

脂質代謝におよぼす市販ウーロン茶および運動負荷の影響

谷 由美子・糟屋 優子

Effects of Oolong Tea on the Market and Exercise on Lipids Metabolism of Rats

Yumiko TANI and Yūko KASUYA

Male-Wistar adult rats were divided into four groups, namely test groups (oolong tea, green tea or coffee) and a control group (water), and each of the test groups was subdivided into non-exercise group and forced swimming (30 min/day) group. The rats were fed 1% cholesterol diet during ten weeks. The following results were obtained:

- 1) Adipose tissue ratio to body weight was slightly low in the green tea groups of both the non-exercise and the exercise. Body weight gain, adipose tissue and liver ratio to body weight significantly decreased in every exercise groups.
- 2) The lipids of liver in the oolong tea group were high level in every non-exercise groups, but were significantly decreased by the exercise.
- 3) Triglyceride and total cholesterol of serum showed that the green tea group was the lowest levels in the non-exercise groups. By taking the exercise, triglyceride in the coffee group decreased, and HDL-cholesterol increased and atherogenic index decreased in every drinking groups.

緒 言

半醱酵茶の代表であるウーロン茶の発祥地は中国福建省北部の武夷山地方といわれ¹⁾、醱酵茶である紅茶と不醱酵茶である緑茶の両方の性質をもち特有の風味が特徴であるが、これが最近の肉、油脂類の多い日本の食事とよく調和することと、その肥満防止の効用が強調されたため急激に消費が増加しているようである。茶葉中の特異成分であるカテキン類は茶葉乾物中に10~20%含まれ、(-) エピカテキン、(-) エピカテキンガレート、(-) エピガロカテキン、(-) エピガロカテキンガレートが主成分であり²⁾、特に (-) エピガロカテキンガレートの含量が50~60%を占め最も多い¹⁰⁾。このカテキン類については、抗酸化作用³⁾⁻⁷⁾、アドレナリンとACTHによる脂肪の動員を抑制する作用⁸⁾⁹⁾、食餌由来コレステロールの吸収を阻害し、糞中排泄を促進することによって血中コレステロールの上昇を抑制する作用¹⁰⁾¹¹⁾および毛細血管の抵抗性の上昇作用¹²⁾などが知られており、緑茶⁷⁾¹³⁾⁻¹⁵⁾およびウーロン茶⁷⁾¹³⁾¹⁶⁾¹⁷⁾の投与と脂質代謝の関係については多くの報告がある。しかしウーロン茶については、かなり高濃度投与の報告が多く、一般に市販されている紙パック入りウーロン茶についての研究はみられない。一方、運動は肥満防止の常法であり、血清の総コレステロール、トリグリセライドを低下させ、HDL

コレステロールを上昇させるなど脂質代謝に好影響をおよぼすことは広く知られている。そこで紙パック入りウーロン茶と運動負荷の脂質代謝におよぼす相乗作用について検討し、一般的嗜好飲料である緑茶およびコーヒーと比較した。

実験方法

1) 実験動物および飼育方法

生後10週齢の Wistar 系雄ラット (350±10g) を日本クレア(株)の C E - 2 で5日間予備飼育後、順調に体重が増加した34匹を飲料別に、水投与群 (対照群)、ウーロン茶投与群、緑茶投与群およびコーヒー投与群にわけ、試験群をさらに非運動区と運動区にわけて合計7区、各区5匹 (但し、対照群4匹) とした。飼料は Table 1 に示した1%コレステロール添加食を1週間の平均飼料摂取量が最低の区にそろえて次週投与することにより、各区の飼料摂取量が等しくなるようにした。また飲料は次のように調整して自由摂取とした。すなわち、ウーロン茶は市販紙パック入りウーロン茶を使用し、緑茶は静岡県掛川市産と三重県員弁郡産の混合茶葉4gに沸騰水100mlを加え2分間浸漬抽出した抽出液を、コーヒーはインスタントコーヒー1gに温湯100mlを加えて溶解したものを使用した。なお飲料中のカフェイン含量は高速液体クロマト法で¹⁸⁾、タンニン含量は、Folin-Denis 法で測定した。飼育は室温22±1℃、相対湿度55±2%、自然採光の空調動物室で行なった。運動群は毎日90ℓ容ポリエチレン製容器に、水道水 (21±2℃) を入れ、5匹同時に30分間遊泳運動を負荷した。

10週間飼育して生後21週齢に一夜絶食後エーテル麻酔下で屠殺解剖し、門脈より採血後血清を分離し、脂肪組織 (腎臓、副睾丸周囲の脂肪など腹腔の脂肪組織) および肝臓重量を測定した。血清および肝臓は脂質分析に供した。飼育期間中は週2回体重測定し、飼料摂取量は毎日測定した。なお飼育開始時体重 (11週齢) と飼育終了時体重 (21週齢) の差を体重増加量とした。

2) 肝脂質の測定

肝臓は生理食塩水で洗浄し、脂質をクロロホルム・メタノール混液 (2:1) 100倍量で磨碎抽出し、これを供試液として次の方法で肝脂質の定量を行なった。総脂質 (TL) は重量法、トリグリセライド (TG) はトリグリセライドテストワコー (和光純薬工業KK) を使用した比色法、総コレステロール (T-chol) は Zak-Henly 法で定量した。

Table 1 Composition of diet

Contents	g/100g	Energy ratio %
Corn starch	50.75	44
Casein	18	16
Lard ¹⁾	20	40
Cellulose	4	
Mineral mixture ²⁾	4	
Vitamin mixture ³⁾	2	
Cholesterol	1	
Sodium cholate	0.25	

1) Yoneyama Chemical ind Ltd

2) Mixture of minerals is prepared by Harper's method (Oriental Yeast Co, Ltd)

3) Mixture of vitamins is purchased from Oriental Yeast Co, Ltd

3) 血清脂質の測定

TG は TG キット GN (日本商事KK) を使用した酵素法, T-chol は Zak-Henly 法, HDL-chol は HDL-コレステロールテストワコー (和光純薬工業KK) を使用し, (T-chol-HDL-chol) / HDL-chol より動脈硬化指数を算出した.

実験結果および考察

1) 体重増加量, 肝臓重量および脂肪組織量におよぼす飲料および運動負荷の影響

実験結果を Fig. 1 に示した. 飼料摂取量は全飼育期間の平均が19.2~19.8 g/匹/日となり各区間に有意差なく, 各区とも順調に体重は増加した. 体重増加量は非運動群, 運動群とも飲料による差はなく, 運動負荷によって各飲料群とも有意に ($p < 0.01$, 但しコーヒー群は $p < 0.05$) 低下した. 脂肪組織の体重比は非運動群, 運動群とも緑茶区で低い傾向がみられた. またいずれの飲料群も運動負荷で体重増加量と同様に有意に低下した. ウーロン茶には脂肪組織からの脂肪動員抑制作用があり⁷⁾, またアドレナリン誘導性の脂肪分解能を茶葉タンニン中最も含量の多い (-) エピガロカテキンガレートは抑制⁷⁾⁻⁹⁾シカフェインは亢進する¹⁹⁾²⁰⁾といわれて

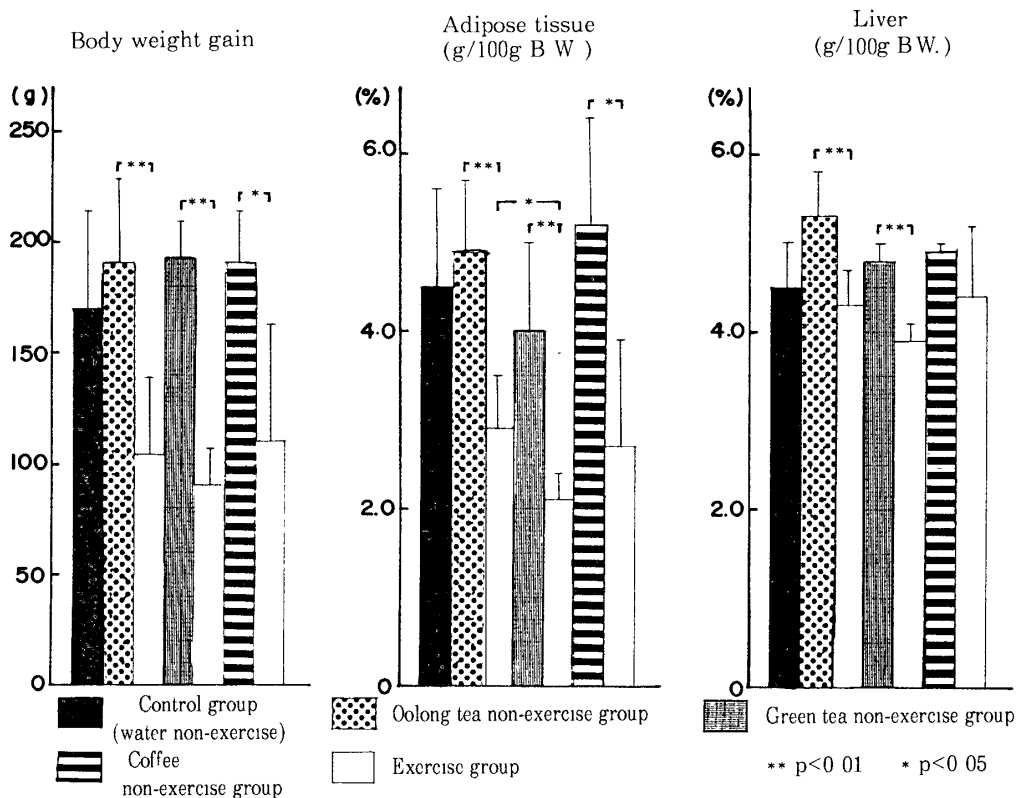


Fig. 1 Effects of various drink and exercise on body weight gain, adipose tissue and liver in cholesterol-fed rat

Values are mean \pm S.D. of four (control group) and five (test groups) rats
Male-Wistar adult rats were fed 1% cholesterol diet (see Table 1) during ten weeks and each group was fed equal energy. Exercise groups were made to swim (30min/day)

Table 2 Effects of various drink and exercise on liver lipids in cholesterol-fed rat

Groups	Total lipid (g/100g)	Triglyceride (g/100g)	Total cholesterol (g/100g)
Water	25.0 ± 3.3	7.3 ± 1.3	9.5 ± 0.6
Oolong tea			
Non-exercise	36.5 ± 2.0	9.0 ± 2.0	11.7 ± 1.2
Exercise	21.3 ± 1.3	4.2 ± 0.5	8.0 ± 0.9
Green tea			
Non-exercise	23.0 ± 2.5	7.5 ± 1.4	7.9 ± 1.7
Exercise	22.2 ± 2.6	4.2 ± 1.1	9.4 ± 0.8
Coffee			
Non-exercise	25.9 ± 4.1	7.3 ± 2.1	9.2 ± 0.6
Exercise	26.4 ± 2.0	3.3 ± 1.1	9.9 ± 1.5

Values are mean ± S. D. of 4 (control group) and 5 (test groups) rats

** p<0.01 * p<0.05

Experimental conditions are as described in Fig. 1

いるが、これら相反する作用の複合的な相互作用のメカニズムについては不明である。本研究の飲料中のカフェインおよびタンニン含量は各々ウーロン茶10.9, 50mg/100g, 緑茶77.0, 270mg/100g, コーヒー40.9, 130mg/100gであり、ウーロン茶はいずれの含量も少なく、緑茶は最も多く、飲水量は試験群の各飲料群間に有意差がみられなかったことより、緑茶群における脂肪組織の減少傾向はカフェインの影響が著しかったものと推察した。体重増加量、脂肪組織の体重比とも飲料よりむしろ運動負荷の影響が顕著にみられ、ウーロン茶群においても、水投与群に比べて非運動区ではほとんど差がなく、運動区で著しく低下した。肝臓の体重比も同様に非運動群、運動群とも飲料による差はなく、いずれの飲料群も運動区で低下し、ウーロン茶および緑茶群に有意差 (p<0.01) が認められた。飼料にコレステロールを添加した脂肪

食を用いたため、すべての検体に解剖時肉眼的に脂肪肝がみられたが、前報²¹⁾の脂肪肝に関する実験結果と同様に運動群において、肉眼的所見に改善がみられ、肝臓の体重比も低下し運動の効果が認められた。

2) 肝脂質におよぼす飲料および運動負荷の影響

測定結果を Table 2 に示す。非運動群において TL, TG, T-chol とともにウーロン茶区が高い傾向があり、TL および T-chol については有意に ($p < 0.01$) 高値を示した。またタンニン含量の多い緑茶区で TL および T-chol は低い傾向がみられた。カテキン類に肝臓の TL および T-chol を低下させる作用¹¹⁾があること、(-) エピガロカテキンガレートが肝臓の TL, T-chol および TG¹⁰⁾を低下させることが報告されており、本研究においてもタンニン含量の多かった緑茶区に低下傾向がみられた。一方タンニン類の没食子酸により脂肪肝の促進作用²²⁾があること、およびウーロン茶の酢酸エチル抽出物は過酸化コーンオイル投与による肝障害をさらに悪化させる傾向⁷⁾があるなどの報告もあり、本研究においてウーロン茶区の肝脂質が高値を示したこととの関連性はさらに検討する必要がある。

運動負荷が肝脂質の蓄積を抑制することは広く知られており²¹⁾²³⁾⁻²⁵⁾、本研究においてもウーロン茶群で運動負荷の効果が顕著にみられ、TL, TG, T-chol とともに運動区で有意に ($p < 0.01$) 低下し、TL と T-chol は最低値を示した。TG は緑茶群、コーヒー群においても運動負荷で有意に ($p < 0.01$) 低下した。

3) 血清脂質におよぼす飲料および運動負荷の影響

実験結果は Table 3 に示したとおり、非運動群においては、水投与群に比べて試験群の方が TG, T-chol, HDL-chol は低く、動脈硬化指数は高い傾向がみられ、特に緑茶区の TG および T-chol は最も低値を示したが有意差はなかった。ウーロン茶による T-chol, TG の上昇抑制作用の報告は多く⁷⁾¹³⁾¹⁶⁾¹⁷⁾、緑茶については T-chol の上昇抑制作用¹⁰⁾¹¹⁾¹⁴⁾、HDL-chol の上昇、LDL-chol の低下による血中 chol レベルを正常化する作用¹⁵⁾が知られている。そして T-chol の低下はカテキン類による食餌コレステロールの吸収阻害ならびに糞中への排泄促進作用のためといわれている¹⁰⁾¹¹⁾。しかしこれらの報告は通常濃度の 5 ~ 20 倍のものまたは粗製カテキン類を投与しているが、本研究で使用した紙パック入りウーロン茶は濃度が低く、タンニン含量が少なかったため水投与群との有意差はなかったが、TG, T-chol に低下傾向が認められた。そして通常飲水濃度の約 2 倍で、タンニン含量が最も多かった緑茶区で TG, T-chol の低下が顕著であった。

運動負荷によって TG および T-chol はウーロン茶群とコーヒー群で低下傾向がみられ、TG はコーヒー群で有意に ($p < 0.05$) 低下した。HDL-chol はいずれの飲料群も運動区で上昇し、緑茶群とコーヒー群に有意差 ($p < 0.05$) を認めた。動脈硬化指数は HDL-chol と逆に、非運動群に比して運動群で低値となり、コーヒー群は有意差 ($p < 0.01$) を示した。従来より運動負荷によって血清 TG, T-chol が低下し²⁴⁾²⁶⁾²⁷⁾、HDL-chol が上昇すること²⁸⁾⁻³⁰⁾は多く報告されており、今回の一日 30 分間の遊泳運動も同様に血清脂質に好影響をおよぼした。

ラットの飲料を自由摂取とすると、嗜好の点でその濃度に限界があることと、日常ヒトが摂取する濃度に近い状態における検討が目的だったため、飲料間に有意差が現われにくい結果となった。しかし、水投与群に比べて試験群では血清 TG および T-chol に低下傾向が認められ、岩田ら¹⁰⁾¹¹⁾¹⁶⁾が述べているように、これらはカテキン類の作用によると思われる。また茶の主成分であるカフェインもアドレナリン誘導性脂肪分解能の亢進作用¹⁹⁾²⁰⁾が認められており、カテキン類のアドレナリン、ACTH による脂肪動員を抑制する作用⁸⁾⁹⁾と相互関連して脂質代謝に

関与しているものと思われる。従って肥満防止および脂質代謝への影響は、ウーロン茶に特異的なものではなく、カテキン類ならびにカフェインの作用によるものであり、紙パック入りウーロン茶のような低濃度の場合は顕著な影響はみられず、運動負荷の効果に有意性がみられた。

Table 3 Effects of various drink and exercise on serum lipids in cholesterol-fed rat

Groups	Triglyceride (mg/dl)	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	Atherogenic index
Water	83.7 ± 44.1	111.8 ± 45.6	41.6 ± 13.6	1.5 ± 0.6
Oolong tea				
Non-exercise	62.1 ± 25.3	102.4 ± 10.6	34.1 ± 5.1	2.1 ± 0.6
Exercise	58.1 ± 18.3	92.6 ± 16.1	39.2 ± 13.0	1.5 ± 0.5
Green tea				
Non-exercise	40.8 ± 23.2	96.6 ± 16.2	32.0 ± 7.3	2.2 ± 1.0
Exercise	54.8 ± 23.0	104.0 ± 20.7	44.3 ± 7.6	1.5 ± 0.9
Coffee				
Non-exercise	67.9 ± 20.5	104.1 ± 28.9	31.1 ± 5.7	2.3 ± 0.6
Exercise	37.2 ± 7.9	84.3 ± 12.2	38.0 ± 2.9	1.2 ± 0.4

Values are mean ± S. D. of 4 (control group) and 5 (test groups) rats

** p < 0.01 * p < 0.05

Experimental conditions are as described in Fig. 1

要 約

成熟ラットを1%コレステロールを含む脂肪食で(各区とも等量投与)、水、紙パック入りウーロン茶、緑茶およびコーヒーを飲料として10週間飼育し、脂質代謝におよぼす影響を飲料特に紙パック入りウーロン茶と運動負荷の相互作用について検討した。

- 1) 体重増加量および肝重量の体重比は飲料による差はなく、脂肪組織の体重比は非運動群、運動群とも緑茶区が低い傾向を示した。また体重増加量、脂肪組織の体重比、肝重量の体重比とも、いずれの飲料群も運動負荷で低下した。
- 2) 肝脂質については非運動群において、ウーロン茶区で高い傾向がみられ TL および T-chol は有意に高値を示し、緑茶区が最も低値を示した。運動負荷によってウーロン茶群は TL, TG, T-chol とも、TG は他の飲料群も有意に低下した。
- 3) 血清脂質については非運動群において、緑茶区の TG および T-chol が最も低値を示した。運動負荷によって TG はコーヒー群で有意に低下し、HDL-chol はいずれの群も上昇し、緑茶群およびコーヒー群に有意差を認めた。動脈硬化指数はいずれの群も低下し、コーヒー群に有意差を認めた。

引 用 文 献

- 1) 岩浅潔：食品と開発，**22**，26 (1986)
- 2) 池ヶ谷賢次郎：食品と開発，**22**，20 (1986)
- 3) 梶本五郎，池田裕二郎，向井克憲：栄養と食糧，**22**，473 (1969)
- 4) 守康則，三谷璋子：家政誌，**29**，148 (1978)
- 5) 松崎妙子，原征彦：農化，**59**，129 (1985)
- 6) T Okuda, Y Kimura, T Yoshida, T. Hatano, H Okuda and S Arichi : Chem Pharm. Bull., **31**, 1625 (1983)
- 7) 木村善行，奥田拓道，毛利和子，奥田拓男，有地滋：栄養誌，**37**，223 (1984)
- 8) Y Kimura, H Okuda, T Okuda, T Yoshida, T. Hatano and S. Arichi : Chem. Pharm. Bull., **31**, 2497 (1983)
- 9) Y. Kimura, H Okuda, T. Okuda, T. Yoshida, T. Hatano and S. Arichi : Chem Pharm. Bull., **31**, 2501 (1983)
- 10) 福與真弓，原征彦，村松敬一郎：栄養誌，**39**，495 (1986)
- 11) K. Muramatsu, M. Fukuyo and Y Hara : J Nutr. Sci. Vitaminol., **32**，613 (1986)
- 12) D. N. Das : Ann. Biochem Exp. Med., **23**，219 (1963)
- 13) 平原睦美，石橋源次，行実直美：九州女子大学紀要，**20**，100 (1985)
- 14) M. Sano, Y. Takenaka, R. Kojima, S. Saito, I Tomita, M Katou and S. Shibuya : Chem. Pharm Bull., **34**，221 (1986)
- 15) 福生吉裕，小林陽二，小沢良寿，稲葉治樹，渋谷敏道，大塚博，羽田和正，大内德行，飯島紘栄，赫彰郎，大橋和史，川守田光雄，津島隆也，瀬田建一，新城之介：動脈硬化，**10**，981 (1982)
- 16) 岩田多子，稲山貴代，三輪里美，川口一男：栄養誌，**40**，469 (1987)
- 17) 宮川豊美，川村一男：医学と生物学，**103**，213 (1981)
- 18) H. Terada and Y Sakabe : J Chromatography, **291**，453 (1984)
- 19) S Bellet, A Kershbaum and E. M Fink : Metab Clin. Exp., **17**，702 (1968)
- 20) M. A. Rizack : J. Biol Chem., **239**，392 (1963)
- 21) 谷由美子，宮地成子：名古屋女子大紀要，**32**，69 (1986)

- 22) Z Glick and M A Joslyn : J Nutr , **100**, 509 (1970)
- 23) M. Yashiro and S Kimura : J Nutr Sci Vitaminol , **25**, 213 (1979)
- 24) 屋代正範, 木村修一 : 脂質研究, **22**, 211 (1980)
- 25) M Yashiro and S Kimura : J Nutr. Sci. Vitaminol , **26**, 59 (1980)
- 26) 鈴木正成, 橋場直彦, 佐藤雄二, 加藤剛 : 脂質研究, **22**, 208 (1980)
- 27) B Kiens, I Joergensen, S Lewis, G Jensen, H Lithell, B Vessby, S Hoe and P Schnohr : Eur J Clin. Invest., **10**, 203 (1980)
- 28) E Cullinane and B Lazarus : Clin Acta , **109**, 341 (1981)
- 29) A. Berg, J Johns, M Baumstark and J Keul : Int J Sports Med , **2**, 121 (1981)
- 30) A. A. Richard and H B Marcia : Proc Soc Exptl Biol Med , **134**, 1043 (1970)