 1200g の中の 5% が蓄えられているグリコーゲンであり、従って $1200 \times 0.05 = 60\text{g}$ のグリコーゲンが最大貯蔵できます。グリコーゲンは炭水化物でありますから、1g のグリコーゲンは 4 kcal のエネルギーになります。それでは筋肉に蓄えられているグリコーゲンの量はどれぐらいでしょうか？ 皆さんは何となく肝臓の方に筋肉よりもたくさんのグリコーゲンが貯蔵されているような印象をお持ちでしょう。これは間違っているのです。というのは、人体の筋肉量はどれぐらいあると思いますか？ 体重 60kg の大人の場合、筋肉量の総量はなんと 24kg もあるのです。体重の 40% が筋肉なのです。この 24kg の中の 1% がグリコーゲンの最大貯蔵限度であります。つまり $24000\text{g} \times 0.01 = 240\text{g}$ が人体の筋肉に貯蔵されているグリコーゲンの総量であります。つまり筋肉の方がグリコーゲンの貯蔵能力の方が肝臓よりもはるかに大きいのです。

グリコーゲンは炭水化物であり、グリコーゲン 1g から 4 kcal のエネルギーが生み出されますから、筋肉に貯蔵されたグリコーゲンの最大エネルギー量は $240 \times 4 = 960\text{kcal}$ となります。肝臓に貯蔵されたグリコーゲンの最大エネルギー量は $60 \times 4 = 240\text{kcal}$ となります。それでは血中にあるブドウ糖の総量はいくらになるのでしょうか？ 先程述べたように血液量の 0.1% がブドウ糖であり、大人は約 5000cc の血液量があります。血液の 1cc が 1g と考えますと、 $5000\text{g} \times 0.001 = 5\text{g}$ しか血液中にはブドウ糖は蓄えられないのです。するとこんな程度のブドウ糖はちょっと運動しただけで使い切ってしまう、後は動けなくなってしまう。だからこそ小腸で吸収した大量のブドウ糖を肝臓がグリコーゲンという物質に変えて肝臓や筋肉に蓄えておけるように進化したのです。人間の体というのは素晴らしいでしょう。

そして運動しているうちに血液中のブドウ糖が足りなくなったら、肝臓や筋肉に貯蔵したグリコーゲンを少しずつブドウ糖に変えて、継続的にエネルギー源を補給してくれるのです。これを糖新生といいます。従って筋肉のたくさんのグリコーゲンが蓄えてあればあるほど、つまり筋肉が隆々であればあるほど、継続した激しい運動が可能であるのです。だからこそスポーツマンは全て筋肉マンになるために毎日毎日トレーニングを続けるのです。というのは運動すればするほど、グリコーゲンがより大量に筋肉に貯蔵することができるようになるからです。

それではなぜ運動すればするほど筋肉が隆々とするのでしょうか？ 皆さんご存知のようにスポーツマンで脂肪太りの人はいないでしょう。彼らは、食事においても動物性

や植物性のタンパク質をたくさん摂っているからです。栄養として吸収したアミノ酸は運動すればするほど筋肉のタンパク質に合成されて、筋肉の一つ一つの細胞は大きくなることができるのです。一方、運動しないとこのアミノ酸は肝臓が脂肪に変えてしまい、肝臓にも脂肪が溜まると同時に、脂肪組織に溜まっていくのです。

ここで横道にそれますが、なぜ運動すれば疲れてしまうのかご存知でしょうか？説明しましょう。長く運動を続けるということは筋肉を長く使うということです。その筋肉のエネルギー源として当然大量の酸素とブドウ糖を必要とします。つまりブドウ糖を燃やしてエネルギーを生み出すのです。ちょうど自動車を動かすためにガソリンを酸素で燃やしてエネルギーにするのと同じことです。ブドウ糖が体内からなくなると肝臓に蓄えてあるグリコーゲンをブドウ糖に変えて補給する話は既にしました。ところがグリコーゲンをブドウ糖に変える時に乳酸という疲労物質が生まれ、筋肉に蓄積していきます。この乳酸が筋肉にたくさん溜まってしまうと、筋肉が動かしにくくなり、疲労という状態になってしまって動かすことができなくなるのです。

ところが一休みすると再び元気になります。なぜでしょうか？すぐ後で書きますが、実は疲労を生み出す物質である乳酸は炭水化物ではありませんが、新たにグルコースを作る原料になるのです。一休みすると酸素が再びどんどん補給されて、乳酸は酸素に燃やされ、水と二酸化炭素に変わり、乳酸はなくなると同時に新たにブドウ糖を作ることができるので疲労がなくなってしまいます。

もうひとつついでに書いておきましょう。なぜ人は空腹を感じるのでしょうか？血中からブドウ糖がなくなり、それを補うために肝臓に貯蔵してあったグリコーゲンを使い果たすと、エネルギー源のブドウ糖がなくなるため、エネルギーが減り、動く元気がなくなります。と同時に、ブドウ糖が減ったことを脳の視床下部の摂食中枢（空腹中枢）が察知します。そのときに空腹感が生じるのです。皆さんご存知のように、空腹中枢に対して満腹中枢（飽食中枢）もあることはご存知でしょう。お腹が満腹になると食べたくなくならせるのも視床下部の満腹中枢であります。おなかが減ると視床下部の摂食中枢の命令により当然食事を摂ります。摂取された栄養物が消化吸收され、再び血液中にブドウ糖が送り出され、元気が回復するのです。

さあ、ここからが一番大事なポイントです。それでは脂肪やタンパク質は糖尿病を作るブドウ糖に変え、血糖を上げることがあるのでしょうか？それを検証していきましょう。既に述べたように、糖尿病と診断されたらすぐに糖尿病食を実践するために教育入院させられることがあります。この糖尿病食の目的は、個々の食品に含まれているカロ

リー量を知らせ、1日のカロリー量・摂取量を守らせ、かつ適正な栄養のバランスの摂れた献立を知らせ、実践するためです。しかし糖尿病はカロリーが多いから糖尿病になるのではなく、栄養のバランスが摂れていないので起こるものでもありません。あくまでも血糖が高くなるために生じる病気が糖尿病なのです。従ってこのようなカロリー量を学ばせ、かつ栄養のバランスを学ばせるために、糖尿病の初期に教育入院させることは全く意味がないのです。

にもかかわらず、なぜ相も変わらず間違った食事療法が行われるのでしょうか？やはり病気を患者自身の正しい食事療法、つまり糖分をできる限り減らす食事療法によって治してしまうと、医者が失業してしまうからでしょうか？ワッハッハ！食事療法の目的はあくまでも血糖を上げない指導をすべきであって、カロリー量は二の次なのです。炭水化物は消化吸収されるとストレートにブドウ糖になり、血糖を上げますが、実は脂肪は血糖（ブドウ糖）になって、血中にもれ出るとは絶対にないということと、タンパク質はアミノ酸になり、ときにブドウ糖になるのですが、このブドウ糖になるのは何も血液のブドウ糖を高めるためではないことを証明してあげたいのです。

炭水化物でないものから、ブドウ糖が体内で生合成されることを糖新生、つまりグルコースを炭水化物以外のものから合成することを糖新生といいます。糖新生について本格的に説明することは極めて難しいテーマになりますが、このテーマは免疫学よりも難解な生化学に属する分野になりますので、これから書くことは、初めて出会う文字がいっぱい出てきますが、読み飛ばして行ってください。

まずグルコースを新たに体内で合成するための原料となる物質は、ピルビン酸、乳酸、グリセロール（グリセリン）、クレブス回路の代謝中間体、及びピルビン酸、またはクレブス回路の代謝中間体にまで異化される種類のアミノ酸の6種類であります。とくにこのアミノ酸を糖原性アミノ酸といいます。ここで疑問を感じられるでしょう。グリセロールは脂肪の一つではないかと。さらにアミノ酸はタンパク質からできるのではないかと。その通りです。しかし結論から書きます。グリセロールにしろ、アミノ酸にしろ、これらは糖新生の原料にはなるけれども、グルコースが新たに作られても血糖を上げるためではなくて、すぐに必要なエネルギーとして使うためであるのです。つまり絶対に血糖を上げることはないということです。ここのところは難しいでしょうが、知っておいてください。それからもうひとつ、脂肪の一つである脂肪酸からエネルギーが生み出されても、グルコースの総量を増加させることはできないということも知っておいてください。つまり糖尿病の高血糖の原因には、脂肪もタンパク質も絶対にならないということです。以上がこのコラムの結論であります。もう少し詳しく書きましょう。

まず聞き慣れないクレブス回路について少し説明しておきましょう。クレブス回路は TCA 回路とか、クエン酸回路とか、トリカルボン酸回路とも呼ばれます。実は TCA 回路とトリカルボン酸回路とは、全く同じ言葉なのです。というのはトリカルボン酸回路を tricarboxylic acid cycle と英語で書き、その略語が TCA であるからです。Tri の T であり、Carboxylic の C であり、Acid の A をとったものです。ひとつの現象を 3 つの名前で呼ばれるのは不思議に思いませんか？なぜでしょうか？極めて大切であるからです。なぜ極めて大切なのでしょう？人間はエネルギーがなければ生き続けることができません。現代はエネルギーをどの国が支配するかという時代になっています。このエネルギーの取り合いが尖閣諸島の取り合いであり、南シナ海や東シナ海の小さな島の取り合いの原因であります。人間の人体の生命活動のためには絶対にエネルギーが必要であり、なくなれば死んでしまいます。このエネルギーを生み出し、利用したりするためのエネルギー代謝を行う中心的な役割を担っているのが、クレブス回路（クエン酸回路、トリカルボン酸回路（TCA 回路））と呼ばれているのです。この回路はあらゆる細胞にあるミトコンドリアで行われている生化学的なエネルギー代謝の経路であります。

この回路が一回転すると、12 個の ATP が産生されるのです。1 個の ATP のカロリーは 8～10kcal になるといわれています。この ATP は、adenosine triphosphate の略語であり、アデノシン三リン酸といいます。この ATP の中にエネルギーが隠されており、高エネルギーリン酸化合物であり、ATP が加水分解されて、ADP になるときにエネルギーを生じるのです。ところが再び ATP になるためには ADP が必要であります。従って絶えず ATP の分解産物である ADP を繰り返し回収して、再びこの ADP とリン酸から ATP に再合成することをやり続けなければならないので回路というのです。この ATP は、人体内で細胞が行う多種多様な仕事に共通に用いられるエネルギー伝達物質であり、そのためにエネルギー通貨と呼ばれます。この ATP の供給が止まると細胞は死んでしまいます。つまり人は死んでしまいます。それぐらいに生命に必須の大事なエネルギーを生み出す回路がクレブス回路であります。

クレブス回路は、一言で言えば、糖分やアミノ酸や脂質の炭素骨格部分の代謝を相互に連絡し、酸素を用いる好氣的なエネルギー代謝の中心となっているのです。この回路を完全に理解し、完全に覚えきってしまうことは、生化学を完全にマスターするための第一歩を踏み出したといえるぐらいです。

肝臓は、絶食時等には血中のブドウ糖がなくなってしまうので、急遽、グリコーゲンから糖新生により、ブドウ糖を作り、かつ肝臓でアミノ酸から、ブドウ糖を作り出して

血液中に供給します。なぜでしょうか？脳や赤血球のエネルギーはブドウ糖でしか使えないからです。従って、血糖が急激に下がる緊急時には、脳で使うためにわざわざグリコーゲンやアミノ酸からブドウ糖を作るのです。従ってこのようにして作られたブドウ糖は決して高血糖には貢献しないのです。絶食時には、糖原生アミノ酸であるアラニン、アスパラギン酸や、乳酸、グリセロールが、糖新生の原料に必要な炭素を供給する源になります。アミノ酸の全てがブドウ糖になる訳ではありません。ブドウ糖なるアミノ酸を糖原性アミノ酸といいます。糖原性アミノ酸については後でふれます。

糖新生するのに必要なエネルギーは、脂肪酸をミトコンドリア内で β -酸化することなどによって生成され血液に供給されます。脂肪酸は、体内では糖に変換出来ないのですが、脂肪酸のもっているエネルギーを用いて糖新生に利用されます。このところが少し理解に苦しむでしょうが、とにかく脂肪酸を利用して作られた糖は血中に出て血糖を上げないと理解してください。

糖新生の経路が肝臓に存在することにより、肝臓で、脂肪酸を β -酸化して得られたエネルギーを、グルコースとして蓄積し、他の組織で、利用することが出来ます。ここも大事なのです。仮に脂肪酸をグルコースとしても、肝臓に蓄積するだけであり、血糖を高めるために作っている訳ではないのです。難しいでしょうが、ついてきてください。なぜならば巷には炭水化物をやめれば糖尿病が良くなるという本が近頃良く売っていますが、誰一人としてなぜ糖尿病が良くなるかという原理を述べていないので、私が世界で初めて説明しようとしているからです。だからこそ難しくなるのは当然のことなのです。

先程述べたように、絶食時等には脳に絶対に必要な血糖を維持するために、肝臓で、ブドウ糖（グルコース）が、アミノ酸（糖原性アミノ酸）の炭素骨格、ピルビン酸、乳酸、TCA 回路の中間体、中性脂肪の加水分解で生成されるグリセロール（グリセリン）等から糖新生されます。英語では **gluconeogenesis** といいます。TCA 回路は先ほど述べたクレブス回路と同じことです。グリセロールと脂肪酸は別の脂肪であることをもう一度確認してください。脂肪を食べた後に、その脂肪のほんの一部が小腸で消化吸収されてグリセロールと脂肪酸になることは既に述べました。摂取された脂肪の大部分が小腸の絨毛のリンパ管にそのままの脂肪で吸収され、乳糜となって心臓に運ばれていくことも説明しました。この心臓に運ばれた脂肪は、心臓から全身の脂肪組織に送られてエネルギー源として蓄えられることも述べました。決して血糖を上げるためではないことも思い出してください。

アミノ酸（糖原性アミノ酸）の炭素骨格、ピルビン酸、乳酸、TCA 回路の中間体は、

オキサロ酢酸を經由して、糖新生に利用されますが、ここも難しので読み飛ばしてください。もちろんオキサロ酢酸が何であるかは理解されなくて結構です。

空腹時には、血糖値（血中のグルコース濃度）は、グリコーゲン分解 (glycogenolysis) と、糖新生 (gluconeogenesis) とによってグルコースが作られて維持されます。

糖新生は、主に肝臓で行われます。糖新生は、一部、腎臓でも行われます。飢餓状態が進行すると、腎臓での糖新生が、重要になります。なぜ飢餓状態においてエネルギーとは全く関わりがないと思われる腎臓で糖新生が行われるのでしょうか？それは糖新生を触媒するグルコース-6-ホスファターゼ (glucose-6-phosphatase) が肝臓と腎臓にあるミクロソームだけにあるからです。ミクロソームの話をするとうる長くなるのでやめます。アミノ酸や乳酸やグリセロールから糖新生を行うためには、必ずグルコース-6-リン酸が必要です。このグルコース6リン酸を作る酵素がグルコース-6- (リン酸) ホスファターゼであります。飢餓状態になると、肝臓にはタンパク質もグリコーゲンも全て使い尽くされるとなくなってしまい、最後にグルコース-6-ホスファターゼを持っている腎臓の皮質の出番となり、腎臓にあるアミノ酸を原料にしてグルコースを産生するのです。エネルギーがある限りは人間は死なないのです。これも素晴らしいシステムですね。人間は完璧な生きた機械なのです。その機械の働きをダメにするのが現代の薬です。現代の薬は要するに 38 億年かかってできあがった生命の源である遺伝子の働きを変えてしまうからです。

糖新生の 90%は、アミノ酸（糖原性アミノ酸）の炭素骨格が、利用されます。糖新生の 10%は、グリセロール、乳酸、ピルビン酸の炭素骨格が利用されます。やはり自然の世界も人間の世界もエネルギー源は炭素です。この炭素を燃やすものですから、地球は温暖化現象が生じてしまうのです。糖原性アミノ酸がグルコースになることは既にも書きました。先ほども書いたように、タンパク質を大量に摂りすぎた時や、炭水化物や脂肪が不足した時には、アミノ酸を分解してグルコースに変え、エネルギー源にするのです。もちろんこのアミノ酸は肝臓で脂肪に変えることもあることは既に述べました。

グリセロールについてももう少し解説しましょう。このグリセロールは、脂肪組織のトリグリセリドが分解されて生成されるものです。従ってグリセロールは脂肪の一つであります。仮に糖新生によりグリセロールがグルコースになっても、グルコースの総量を増加させることはできないということも既に書きました。つまり脂肪の一つであるグリセロールがグルコースになっても血糖を上げることは絶対にないということです。しかもグルコースになるグリセロールというのは、ほんの数%であるので、糖尿病の人が

脂肪を摂ったからといって、血糖が上がって、さらに糖尿病を悪化させることはないということを理解してください。にもかかわらず、糖尿病食は脂肪の制限をすすめています、そんな糖尿病食は血糖を下げるのに全く意味がないことも理解してください。

ついでに既にふれた糖原性アミノ酸である、アラニンやアスパラギン酸について述べましょう。人体にあるアミノ酸は20種類あります。そのうち、グルコースになれるアミノ酸は14種類あり、ケトン体になるケト原性アミノ酸はロイシンのひとつだけです。ケト原性については後で詳しく書きます。ところが糖原性とケト原性の二つの性質を同時に持っているアミノ酸は5種類あります。

このような糖新生は主に肝臓で行われるのは既に述べました。肝臓でできなくなれば腎臓で行われることも既に述べました。肝臓は、空腹時や夜間や絶食時等には、血中に糖がないので、肝臓で糖新生が行われ、作られたグルコース（ブドウ糖）は肝静脈から血中に供給されます。一方、食事を摂取して炭水化物がブドウ糖になると、小腸の絨毛から吸収されたブドウ糖は門脈を経て肝臓に流入すると、肝臓は肝静脈へのブドウ糖供給を必要がないので自然に停止してしまうのです。

結論は脂肪もタンパク質も、実際にはカロリーになることはあっても血糖を上げることはないのです、糖尿病を直接的に悪化させることはないのです。血糖を上げるのはあくまでも炭水化物であるので血糖を下げようとするれば炭水化物を摂らなければよいということです。難しい生化学をはしりながら説明したのでありますが、糖尿病はインスリンで治す訳でもなく、糖尿病薬で治す訳でもなく、毎日の食事のできる限り炭水化物を避ければ正常な血糖値を維持できるということでもあります。この世に薬で治す病気は何もないのです。病気は自分で作り自分で治すものです。ケトン体については次の機会に書きます。

今日はここまでです。2014/07/24