

ハンバーガーを食べるときに、同時に コーラを飲むとからだによくない!?

管理栄養学科 内藤 通孝

「メタボ」(正確にはメタボリック・シンドローム)という用語が我が国に導入されて10年が経過し、今やこの言葉は誰もが知っています。メタボというと、ウエスト(腹囲)とか、内臓脂肪とかいう語を連想するでしょう。メタボの基準は、まず内臓脂肪の蓄積(一般にはウエストを測って代用します)があることですが、それに加えて、高トリグリセライド血症および／または低HDL-コレステロール血症、血圧高値、高血糖のうちの2つ以上が該当する場合にメタボと判定します。今回は、この高トリグリセライド血症、即ち血液中の脂肪が多い状態について最新の研究成果をお話します。

1 なぜ、食後に血中脂肪が上昇することは問題か？

通常、健康診断で血液検査を行うときには、朝食を抜いて空腹時で採血します。血清トリグリセライド値(一般には「中性脂肪」として知られています)もこれに含まれており、150mg/dL未満が基準値となっています。しかし、前日の夜から絶食して採血した空腹時の値は、むしろ1日の中で特別な時の値と言っても過言ではありません。即ち、我が国のような先進諸国の食生活では、1日の大半は「食後の状態」にあるのです。昼食や夕食の前になるとお腹が空いてたまらないと言う人もありますが、血液中のトリグリセライド濃度を測定すると、そのような時でも、しばしば空腹時(朝食前)の値には戻っていないのです。動脈硬化の危険因子として、メタボリック・シンドローム、脂質異常症(高脂血症)、糖尿病、高血圧などがありますが、血液中のトリグリセライド値や血糖値(グルコース、即ちブドウ糖の血中濃度)は、通常、空腹時の値で評価されます。しかし、これらの値は、空腹時の値よりも、むしろ食後の値の方が重要であることが指摘されています。血糖値で言えば、空腹時の値よりも食後2時間の値の方が糖尿病に移行する可能性を予測する要因として有用であることが知られています。また、トリグリセライド値については、食後の値のほうが、虚血性心疾患(狭心症と心筋梗塞)、脳梗塞発症との関連が大きいことがわかっています。即ち、空腹時の値よりも食後のトリグリセライド値がどうなっているかのほうが、より重要なのです。

2 脂肪の多い食事をした後、何時間したら血中トリグリセライド濃度は空腹時の値に戻るのか？

では、健康な人の場合、脂肪の多い食事をした後で何時間ぐらいすれば血清トリグリセライド濃度が空腹時の値に戻るのでしょうか？ 私の研究室では、健康成人の代表として、女子大学生(私の勤務する大学は女子大です)と、そのお母さん(閉経前と閉経後の方が

おられます)に参加して頂き、液状の脂肪クリーム(糖質は含んでいません)を飲む前および後(0.5、1、2、4、6時間後)の血液中トリグリセライド濃度を測定しました。すると、若年女性(女子大生です)において、脂肪クリーム摂取後のトリグリセライド濃度が前値(空腹時)に戻るのには4時間を要することがわかりました。クリームに含まれる脂肪量は、20歳代の日本人女性が1日に摂取する脂肪量の約3分の1、即ち1食分に相当する量で、決して多い量ではありません。

健康な中年女性(お母さん達です。肥満や病気を持った方はありません)では、閉経前であるか閉経後であるかに関わらず、若年女性に比べて食後の脂肪代謝が遅れ、食前の値に戻るのに6時間を要することが明らかになりました(専門的には、レムナント・リポ蛋白クリアランスの遅延)。また、閉経後のお母さんでは、空腹時からレムナント・リポ蛋白・コレステロール(RLP-C)の上昇が見られることがわかりました。レムナントとは「遺残物」の意味で、脂質代謝の残りカスのようなものです。肥満や病気を持たない健康なお母さん達(50歳前後)であっても、娘達に比べると食後の脂肪処理能力が低下しているのです。

3 肥満だと食後の血中脂肪は元に戻りにくいのか？

健康な若年女性でも、食後の血中トリグリセライド濃度が空腹時の値に戻るのに4時間かかることがわかりましたが、肥満がある場合にはどうでしょうか？ 女子大生で肥満の方を集めようと思いましたが、数が揃わず(肥満の人は非常に少ない!)、若年男性(本学学生の彼氏や友達です)で非肥満と肥満の方で、食後トリグリセライド代謝を比べることにしました。

健康な若年肥満男性(肥満以外に糖・脂質など、空腹時の採血において何らの異常も認めない人)においては、脂肪クリームを飲んだ後で、健康な非肥満男性に比べて次のような違いがあることが明らかになりました。

- 1) 血中トリグリセライド濃度が空腹時の値へ回復するのが遅れ、6時間後にも元に戻らない。
- 2) トリグリセライド処理(クリアランス)の遅れは、内臓脂肪量と比例(正確には正相関)する。メタボ健診で腹囲(ウエスト)を測定しますが、これは内臓脂肪(腹腔内脂肪)蓄積の目安とするためです。男性で腹囲85cm以上、女性で90cm以上を内臓脂肪蓄積ありと判定しますが、これは内臓脂肪断面積が100cm²に相当する値として決められています。
- 3) これらの肥満男性には明らかなインスリン抵抗性(インスリンが効きにくい状態)は見られないにも関わらず、トリグリセライド処理の遅れが認められ、食後トリグリセライドの処理障害はインスリン抵抗性の発現に先行することがわかりました(インスリン抵抗性も、内臓脂肪蓄積と同様に、メタボリック・シンドロームの重要な要因と考えられています)。

若年肥満男性では、他に何の異常がなくても、既に食後トリグリセライド処理の遅れが

あるということです。

4 運動すれば食後トリグリセライド濃度の上昇を改善できるか？

生活習慣病予防の車の両輪は食事と運動です。では、運動すれば食後トリグリセライド濃度の上昇を抑制できるのでしょうか？ そこで、健康ではあるが運動習慣のない若年女性において、食事の前（1時間前から30分間）および食後（30分後から30分間）の有酸素運動が食後脂質代謝に及ぼす効果を調べました。これは、国（厚生労働省）が「健康日本21」で勧めている最大酸素摂取量の50%弱に相当する中等度の運動で、速歩程度になります。脂肪クリーム摂取前の運動に比べて、摂取30分後の運動の方が食後脂質代謝の促進に効果的であることがわかりました。

しかし、通常の食事では、脂肪だけでなく、相当量の糖質（炭水化物）を含んでいます。そこで、今度は糖質と脂肪の両方を摂取した後の食後糖・脂質代謝に対する食後（30分後から30分間）有酸素運動の効果を調べました。ところが、脂肪クリームのみを摂取した場合に比べて、脂肪クリームと同時にブドウ糖を摂取した場合には、食後の運動によって糖代謝が優先され、トリグリセライドに対する効果は弱まる、即ち、脂肪の処理は後回しとなることがわかりました。さらに、実際の食べ物としてクッキー（脂肪と糖質だけでなく、少ないが蛋白質も含んでいます）を食べた後の食後糖・脂質代謝に対する有酸素運動の効果を調べましたが、同様の結果でした。

5 果糖ブドウ糖液糖って何？

果糖ブドウ糖液糖というのをご存知でしょうか？ コーラ、炭酸飲料、ミネラルウォーター、スポーツドリンク、ジュースなどの清涼飲料水のラベルを見ると、原材料名の中に果糖あるいは果糖ブドウ糖液糖と書いてあることがあります。果糖ブドウ糖液糖は、トウモロコシやサツマイモから取り出したデンプンを、まず酵素（ α -アミラーゼとグルコアミラーゼ）によってブドウ糖にし、さらにグルコース・イソメラーゼという酵素によってブドウ糖の一部を果糖に異性化したものです（図1）。そのため、しばしば異性化糖とも呼ばれます。異性化糖は、高果糖ブドウ糖液糖（果糖含有率が90%以上）、果糖ブドウ糖液糖（果糖含有率が50%以上で90%未満）、ブドウ糖果糖液糖（果糖含有率が50%未満）に分けられます。このうちブドウ糖果糖液糖が最もよく使われており、通常、果糖55%、ブドウ糖42%、その他3%となっています。

では、なぜ砂糖ではなく、果糖を使うのでしょうか？ まず第一に、果糖の方が砂糖よりも甘いのです。甘さは、果糖、砂糖、ブドウ糖の順になります。果糖ブドウ糖液糖の甘さは、砂糖を100とすると120程度になります。砂糖よりも甘味が口の中に残りにくく、爽やかな感じがあります。ただし、果糖の甘さは低温で、より引き立ち、高温（40℃以上）では砂糖の方が甘く感じられます。したがって、果糖ブドウ糖液糖は清涼飲料水、冷菓、缶詰などに多く用いられています。また、加熱するとメイラード反応（褐変反応）によって茶色く着色し、パンや調味料（みりんなど）にも使われています。砂糖の代わりに果糖

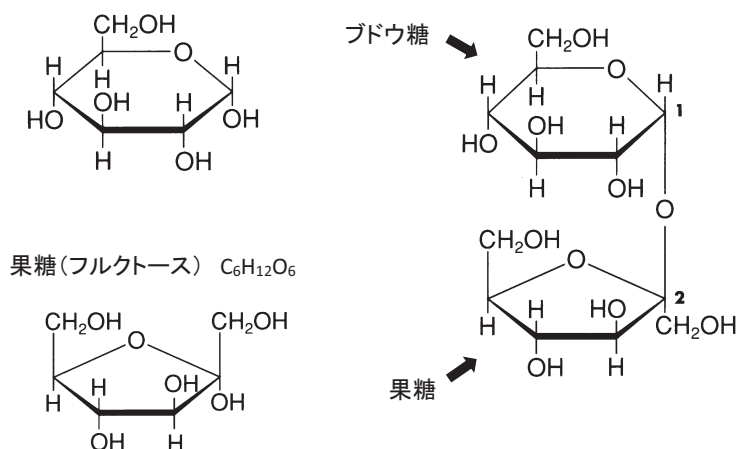
ブドウ糖(グルコース) $C_6H_{12}O_6$ ショ糖(スクロース) $C_{12}H_{22}O_{11}$ 

図1 ブドウ糖、果糖、ショ糖の化学構造

ブドウ糖液糖が用いられるもう一つの理由は、安価であることです（商業的にはこのことが最も重要です）。

しかし、果糖を多く含むコーラなどの消費量が多いアメリカでは、これらの過剰な摂取が肥満や糖尿病の増加に関連しているのではないかとされています。

6 脂肪とともに果糖を摂取するとどうなるか？

脂肪の多い食事とともに、果糖を多く含む清涼飲料水を飲むのは、ファストフードではよくあることです。しかし、欧米の研究では、日本人の若年女性が摂取する量とはかけ離れた大量を摂取しています。私は当初、日本人が日常的に摂取する高脂肪食や果糖含有飲料の量では、そのような健康に対する悪影響は生じないであろうと予想しました。そこで、脂肪の多い食事（例えばハンバーガー）と果糖を多く含む飲料（例えばコーラ）を同時に摂取した場合の影響を確かめてみることにしました。まず、純品の脂肪クリームと果糖を同時に摂取した場合に、脂肪クリームのみを摂取した場合とどのような違いがあるかを調べました（図2）。その結果、脂肪と果糖を同時に摂取すると、脂肪のみを摂取した場合や脂肪とブドウ糖を同時に摂取した場合と比べて、食後の脂質代謝が著明に増悪、遅延することが分かりました。即ち、食後トリグリセライド濃度の上昇は、より高くなり、上昇が遅れて長く続くのです。

次に、純品の果糖ではなく、通常用いられる高果糖ブドウ糖液糖（果糖90%、ブドウ糖10%）および果糖ブドウ糖液糖（果糖55%、ブドウ糖45%）を用いて同様の実験を行いました（図3）。脂肪クリームと、これらの果糖・ブドウ糖混合飲料を同時に摂取した場合には、ブドウ糖に対する果糖の比率が高いほど、食後脂質代謝に対する影響が大きい、即ち、食後トリグリセライド濃度を上昇させ、元の値（空腹時の値）に戻るのを遅らせる働きが強いことが明らかになりました。また、果糖とブドウ糖の割合が等しいショ糖では、

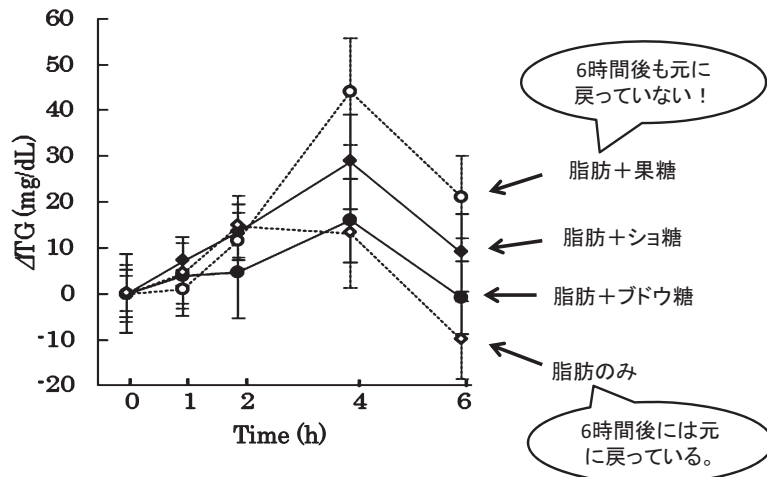


図2 脂肪と果糖、ブドウ糖、ショ糖を同時に摂取したときの血中トリグリセライド濃度の変動 (Δ TG)

果糖ブドウ糖液糖（果糖の割合が高い）に比べて、食後脂質代謝に対する影響が少ないことも明らかになりました。これらの実験で用いた果糖あるいは果糖ブドウ糖液糖の量は、清涼飲料水 500 mL に含まれる程度であり、日本人の若年女性が日常的に摂取し得る量です。脂肪クリームも前の研究と同様に、1 日に摂取する量の 3 分の 1 程度であり、過量ではありません。それにも拘わらず、食後のトリグリセライド濃度に対し、当初は予想しなかった大きな影響を及ぼすことがわかりました。

7 ハンバーガーを食べる時に、同時にコーラを飲むとどうなるか？

そこで、このようなことが実際に食べるファストフードでも起こっているか確かめることにしました。ファストフードの代表として、ハンバーガー（高脂肪食）とコーラ（果糖

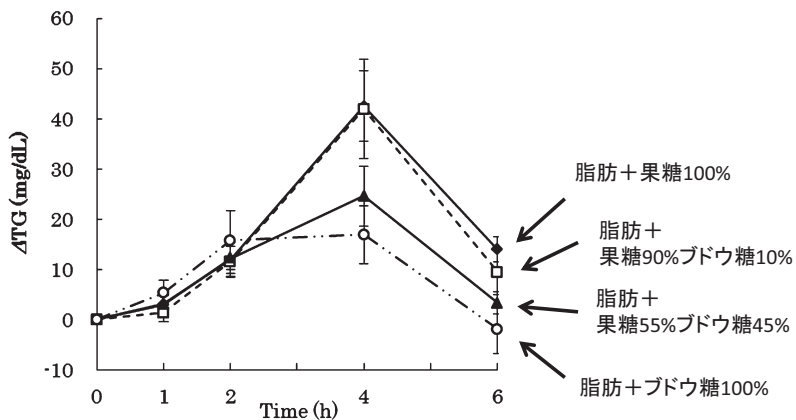


図3 脂肪と果糖ブドウ糖混合液を同時に摂取したときの血中トリグリセライド濃度の変動 (Δ TG)

ブドウ糖液糖を含んでいます）を選びました（図4）。ハンバーガーとコーラを同時に摂取すると、ハンバーガーと水（コーラと同量）を同時に摂取した場合に比べて、食後のトリグリセライド濃度上昇の増悪と代謝の遅れ（空腹時の値に戻るのが遅延）が認められました。

さらに、ファストフードは昼食として食べることが多いことから、昼食にハンバーガー、フライドポテトに加えてコーラを飲んでもらいました。すると、健康な女子大生であっても、血中トリグリセライド濃度は夕食前の19時になっても朝食前（空腹時）の値に戻っていないことがわかりました（図5）。通常の食事を昼食として摂った場合にはトリグリセライド濃度の上昇は軽微であり、夕食前には昼食前よりも低くなっていました。以上のことから、健康な女子大生であっても、たった1食のファストフードが食後何時間も続く影響を及ぼすことが分りました。

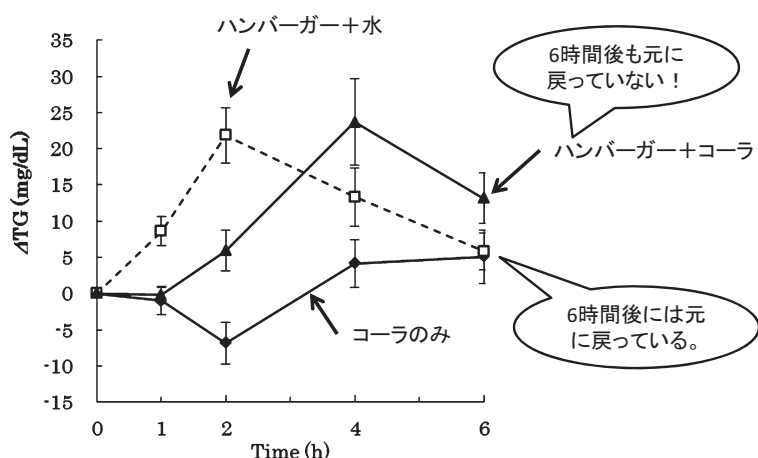


図4 ハンバーガーとコーラを同時に摂取したときの血中トリグリセライド濃度の変動（ Δ TG）

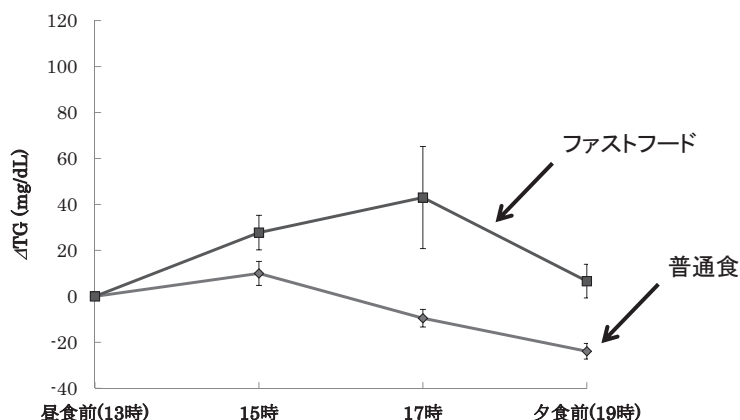


図5 昼食にファストフード（ハンバーガー、フライドポテト、コーラ）を食べたとき、普通食を食べたときの血中トリグリセライド濃度変動（ Δ TG）の比較

8 ハンバーガーとコーラを同時に摂っても、運動すれば改善できるか？

ではこれら果糖を多く含む飲料の害を、運動すれば防ぐ、あるいは和らげることが可能でしょうか？ 通常、脂質代謝改善のためには、食事の数時間以上前に運動することが勧められます。これは、運動によってリポ蛋白リパーゼという酵素が活性化されるまでに数時間以上の時間的なずれがあるからです。そこで、前日の夕方（約12時間前）の運動（速歩30分程度）が有効であるか調べましたが、有意な軽減は見られませんでした。現在は、どのような運動が効果的であるかを検討しています。

9 新たな食べ合わせ（合食禁）！？

ハンバーガー（高脂肪食）とコーラ（高果糖飲料）の同時摂取は、健康な若年女性において、1回の摂取でも、食後のトリグリセライド濃度の上昇が増悪し、遷延することがわかりました。そして、その影響は飲料に含まれる果糖の割合が高いほど大きいのです。これは新たな食べ合わせ（合食禁）と言えるでしょう。ではどうしたらよいのでしょうか？ 対策としては、高脂肪食と高果糖飲料の同時摂取を避けることです。少なくともハンバーガーを食べるときの飲み物には無糖のお茶、紅茶、ウーロン茶などが好ましいと言えます。あるいは、百歩譲って、同量であれば果糖（ブドウ糖液糖）よりは砂糖を用いている飲料の方が、影響が少ないということでしょうか。

10 果糖でなく、人工甘味料なら大丈夫か？

人工甘味料ならカロリーはゼロ（あるいはほぼゼロ）だし、血糖値もトリグリセライド値も上げないので心配ないのでしょうか？ そうとも言えません。砂糖や果糖ブドウ糖液糖を人工甘味料に置き換えても肥満に対する効果は期待するほどではないという報告が多くあります。その理由として、カロリーがゼロであることに安心して、食べ過ぎてしまうのではないかと考えられています。また、甘さに応じた満足（血糖値の上昇など）が得られないので、脳の食欲中枢、満腹中枢が狂ってしまうのではないかと考えられています。さらに、糖や脂質代謝に対する影響以外に、人工甘味料のあるものについては発癌性が疑われています。これらのことから、果糖を人工甘味料に置き換えれば大丈夫という安易な考えはよくないようです。

参考文献

さらに詳しくお知りになられたい方のために、それぞれの項目の根拠となる文献を示します。無印は私の研究室の論文です。*印は他の研究です。論文は全て無料でダウンロードできます。

- 1 食と動脈硬化 日本食生活科学会誌 2009;19:307-319 (DOI: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jisdh/19/4/19_4_307/_pdf)
- 2 Influence of aging and menopause on postprandial lipoprotein responses in healthy adult women. J Atheroscler Thromb 2007;14:142-150 (DOI: <http://dx.doi.org/10.5551/jat.14.142>)

- 3 Delayed postprandial metabolism of triglyceride-rich lipoproteins in obese young men compared to lean young men. Clin Chim Acta 2010;411:1694-1699 (DOI: 10.1016/j.cca.2010.07.004)
- 4
 - Acute effects of shortly pre- versus postprandial aerobic exercise on postprandial lipoprotein metabolism in healthy but sedentary young women. J Atheroscler Thromb 2011;18:891-900 (DOI: <http://doi.org/10.5551/jat.8482>)
 - Effects of aerobic exercise training on lipoprotein metabolism in sedentary but otherwise healthy young women. Journal for the Integrated Study of Dietary Habits 2011;22:114-120 (DOI: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jisdh/22/2/22_2_114/_pdf)
 - Acute effects of postprandial aerobic exercise on glucose and lipoprotein metabolism in healthy young women. J Atheroscler Thromb 2013; 20: 204-213 (DOI: <http://doi.org/10.5551/jat.14639>)
 - Effects of aerobic exercise on postprandial carbohydrate and lipoprotein metabolism following cookie ingestion in healthy young women. J Nutr Sci Vitaminol 2015;61:299-305 (DOI: <http://doi.org/10.3177/jnsv.61.299>)
- 5 Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. Physiol Rev. 2010;90:23-46 (DOI: 10.1152/physrev.00019.2009)*
- 6
 - Simultaneous ingestion of fructose and fat exacerbates postprandial exogenous lipidemia in young healthy Japanese women. J Atheroscler Thromb 2013; 20: 591-600 (DOI: <http://dx.doi.org/10.5551/jat.17301>)
 - The ingestion of a fructose-containing beverage combined with fat cream exacerbates postprandial lipidemia in young healthy women. J Atheroscler Thromb 2015;22:85-94 (DOI: <http://dx.doi.org/10.5551/jat.22681>)
- 7 The ingestion of high-fructose syrup-containing cola with a hamburger delays postprandial lipid metabolism in young healthy Japanese women. J Food Nutr Sci 2015;3:139-146 (DOI: 10.11648/j.jfns.20150304.11)
- 8 Effect of fast food intake on diurnal lipid and carbohydrate profiles in healthy young women. The 46th Annual Scientific Meeting of the Japan Atherosclerosis Society 20140711 Tokyo (The 46th Annual Scientific Meeting of the Japan Atherosclerosis Society Program & Proceedings p273, 2014)
- 9
 - Artificial sweeteners produce the counterintuitive effect of inducing metabolic derangements. Trends Endocrinol Metab 2013;24:431-41 (DOI: 10.1016/j.tem.2013.05.005)*
 - Consumption of artificial sweetener- and sugar-containing soda and risk of lymphoma and leukemia in men and women. Am J Clin Nutr 2012;96:1419-28 (DOI: 10.3945/ajcn.111.030833)*
 - Artificial sweeteners: safe or unsafe? J Pak Med Assoc 2015;65:225 (DOI: <http://jpma.org.pk/PdfDownload/7178.pdf>)*