

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2009
 課題番号：18500624
 研究課題名（和文） 持久力増大のための高脂肪食摂取が血中アディポサイトカインレベルに及ぼす影響
 研究課題名（英文） Effect of high fat diet on serum adipocytokine levels in rats
 研究代表者
 中谷 昭（NAKATANI AKIRA）
 奈良教育大学・教育学部・教授
 研究者番号：70116284

研究成果の概要（和文）：

長期の高脂肪食摂取は運動時の脂質酸化を亢進することにより持久力を増大するものの、動物性脂肪を中心とした欧米型の高脂肪食は体脂肪を増大し、メタボリックシンドロームを発現することが知られている。本研究ではラットを用い長期の高脂肪食摂取がメタボリックシンドロームの原因となる血中アディポサイトカインレベルに及ぼす影響について検討した。その結果、動物性高脂肪食に比較し、魚油系高脂肪食や中鎖脂肪酸高脂肪食ではアディポサイトカインレベルの悪化を防ぐことが分かった。

研究成果の概要（英文）：

It is well-known that long term high fat diet increases body fat mass and develops the metabolic syndrome, although high fat diet enhances fat metabolism in skeletal muscle and increases the endurance capacity. We examined the effect of the long term high fat diet on serum adipocytokine levels such as leptin, adiponectin and TNF- α . Our results show that fish oil and coconuts oil high fat diet and endurance training could improve the metabolic syndrome.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
18年度	600,000	0	600,000
19年度	800,000	240,000	1,040,000
20年度	900,000	270,000	1,170,000
21年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,000,000	720,000	3,720,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学、食生活学 B

キーワード：高脂肪食、アディポサイトカイン、レプチン、アディポネクチン、ラット、不飽和脂肪酸、中鎖脂肪酸、ジアシルグリセロール

1. 研究開始当初の背景

持久力を増大するための食事法として高脂肪食摂取の効果が示される一方、高脂肪食

摂取がインスリン抵抗性や高血圧などメタボリックシンドロームの原因であることが明らかにされている。また、このインスリン

抵抗性や高血圧などは脂肪組織から放出されるアディポサイトカインにより引き起こされることが明らかになってきた。

従って、持久力増大を目的とした高脂肪食摂取が血中アディポサイトカインレベルにどのような影響を及ぼすのか、また、エネルギー源になりやすい脂肪酸を摂取した場合に、肥満やアディポサイトカインレベルの悪化を抑えることができるのかを明らかにしたいと考えた。

2. 研究の目的

長期に高脂肪食を摂取すると、持久的運動の主要なエネルギー源である筋グリコーゲン含量は低下するものの、骨格筋の酸化系酵素活性が増大することにより運動時の脂質利用が盛んになり、持久的運動能力が増大する。

ところで、近年、内臓脂肪の蓄積は、脂肪組織からのアディポネクチン、TNF- α 、PIA-1などのアディポサイトカインの分泌を増大し、高脂血症、高血圧、インスリン抵抗性などを引き起こすことが明らかにされてきた。従って、持久力増大を目的とした、高脂肪食摂取は体脂肪量の蓄積を促進し、血中アディポサイトカインレベルを増大する可能性があると考えられる。

そこで、本研究では、ラットを対象に長期の高脂肪食摂取が内臓脂肪重量及び血中アディポサイトカインレベルに及ぼす影響を検討する。また、本研究では骨格筋において脂質代謝に関与する酸化系酵素活性や脂肪酸輸送に関与する脂肪酸結合タンパク(FABP)含量についても測定する。

3. 研究の方法

(実験 1)

実験動物として5週令のWistar系雄ラット32匹を用いた。これを脂質カロリー比が約16%の低脂肪食群と約60%の高脂肪食群に分け、さらに非トレーニング群とトレーニング群に分けた。トレーニングは週5日の頻度で水泳運動を負荷した。飼育期間終了後、ペントバルビタール麻酔下採血し、アディポネクチン、TNF- α 、レプチン及びPAI-1をELISAにより測定した。また、骨格筋の酸化系酵素活性は分光学的方法で、FABP含量はELISAを用い測定した。

(実験 2)

実験動物として5週齢(若齢群)及び50週齢(老齢群)のWistar系雄ラットを用いた。これらを普通食群と高脂肪食群に分け、さらにそれぞれの群を非トレーニング群及びトレーニング群に分けた。トレーニング群に対しては5週間の水泳運動を負荷した。

飼育期間終了後、ペントバルビタール麻酔下採血し、アディポネクチン及びレプチンをELISAにより測定した。

(実験 3)

実験動物として5週齢のWistar系雄ラットを用いた。これらを普通食群と高脂肪食群に分け、高脂肪食群はさらに主に飽和脂肪酸からなる動物性高脂肪食群と主に不飽和脂肪酸からなる魚油系高脂肪食群に分け5週間飼育した。

(実験 4)

実験動物として5週齢のWistar系雄ラットを用いた。これらを普通食群と高脂肪食群に分け、高脂肪食群はさらに動物性高脂肪食群、ジアシルグリセロール高脂肪食群及び中鎖脂肪酸高脂肪食群に分け5週間飼育した。

4. 研究成果

各年度の結果を以下に要約する

(実験 1)

飼育最終日の各群の体重は、普通食非トレーニング(CS)群が 244 ± 11 g、普通食トレーニング(CT)群が 187 ± 21 g、動物性高脂肪食非トレーニング(AS)群が 248 ± 14 g、動物性高脂肪食トレーニング(AT)群が 182 ± 24 gであり、両食餌群とも持久的トレーニング群のほうが有意に低い値を示した($P < 0.001$)。

飼育最終日の各群の腸間膜脂肪組織重量は、CS群 4.16 ± 0.59 g、CT群 1.79 ± 0.68 g、AS群 3.96 ± 0.97 g、AT群 1.68 ± 0.86 gであり、両食餌群ともT群で有意に低い値を示した。

各群の血中アディポネクチン濃度はCS群 2.98 ± 0.68 ng/ml、CT群 2.99 ± 1.06 ng/ml、AS群 2.01 ± 0.65 ng/ml、AT群 1.98 ± 0.52 ng/mlであり、有意な差は見られなかった(図1)。

各群の血中TNF- α 濃度はCS群 1.67 ± 1.27 pg/ml、CT群 1.07 ± 1.41 pg/ml、AS群 2.15 ± 2.13 pg/ml、AT群 1.51 ± 1.71 pg/mlであり、有意な差は見られなかったが、両食餌群ともT群で低い値を示した。

各群の血中レプチン濃度はCS群 3.19 ± 1.01 ng/ml、CT群 0.93 ± 0.54 ng/ml、AS群 2.50 ± 0.75 ng/ml、AT群 1.10 ± 0.29 ng/mlであり、CS群と比較してCT群で有意に低い値を示した($P < 0.01$)。AS群と比較してAT群で低い値を示したが、有意な差は見られなかった(図2)。

血中レプチン濃度と副睾丸脂肪組織重量の間には相関係数 $r = 0.834$ で有意($P < 0.001$)な正の相関が見られた($Y = 1.309X - 0.444$)。

血中レプチン濃度と腸間膜脂肪組織重量の関係を図3に示した。血中レプチン濃度と腸間膜脂肪組織重量の間には相関係数 $r =$

0.702 で有意 ($P < 0.001$) な正の相関が見られた ($Y = 0.576X + 0.279$)。

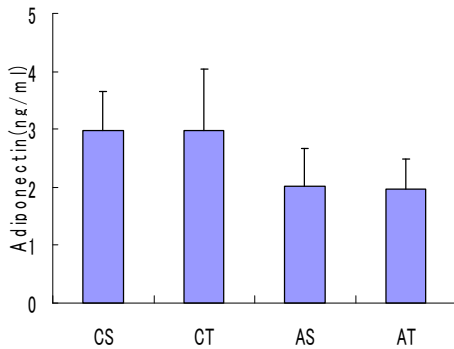


図1 高脂肪食摂取及び持久的トレーニングが血中アディポネクチンレベルに及ぼす影響

CS: 普通食非トレーニング群、CT: 普通食トレーニング群、AS: 高脂肪食非トレーニング群、AT: 高脂肪食トレーニング群

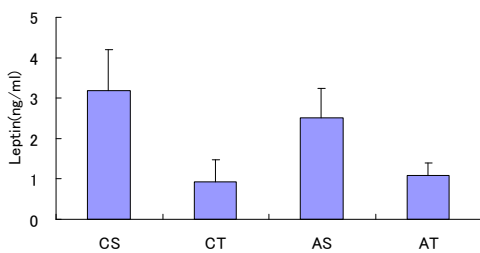


図2 高脂肪食摂取及び持久的トレーニングが血中アディポネクチンレベルに及ぼす影響

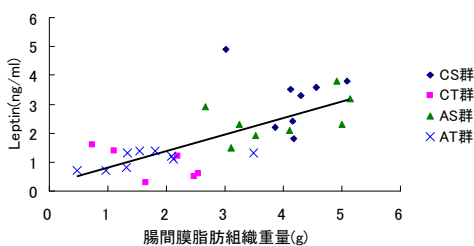


図3 内臓脂肪組織の一つである腸間膜脂肪組織重量と血中レプチンの関係

以上のことから、高脂肪食摂取はアディポネクチンレベルを低下し、TNF- α レベルを増大することによりインスリン抵抗性を発現し、逆に持久的トレーニングはこれらのレベルを改善し、インスリン抵抗性の発現の予防に作用することが分かった。

(実験 2)

体重は若齢群より老齢群で有意に高く、各群とも持久的トレーニングにより低下した。内臓脂肪の一つである副睾丸脂肪組織重量は老齢群で大きく、高脂肪食摂取により増加したが、持久的トレーニングにより低下した。血中アディポネクチンレベルは若齢群より老齢群で低く、持久的トレーニングによりいずれの群でも増加した。しかし、老齢群では高脂肪食摂取による影響は見られなかった。血中レプチンレベルは若齢群より老齢群で高く、加齢にともなう変化が見られたが、いずれの群も高脂肪食摂取で増加し、持久的トレーニングにより低下した。

以上のことより、血中アディポサイトカインレベルは加齢に伴う変化が見られ、高脂肪食摂取により望ましくない方向に変化し、持久的トレーニングはそれを改善することが分かった。

(実験 3)

飼育最終日の各群の体重は、普通食非トレーニング (CS) 群 260 ± 6 g、普通食トレーニング (CT) 群 222 ± 8 g、動物性高脂肪食非トレーニング (AS) 群 272 ± 6 g、動物性高脂肪食トレーニング (AT) 群 213 ± 7 g、魚油系高脂肪食非トレーニング (FS) 群 262 ± 15 g、魚油系高脂肪食トレーニング (FT) 群 189 ± 27 g であり、全食餌群とも非トレーニング群と比較してトレーニング群で低い値を示した。(AS 群 vs. AT 群; $P < 0.001$, FS 群 vs. FT 群; $P < 0.001$)。

各群の血中アディポネクチン濃度は CS 群 3.95 ± 0.37 ng/ml、CT 群 4.21 ± 0.53 ng/ml、AS 群 2.81 ± 0.23 ng/ml、AT 群 2.88 ± 0.45 ng/ml、FS 群 3.84 ± 0.27 ng/ml、FT 群 3.07 ± 0.54 ng/ml であり、CS 群と比較して AS 群で有意に低い値を示した ($P < 0.01$)。また、CT 群と比較して AT 群と FT 群で有意に低い値を示した (CT 群 vs. AT 群; $P < 0.001$, CT 群 vs. FT 群; $P < 0.01$)。

各群の血中レプチン濃度は CS 群 1.61 ± 0.59 ng/ml、CT 群 0.73 ± 0.39 ng/ml、AS 群 5.58 ± 1.21 ng/ml、AT 群 3.58 ± 1.13 ng/ml、FS 群 6.30 ± 1.17 ng/ml、FT 群 1.75 ± 1.44 ng/ml であり、全食餌群とも非トレーニングと比較してトレーニング群で低い値を示した (FS 群 vs. FT 群; $P < 0.001$, CS 群 vs. AS 群; $P < 0.001$, CS 群 vs. FS 群; $P < 0.001$)。

以上のことより、高脂肪食摂取は血中サイトカインレベルを変化させるが、魚油系高脂肪食摂取は動物性高脂肪食と比較し、その変動は小さく、メタボリックシンドロームを予防する食事として魚類の摂取が推奨される。

(実験 4)

体重は普通食 (C) 群に比較し中鎖脂肪高脂肪食 (MCT) 群で有意 ($P < 0.01$) に低い値が得られた。副睾丸脂肪組織重量は C 群と比較し、トリアシルグリセロール高脂肪食 (TG) 群及びジアシルグリセロール高脂肪食 (DG) 群で有意に増加し、約 30% の増加が見られたが、MCT 群では C 群とほぼ同じ値であった。血中レブチンレベルは C 群と比較し、TG 群及び DG 群で約 3 倍の増加が見られ ($P < 0.01$)、MCT 群では約 2 倍の増加となった。血中アディポネクチンレベルは C 群と比較し、TG 群及び DG 群で有意な ($P < 0.001$) 低下を示したが、MCT 群では C 群とほぼ同じ値を示した。脂肪組織重量と血中レブチンの間には $Y = 1.208X - 1.378$ ($r = 0.661$) で有意な正の相関が認められた。また、脂肪組織重量と血中アディポネクチンの間には $Y = -1.133X + 5.444$ ($r = 0.647$) の有意な負の相関が認められた。

以上のことより、高脂肪食摂取は血中サイトカインレベルを変化させるが、中鎖脂肪酸高脂肪食摂取は動物性高脂肪食と比較し、その変動は小さく、メタボリックシンドロームを予防する可能性が示唆された。

実験 1、2、3、4 の結果から、持久的トレーニングやエネルギー源となる脂質の摂取がメタボリックシンドロームを予防や改善する可能性のあることが明らかになった。今後は、持久的トレーニングや不飽和脂肪酸がどのようなメカニズムで体脂肪の蓄積やアディポサイトカインレベルの変動を改善するかについての検討が望まれる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 5 件)

1. 石澤里枝 長期の高脂肪食摂取が血中アディポサイトカインレベルに及ぼす影響. 日本体力医学会近畿地方会. 2010 年 1 月 23 日 神戸
2. 中谷 昭 持久的トレーニングが老齡ラット骨格筋の FABP 含量に及ぼす影響. 日本体育学会 2007 年 神戸
3. Nakatani, A. Effect of high fat diet on fat metabolism in skeletal muscle. KAHPERD International Sport Science Congress. 2007 年 8 月 24 日 ソウル
4. Higashida, K. Long term endurance training and/or igh fat diet feeding increases H-FABP content in rat skeletal muscle. Biochemistry of exercise 13th international conference 2006 年 10 月 21 日 ソウル

5. Nakatani, A. Fish oil high fat diet increases H-FABP content and oxidative enzyme activities in rat skeletal muscle. Biochemistry of exercise 13th international conference 2006 年 10 月 21 日 ソウル

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中谷 昭 (NAKATANI AKIRA)
奈良教育大学・教育学部・教授
研究者番号 : 70116284

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :