

高オレイン酸植物油と乳酸菌の同時摂取がラットの血液と肝臓の脂質性状に及ぼす影響

～ 高オレイン酸紅花油とオリーブ油との比較 ～

坂井 恵子, 石走 愛, 山下 千晴, 中尾 礼奈

要 約

【目的】高オレイン酸紅花油とオリーブ油の pure と virgin が、同時に摂取する乳酸菌により、ラットの血液と肝臓のトリアシルグリセロールや総コレステロールに及ぼす影響について比較検討を行った。

【方法】実験動物：Sprague-Dawley 系ラットの4週齢を無作為に、乳酸菌食と標準食とに分け、それぞれの飼料の脂質として、高オレイン酸紅花油(n-9系)とオリーブ油(n-9系), エゴマ油(n-3系), 紅花油(n-6系)を使用した。乳酸菌は牛乳でヨーグルトにしたものを使用した。その他の栄養成分はすべて同じで行った。飼育終了後、ラットの血液と肝臓を摘出して、トリアシルグリセロールや総コレステロール, HDL-コレステロール, グルコースの測定を行った。尚、動物実験は鹿児島純心女子大学動物実験指針に従って行われた。

【結果】肝臓のトリアシルグリセロール(TG)：乳酸菌食は標準食と比べて紅花油(n-9系, n-6系)とオリーブ油(pure, virgin)ともに肝臓のTGに有意な差は認められなかった。肝臓の乳酸菌食のTGでは、n-3系エゴマ油と紅花油(n-9系, n-6系)は、n-9系オリーブ油(virgin)より有意に低いのが認められた。肝臓の総コレステロール(T-Cho)：乳酸菌摂取によりn-9系オリーブ油(virgin)とn-6系紅花油は標準食に比べてT-Choは増加傾向を示した。血液のトリアシルグリセロール(TG)：オリーブ油(pure, virgin), 紅花油(n-9系, n-6系)は乳酸菌摂取によりTGの増加傾向が認められた。対照的に、n-3系エゴマ油はオリーブ油や紅花油に比べてTGは低く、乳酸菌食の影響はみられなかった。

血液の総コレステロール(T-Cho)：乳酸菌摂取により紅花油, オリーブ油, エゴマ油ともに増加傾向であった。

【考察・結論】乳酸菌摂取は、肝臓より血液のTGやT-Choの増加に影響することが明らかとなり、特にn-9系オリーブ油はn-9系紅花油より高かった。n-9系紅花油はn-6系紅花油と同じ傾向を示した。本研究では、高リノール酸紅花油を高オレイン酸紅花油にしたメリットは脂質プロファイルにおいて認められなかった。更なる検討が必要であると示唆された。

キーワード：乳酸菌, 高オレイン酸植物油, オリーブ油, 血液・肝臓の脂質性状

緒 言

近年、従来の高リノール酸植物油(n-6系)に代わって、それを一価不飽和脂肪酸に変換した高オレイン酸植物油(n-9系)が市販されている。一価不飽和脂肪酸に関しては、腸内細菌叢や炎症反応や体重コントロールなどを制御しているとの報告がある^{1,2)}。しかし、一方では、一価不飽和脂肪酸は動脈硬化抑制に対して効果が見られないとの報告^{3,4)}もある。

著者等は先行研究において、n-9系のオリーブ油とn-3系のエゴマ油の摂取が体重変動に及ぼす影響について検討した結果、乳酸菌や運動の有無や脂質の質

よりもたんぱく質の動物性または植物性の質の違いの方が強いインパクトを持つことを報告した⁵⁾。

本研究では、一価不飽和脂肪酸を多く含むオリーブ油(pureとvirgin)とn-6系紅花油に対して高オレイン酸紅花油に変換した油(n-9系)が、ラットの血液と肝臓の脂質性状に及ぼす影響について、次の3項目に比較検討を行った。

1. 高オレイン酸紅花油がオリーブ油と同じ効果を示すのか？
2. 高オレイン酸紅花油は本来のn-6系紅花油とは異なるのか？
3. n-3系エゴマ油とn-6系紅花油における乳酸菌摂取の相互作用の効果は異なるのか？

方 法

実験動物：Sprague-Dawley 系雌ラットの 4 週齢を無作為に乳酸菌食 (lact) と標準食 (control) とに分けた (Fig.1)。

実験飼料：脂質として、オリーブ油 pure (和光純薬)、オリーブ油 virgin (味の素)、紅花油 n-6 (和光純薬)、紅花油 n-9 (日清)、エゴマ油 n-3 (朝日 ST) を使用した。乳酸菌は、Lactococcus lactis subsp, Cremoris FC, Acetobacter orientaris FA (フジッコ株) を使用し、餌調製時毎に粉末から牛乳 (明治) でヨーグルトに調製して使用した。その他の成分はコーンスターチ (日本澱粉 株)、シュクロース (和光純薬)、セルロース (ナカライ株)、ビタミンミックス (SLC 株)、ミネラルミックス (オリエンタル酵母株)、コリン (和光純薬) であった。エネルギー%は、乳酸菌食 (lact) と標準食 (control) とともに糖質 57%、たんぱく質 19%、脂質 24% であった。実験飼料は各食餌群ともカロリー量を同一にして毎日投与し、翌日残量を測定し摂取量を記録した。水は自由摂取で行った。

生化学的測定：飼育終了後、ラットをネンブタール

で麻酔したのち心臓採血を行った。その後、肝臓を摘出し、測定時まで -80℃ で保存した。生化学的測定は和光純薬 (株) の測定キットを使用し、会社のプロトコールに従って行った。ラットの体重測定は飼育期間中毎週 1 回行った。

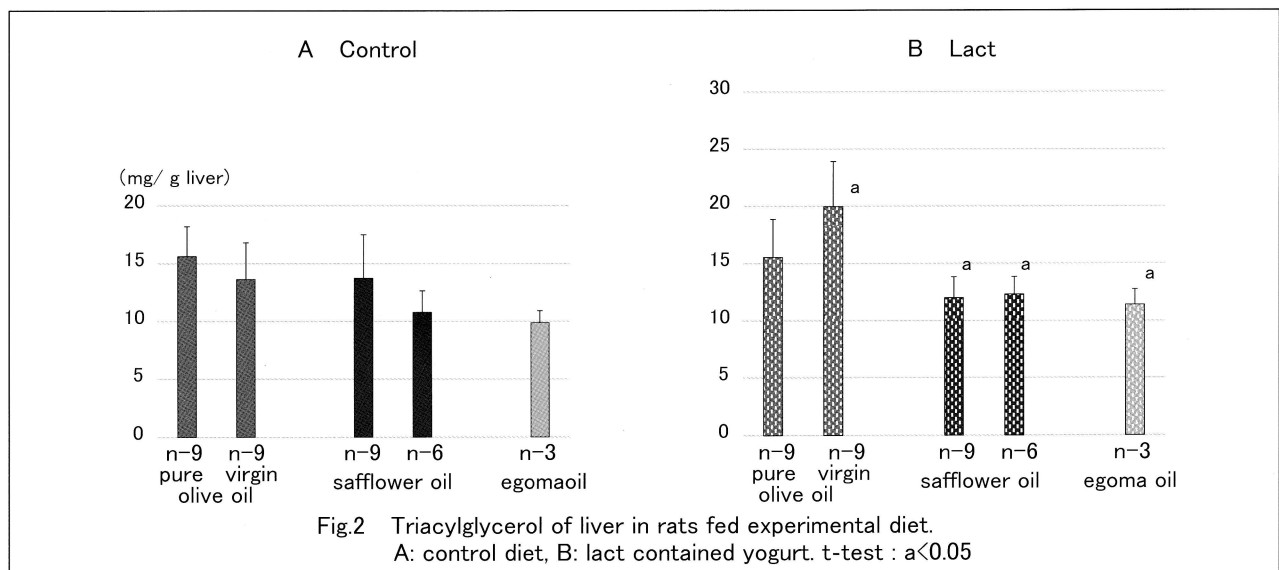
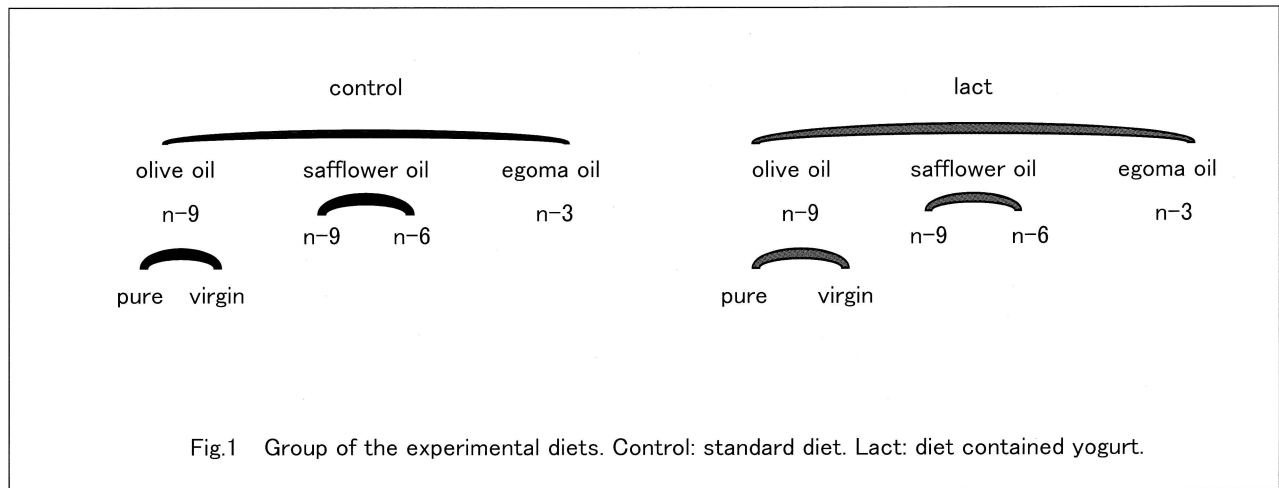
尚、動物実験は鹿児島純心大学動物実験指針に従って行われた。

結 果

本研究では、餌の摂取量および体重変動において、各食餌群間に有意な差は認められなかった⁶⁾。

1. **肝臓のトリアシルグリセロール (TG)**：標準食 (control) の肝臓の TG では、オリーブ油の pure と virgin は n-3 系エゴマ油より多い傾向であった。n-9 系紅花油と n-6 系紅花油に有意な差は認められなかった (Fig.2-A)。

乳酸菌食 (lact) の肝臓の TG では、n-9 系オリーブ油の virgin は、n-9 系と n-6 系紅花油や n-3 系エゴマ油に比べて有意に高いのが認められた (Fig.2-B)。紅花油の n-9 系と n-6 系間に有意な差



はなかった。

オリーブ油 (pure, virgin) と紅花油 (n-9系, n-6系) に対する乳酸菌の影響を肝臓のTGでみると、オリーブ油のvirginが増加した以外は認められなかった (Fig.3)。

2. 肝臓の総コレステロール (Total-Cho) : 肝臓の総コレステロールでは、乳酸菌食により全食餌群で標

準食より高くなる傾向がみられた (Fig.4)。一方、n-9系オリーブ油のpureとvirgin、紅花油のn-9系とn-6系間に、標準食と乳酸菌食ともども有意差は認められなかった。また、標準食と乳酸菌食において、オリーブ油 (pure, virgin) の総コレステロールはn-9系とn-6系紅花油やn-3系エゴマ油に比べて高い傾向であった。

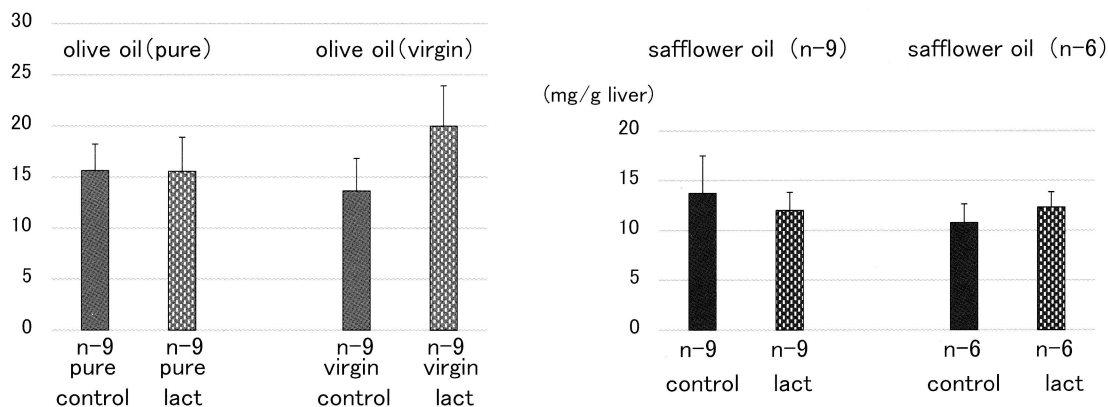


Fig.3 Triacylglycerol of liver in rats fed experimental diets. Effect of yogurt in each olive oil and safflower oil diets.

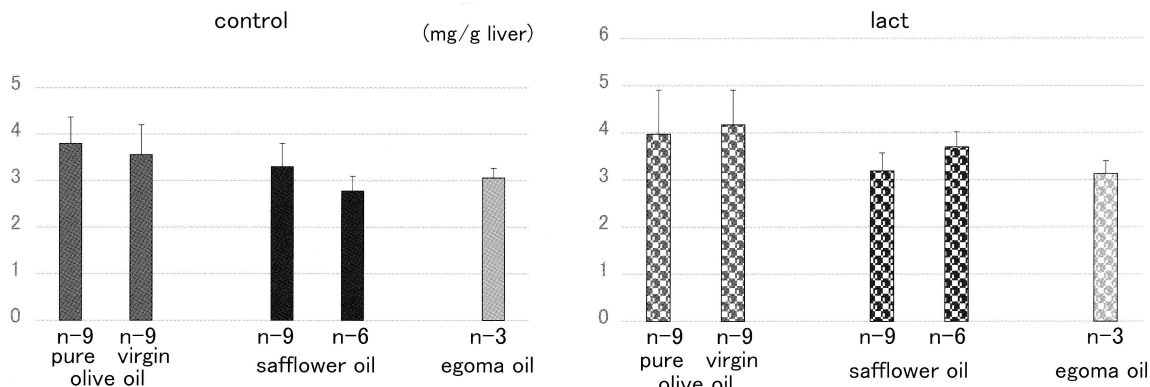


Fig.4 Total cholesterol of liver in rats fed experimental diets. Compared lact contained yogurt with control (standard diets) in olive oil (pure and virgin) and safflower oil (n-9 and n-6) and egoma oil in liver of rats fed experimental diets.

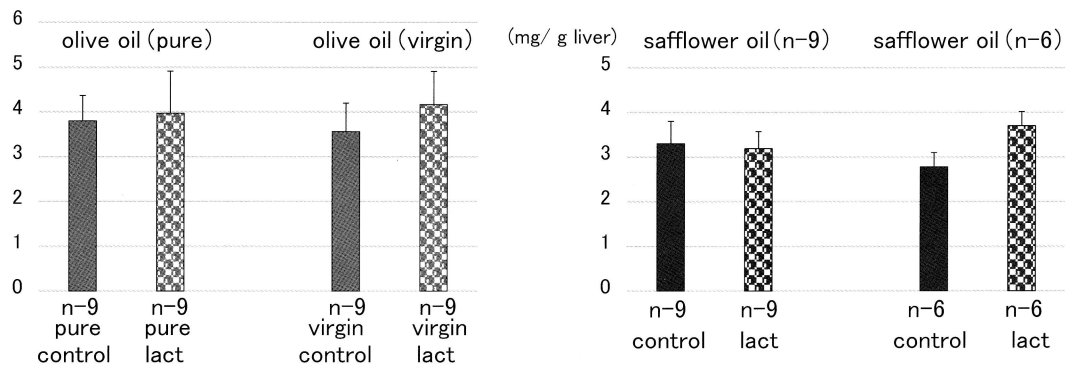


Fig.5 Effect of yogurt on total cholesterol of liver in rats fed experimental diets.

乳酸菌摂取の影響を同じ油で比較すると、n-6系紅花油とオリーブ油の virgin では乳酸菌食の方が高くなる傾向だった (Fig.5)

3. 血液のトリアシルグリセロール (TG) : 乳酸菌食が血液の TG に及ぼす影響をみると、n-9系オリーブ油の virgin が乳酸菌食で n-9系紅花油や n-3系エゴマ油に比べて有意に増加した (Fig.6)。

4. 血液の総コレステロール (Total-Cho) : 血液の総コレステロールは、乳酸菌食の方がオリーブ油、紅花油、エゴマ油ともに増加傾向が認められた (Fig.7)。

5. 血液のHDL-コレステロールとグルコース : 乳酸菌食の方が標準食より HDL-コレステロールは高くなる傾向を示した (Fig.8)。血液のグルコースは、各食餌群間に乳酸菌食による有意差は認められな

かった (Fig.9)。

考 察

本研究では餌の摂取量および体重変動が各食餌群間に有意な差は認められなかった⁶⁾。

肝臓の TG は、乳酸菌食と標準食では n-9系オリーブ油の virgin が n-9系紅花油よりも有意に高くなり、オリーブ油との違いが認められた。また、n-9系紅花油は n-6系紅花油と有意な差は認められなかった。肝臓の総コレステロールは、オリーブ油 (pure・virgin) の方が乳酸菌の有無に関わらず n-9系紅花油よりも有意に高くなった。

血液では乳酸菌食の TG は、n-9系オリーブ油の virgin の方が n-9系紅花油よりも高くなったことから、肝臓と同じく n-9系紅花油はオリーブ油とは異なっ

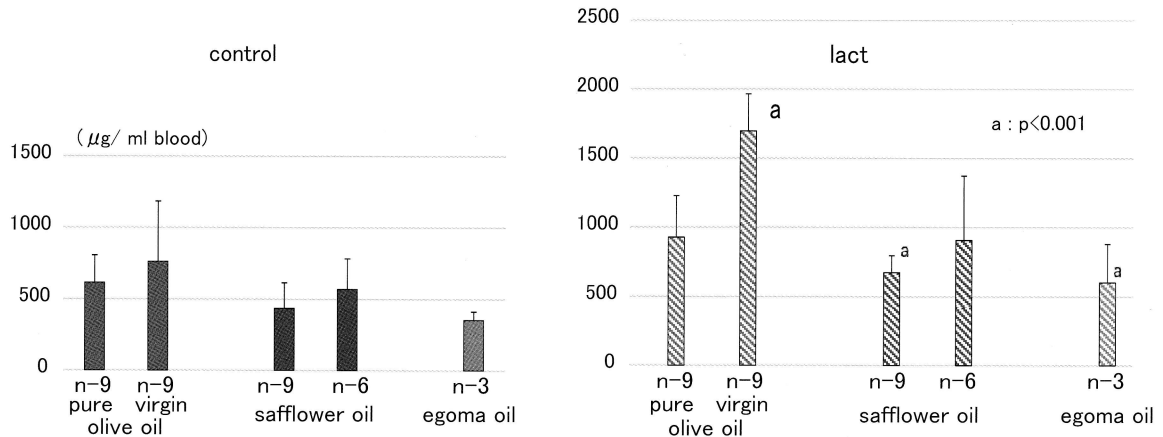


Fig.6 Triacylglycerol in blood of rats fed experimental diets. Compared lact contained yogurt with control.

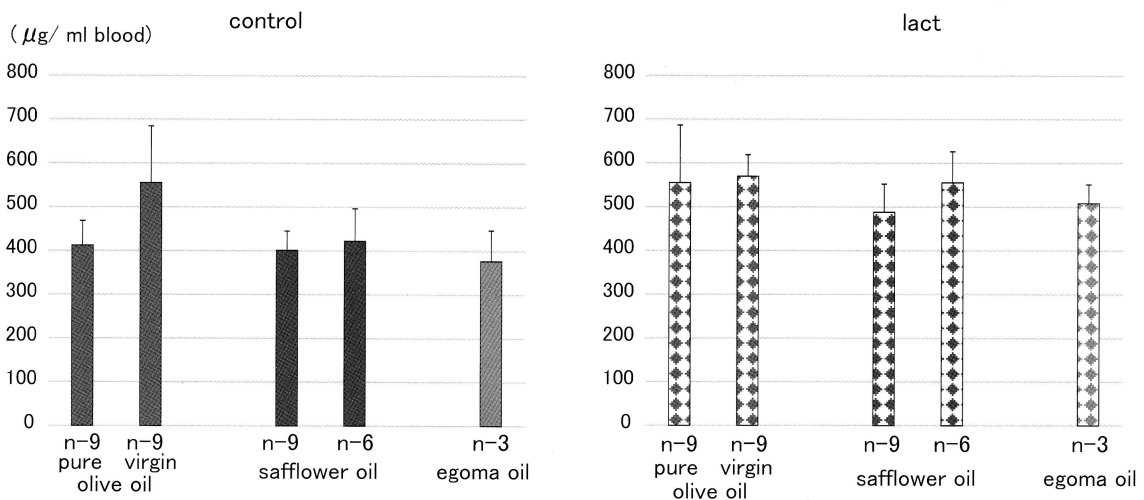


Fig.7 Total cholesterol in blood of rats fed experimental diets. Compared lact with control.

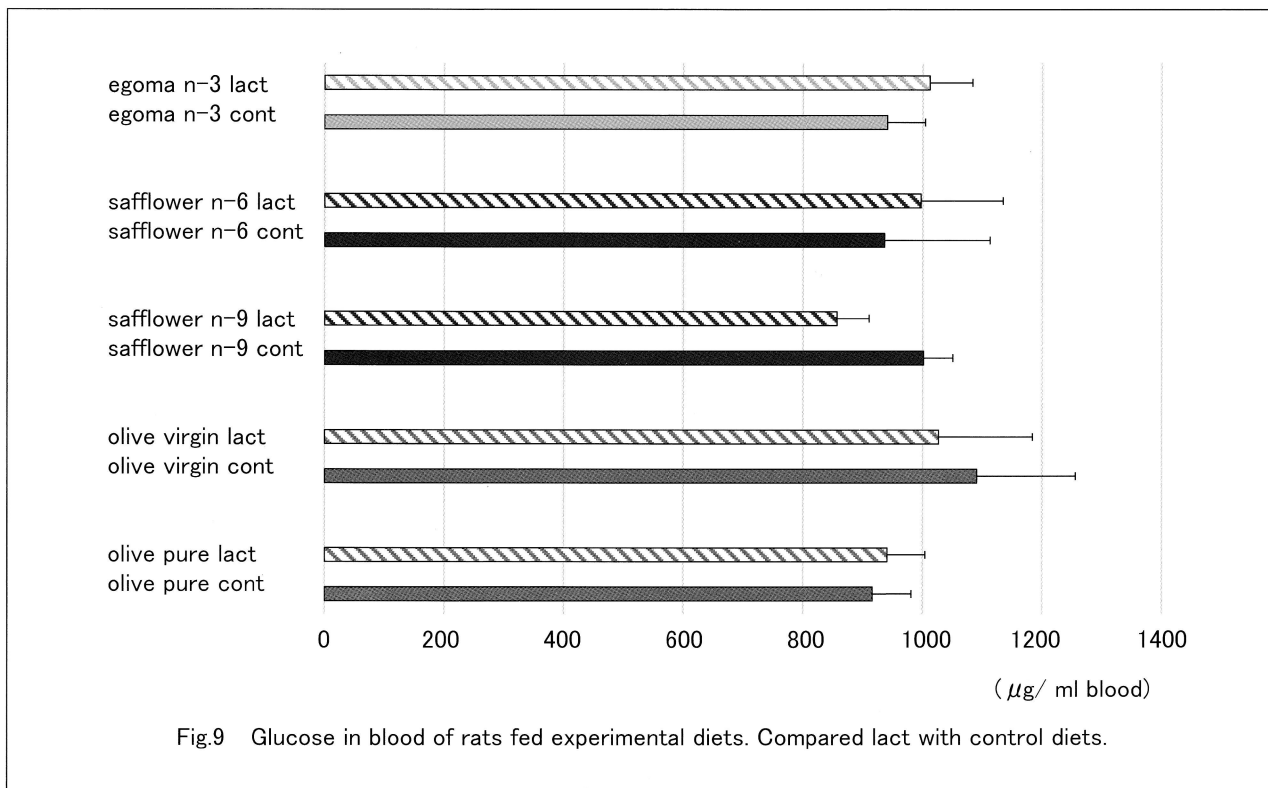
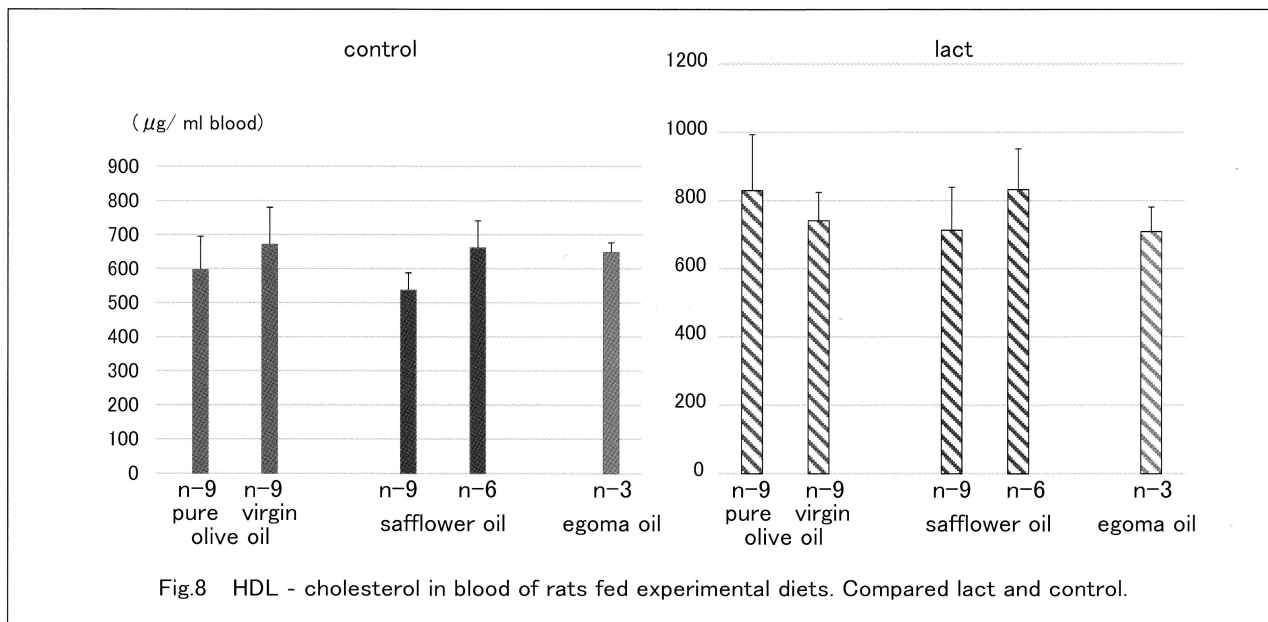
た。

次に、n-9系紅花油は肝臓のTGでは、乳酸菌の有無に関わらずn-6系と有意な差はなかった。肝臓の総コレステロールは、乳酸菌食でn-6系紅花油の方がn-9系より高くなった。更に、総コレステロール、HDL-コレステロールは乳酸菌食の方が標準食に比べて高くなった。

オリーブ油の virgin は、ポリフェノールによる抗酸化機能や抗炎症作用を持つとの報告や⁷⁾、脳機能の改善にも寄与するとの報告⁸⁾もみられる。また、冠状動脈疾患の予防に効果が見られた^{9,10)}等あるが、本研

究の結果では、使用した油の中でオリーブ油の virgin は肝臓や血液中にTGや総コレステロールの含量が多かったし、2型糖尿病や動脈硬化による心臓疾患発症に関わるとの報告もある¹¹⁾ので過剰摂取は良くないといえる。

オリーブ油の pure と virgin で乳酸菌による影響が異なるメカニズムについては未だ明らかでない。高リノール酸紅花油を高オレイン酸紅花油にしたメリットというのは、本研究ではみられなかった。高オレイン酸植物油についてデータを増やして検討する必要性が示唆された。



結 論

高オレイン酸紅花油 (n-9 系) は、肝臓と血液の脂質プロファイルにおいて n-9 系オリーブ油とは異なり、n-6 系紅花油と同じ傾向が認められた。

参考文献

- 1) Candido FG, Valente FX, et al., Impact of dietary fat on gut microbiota and low-grade systemic inflammation: mechanisms and clinical implications on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 69:125-143, 2018
- 2) Pu S, Khazanehei H, et al., Interactions between obesity status and dietary intake of monounsaturated and polyunsaturated oils on human gut microbiome profiles in the canola oil multicenter intervention trial. *Front Microbiol.* 7:1612, 2016
- 3) Luceo D, Olano C, et al., Supplementation with n-3, n-6, n-9 fatty acids in an insulin resistance animal model: does it improve VLDL quality?, *Food Funct.* 8:2053-2061, 2017
- 4) Rathnayake KM, Weech M, et al., Impact of meal fatty acid composition on postprandial lipaemia, vascular function and blood pressure in postmenopausal women. *Nutr Res Rev.* 16:1-11, 2018
- 5) 坂井恵子, 日高未来, 他, 乳酸菌摂取におけるカゼインと大豆たんぱく質がラットの体重変動に及ぼす影響. 鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要, 22 : 21-27, 2018
- 6) 坂井恵子, 山下千晴, 石走 愛, 高オレイン酸植物油と乳酸菌摂取の相互作用がラットの不安行動に及ぼす影響, 鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要, 23 : 41-46, 2019
- 7) Katsarou AI, Kaliora AC, et al., Serum lipid profile and inflammatory markers in the aorta of cholesterol-fed rats supplemented with extra virgin olive oil, sunflower oils and oil-products. *Int J Food Sci Nutr.* 66:766-773,2015
- 8) Pitozzi V, Jacomelli M, et al., Long-term dietary extra-virgin olive oil rich in polyphenols reverses age-related dysfunctions in motor coordination and contextual memory in mice: role of oxidative stress. *Rejuvenation Res.* 15:601-612, 2012
- 9) Souza PAL, Marcadenti A, et al., Effect of olive oil phenolic compounds on inflammation in the prevention and treatment of coronary artery disease. *Nutrients,* 9.pii:E1087,2017
- 10) Alsina E, Macri EV, et al., Efficacy of phytosterols and fish-oil supplemented high-oleic-sunflower oil rich diets in hypercholesterolemic growing rats. *Int J Food Sci Nutr.* 67:441-453, 2016
- 11) Poreba M, Rostoff P, et al., Relationship between polyunsaturated fatty acid composition in serum phospholipids, systemic low-grade inflammation, and glycemic control in patients with type 2 diabetes and atherosclerotic cardiovascular disease. *Cardiovasc Diabetol.* 17:29, 2018

Effect of high-oleic-safflower oil and yogurt diets on lipid profile of liver and blood in rats

Compared high-oleic-safflower oil with olive oil

Keiko Sakai, Ai Ishibashiri, Chiharu Yamashita, Rena Nakao

Department of Nutrition, Faculty of Nursing and Nutrition,
Kagoshima Immaculate Heart University

Key words : high-oleic-safflower oil, yogurt, olive oil, lipid profile in liver and blood

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of high-oleic-safflower oil with yogurt diets compared with pure or virgin olive oil with yogurt diets on lipid profile of liver and blood in rats.

Method: Sprague-Dawley rats were divided randomly into control diets and lactic diets (lact, contained yogurt) group. Further, each dietary group were divided into high-oleic-safflower oil (n-9), safflower oil (n-6), olive oil (n-9, pure), olive oil (n-9, virgin) and egoma oil (n-3) groups.

Other components of food were same in each groups. The rats in each group took same amount of calories per day for 13 weeks.

We followed the rules of animal experiment of Kagoshima Immaculate Heart University.

Result: Triacylglycerol in liver: there was no significant difference between lact and control diets in safflower oil (n-9, n-6) and olive oil (pure and virgin). But, TG of virgin olive oil showed significantly higher than safflower oil (n-9, n-6) and egoma oil (n-3) in lact diet groups. Total cholesterol in liver: virgin olive oil and n-6 safflower oil increased higher in lact diet than control diet.

Triacylglycerol in blood: TG in blood of olive oil (pure, virgin) and safflower oil (n-9, n-6) had tendency to increase higher in lact than control diets. In contrast, egoma oil showed lower than olive oil and safflower oil in lact and control diet groups. Total cholesterol (T-Cho) in blood: T-Cho of safflower oil (n-9, n-6), pure olive oil, egoma oil diet group showed higher on lact diet than control diet.

Discussion: TG and T-Cho in liver and blood showed rising in lactic diets. Especially, olive oil (pure, virgin) increased higher than safflower oil (n-9). Safflower oil of (n-9) and (n-6) showed very similar lipid profile in liver and blood.

In this study, it is still unclear that the merit of high oleic safflower oil compared with n-6 safflower oil. Further investigation must be done.
