

温州ミカン調製飲料摂取による 脂質代謝改善効果

隅田 孝司 (株)えひめ飲料 研究開発部
岩本 昌子 中村学園大学 栄養科学研究科



血清脂質と血管系疾病の関係

健康診断を受診しますと、やはりその結果が気になるものです。受診結果を見てみますと「血清脂質」という項目があり、この項目の中に中性脂肪、LDL-コレステロール（低比重リポタンパク中のコレステロール）などの検査結果が記載されています。これらの検査値が高いと脂質異常症（2007年高脂血症の診断基準が見直され脂質異常症と改められました）と判定され、このような状態が続くと、血管の内壁にコレステロールなどが少しずつ蓄積して、動脈硬化や脳梗塞、心臓病を発症しやすくなります。

体内にある脂肪は、食物由来のものと体内で合成されたものがあり、コレステロールは細胞を作る成分として、中性脂肪はエネルギーとして利用されます。しかし、脂肪は水に溶けませ

るので、そのままでは血液中を流れることができません。そこで、アポリポタンパクというタンパク質と結びついて、水に溶けやすい粒子となって体内を循環しているのです。このような粒子のことをリポタンパクといいます。

リポタンパクは、比重の違いにより4種類に分けられますが、この中でコレステロールを多く含んでいるのがLDLとHDL（高比重リポタンパク）です。LDLは、コレステロールを肝臓から各組織に運んでいるので悪玉コレステロールと呼ばれています。また、HDLはコレステロールを体の各組織から肝臓に運んでいるので善玉コレステロールと呼ばれています。つまり、LDLが増えて、HDLが少なくなると動脈硬化を引き起こしやすくなるといえます。

ミカンを食べるとメタボになる？

ミカンなどの果物を食べると「太る」「糖尿病になる」「メタボになる」と思い込んで、果物を食べないヒトたちがいます。しかし、最近の疫学研究（長期間、地域などの多数のヒトの集団を対象に、疾病や摂取した食品などを数量的に把握して、その因果関係を明らかにする研究手法）により、ミカンをたくさん食べるヒトは、食べないヒトたちに比べて、糖尿病、肝臓病、骨粗しょう症およびメタボリック・シンドロームなどになりにくいという結果が発表されています（詳しくは、㈱えひめ飲料研究グループが運営す

るホームページ「みかん研究便」をご覧ください。グーグルやヤフーで「みかん研究便」と検索していただくと、ご覧になれます）。

食品やその成分の機能性を研究する手法には、疫学研究の他に細胞などを用いた実験、動物を用いた実験などがあります。このような研究手法の中で、ヒトでの作用への信頼性が最も高いとされているのがヒト介入試験です。

今回、ミカンから調製した飲料を用いて、脂質代謝改善効果に関わるヒト介入試験を実施しましたので、その結果をご紹介します。

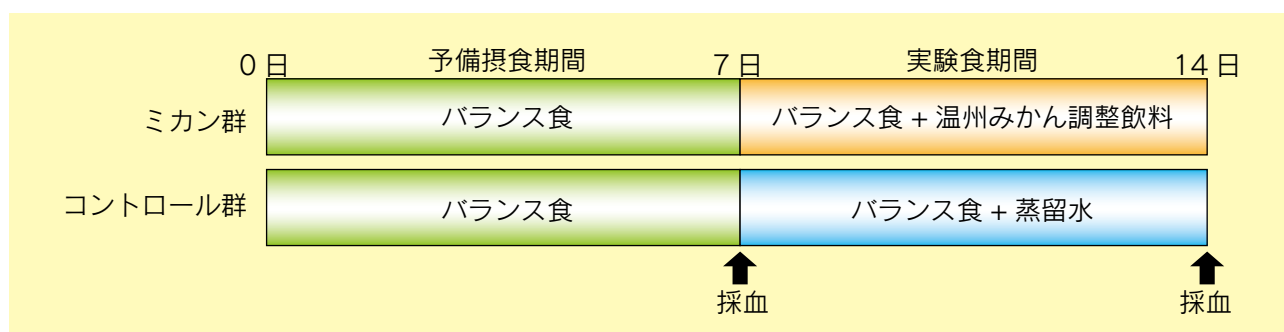
実験方法

実験は、19人の女子学生（20～26歳）のボランティアを対象としました。図1に示すように、実験期間中（14日間）は、適切な栄養量を算出して調理されたバランス食を摂取してもらいました。実験開始から7日後、ボランティアを2つのグループに分け、10人には温州ミカン調製飲料190gを1日に3回、毎食前に摂取してもらい（以下、ミカン群といいます）、9人には蒸留水190gを1日に3回同様に摂取してもらいました（以下、コントロール群といいます）。

実験期間中、飲用水以外は各ボランティアにあわせたバランス食と供与する飲料以外の摂取

を禁止し、各々食事摂取状況と体調、薬の服用などについて記録してもらいました。また、予備摂食後と実験食後に血液を採取し、血清脂質などの分析を行いました。

実験に用いた温州ミカン調製飲料の分析結果を表1に示します。この飲料は、コントロール群とのエネルギー誤差を最小限にするため、ミカンに含まれる糖類を除去して、エネルギー量を低減させました。また、通常のカンジュースに比べて、ミカンの機能性成分であるβ-クリプトキサンチンと食物繊維を高含有させています。



【図1】実験のスケジュール

【表1】温州みかん調整飲料栄養成分（100g当り）

栄養素	温州みかん調製飲料 ¹⁾	温州みかんストレートジュース ²⁾
エネルギー（kcal）	6	41
ビタミンC（mg）	19.2	29
β-クリプトキサンチン（mg）	1.7	0.74
食物繊維（g）	0.7	0

1) ㈱えひめ飲料分析値 2) 五訂増補日本食品標準成分表

実験結果と考察

予備摂食後（7日後）と実験食後（14日後）のボランティアのBMI（ボディ・マス・インデックスの略で、体格の判定に使用され、体重（kg）÷（身長（m）×身長（m））により算出されます）、腹囲、体脂肪、血圧を測定した結果を表2に示します。予備摂食後と実験食後のボランティアのBMI、腹囲、体脂肪に変動はみられませんでした。また、血圧も正常範囲内であり、実験前後で変動はありませんでした。

次に、血清脂質の分析結果を表3に示します。表3より、コントロール群は、予備摂食後と実験食後について、全ての分析値に有意（統計学の用語で、確率的に偶然とは考えにくく、意味があると考えられる場合に有意であるといいます）な差は認められませんでした。しかし、ミカン群では、総コレステロール（5.8%）、LDLコレステロール（13.5%）、アポリポタンパクB（8.8%）が有意に低下しました。アポリポタンパクBとは、LDLを構成する主要なタンパク質のことです。最近の研究結果から、LDLコレステロール量よりもアポリポタンパクB量のほうが、動脈硬化のリスク要因が大きいとされています。

これらの結果から、温州ミカン調製飲料は、血清脂質プロファイルを改善し、LDL低下に効果的に働く機能を持っていると考えられます。

最近、脂肪細胞はいろいろな物質をつくり、血液中に放出していることが判ってきました。このような物質のことをアディポサイトカインといいます。例えば、アディポネクチンは糖尿病や動脈硬化の抑制作用があり、善玉アディポ

サイトカインと呼ばれています。また、PAI-1（プラスミノゲン・アクチベーター・インヒビター-1）は、血液中の血栓を溶かす働きに関与しており、これが増えすぎると血栓ができやすくなるので、悪玉アディポサイトカインと呼ばれています。

今回のヒト介入試験でも、血液中的のアディポサイトカインの分析を行いました。その結果、ミカン群のアディポネクチンに関して有意な差はありませんでしたが、PAI-1は実験食後に有意な減少が認められました（図2）。

2007年、京都大学他の研究グループは、細胞を用いた実験から、β-クリプトキサンチンは脂肪細胞肥大化を抑制し、脂質合成を抑える可能性を示しています。このように、今回の温州ミカン調製飲料の脂質代謝改善効果もβ-クリプトキサンチン関与の可能性が考えられます。



【表2】ボランティアの形態および血圧の変化

	コントロール群		ミカン群	
	予備摂食後	実験食後	予備摂食後	実験食後
BMI (kg/m ²)	21.1±0.9	20.9±0.9	20.2±0.7	20.1±0.7
腹囲 (cm)	69.6±2.0	70.5±2.3	67.8±2.5	67.5±1.8
体脂肪 (%)	27.6±2.7	27.0±2.7	25.6±2.2	26.1±1.9
収縮期血圧 (mmHg)	100±3	100±2	106±3	106±3
拡張期血圧 (mmHg)	55±1	55±2	57±2	57±3

平均値 ± 標準誤差 予備摂食後（7日目）、実験食後（14日目）

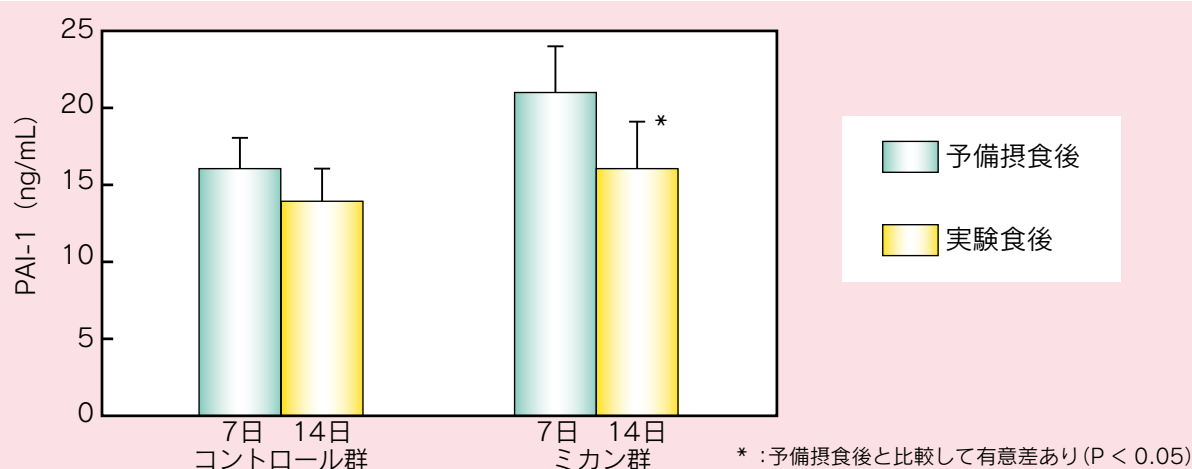
【表3】ボランティアの血清脂質プロフィール

	コントロール群		ミカン群	
	予備摂食後	実験食後	予備摂食後	実験食後
総コレステロール(mg/dL)	162±7	172±9	167±9	158±8*
LDL- コレステロール(mg/dL)	81±6	84±7	94±7	83±6**
HDL- コレステロール(mg/dL)	65±4	66±5	59±4	58±3
LDL/HDL コレステロール比	1.29±0.15	1.33±0.15	1.64±0.15	1.47±0.13*
アポリポタンパク B (mg/dL)	65±5	69±5	72±5	66±4

平均値±標準誤差

* : 予備摂食後と比較して有意差あり (P < 0.05)

** : 予備摂食後と比較して有意差あり (P < 0.01)



【図2】蒸留水又はミカン飲料接種によるPAI-1濃度の推移

今後の展望

β -クリプトキサンチンは、温州ミカンに豊富に含まれている色素で、野菜にはほとんど含まれていません。日本人の血液に含まれる β -クリプトキサンチンのほとんどは温州ミカン由来であるといっても過言ではないのです。最近、この β -クリプトキサンチンに発がん抑制、骨粗しょう症抑制などの作用のあることが判ってきました。温州ミカンはその食履歴も長くその安全性の評価は不要ですが、保健機能に関わる評価はまだ充分とはいえないようです。今回、温州ミカン調製飲料の摂取がヒトの脂質代謝を改善し、メタボリック・シンドローム（内臓脂肪症候群）を予防する可能性を示したことは、温州ミカンの持つ保健機能に新たな展開を期待させます。

温州ミカンは、その保健機能の多様さだけでなく、栽培量も豊富で、健康食品として大変有

望であると考えられます。今後は、その効率的な利用のためにも、体内動態も含めたさまざまな側面からの研究の進展が期待されます。

