

## 短期間における茶カテキン摂取時の持久力運動が体組成と 尿中 C-ペプチド、血中脂質に及ぼす影響

岡田昌己\*

### Effect of Endurance Physical Exercise with Tea Catechin in a Short Term on Body Composition and Urinary C-peptide and Blood Lipid Components

Masaki OKADA\*

#### Abstract

This study investigated the short-term effects of endurance exercise with tea catechin. Six healthy female university students participated in the crossover experiment for eight days (four days×2). In the first two days, all subjects spent their daily lives without exercise [rest-period]. Then, we divided the subjects into two groups and they spent another two days. One group exercised at an intensity of approximately 50% of their maximal oxygen uptake [Ex-period]. They consumed 440 kcal. The other group did the same exercise with tea catechin [TC-Ex-period]. During the experiment, the subjects ate experimental diets (Energy:2200kcal, Protein:11.8%, Fat:27.8%, Carbohydrate:60.4%). Body composition (body weight, body fat ratio, body fat mass, lean body mass, and muscle mass) and blood lipid components (total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, and triglycerides (TG)) were measured at 7:00 AM every day. Total urine samples for 24 hours were collected between 7:00 AM and 7:00 AM. Creatinine and C-peptide excretion were measured from the urine samples.

Body composition, creatinine excretion, C-peptide excretion, and blood lipid components were unchanged. However, a significant negative correlation between the blood TG in the rest period and the increase in blood TG on the first exercise day in the TC-Ex-period was observed.

Exercise with tea catechin was suggested to be more effective than exercise alone for decreasing the short-term blood TG levels for those with high blood TG.

キーワード：運動、茶カテキン、尿中 C-ペプチド、血中脂質

---

\*人間健康学部 健康栄養学科

## 1. 緒言

我が国の医療費は、年々増加傾向をたどり、平成28年度の医療費総計は41.3兆円にまで達した<sup>1)</sup>。医療費の増加傾向を裏付けることとして、生活習慣病やそれに伴う合併症の増加も要因の一つとして考えられる。平成28年の国民健康・栄養調査では、肥満者 (BMI  $\geq 25\text{kg}/\text{m}^2$ ) の割合は、男性で31.3%、女性で20.6%であり、「糖尿病が強く疑われる者」「糖尿病の可能性を否定できない者」の割合が24.2%<sup>2)</sup>であった。また、平成26年患者調査によると、高脂血症 (脂質異常症) の総患者数は、206.2万人、糖尿病の総患者数は、316.6万人であった<sup>3)</sup>。これらの疾患の予防には、糖・脂質代謝を改善していくことが考えられる。

糖・脂質代謝の改善においては、日常的に運動習慣を増やすことや、様々な栄養機能成分が利用されている。適度な有酸素運動により、脂肪燃焼を亢進させ、血中トリアシルグリセリド値は低下し、HDL-コレステロール値が上昇する<sup>4)</sup>。また、運動中、骨格筋はインスリン非依存的に糖を取り込み<sup>5)</sup>、インスリン抵抗性の改善効果が期待できる<sup>6)</sup>。一方、高濃度茶カテキンの継続的な摂取における肥満改善や内臓脂肪の減少について多くの研究がなされている<sup>7) -10)</sup>。更に、茶カテキン摂取を組み合わせた運動による脂肪酸化促進や脂肪利用率増加の報告もある<sup>11) 12)</sup>。

しかし、これらの研究は、茶カテキンの長期的な摂取の結果が多く、短期間における茶カテキン摂取と運動を組み合わせた研究は少ない。

そこで本研究では、短期間における茶カテキン摂取時の持久力運動により、体組成や尿中C-ペプチド、血中脂質に変動がみられるかを比較検討した。

## 2. 実験方法

### (1) 被験者

被験者は、普段特別な運動を行っていない女子学生6名 (年齢:  $21.2 \pm 0.4$ 歳、身長:  $157.6 \pm 3.6\text{cm}$ 、体重:  $50.9 \pm 3.1\text{kg}$ ) を用いた。実験を行うにあたり、被験者には事前に実験の趣旨や方法を説明し、承諾書への署名の手続きを経て了承を得た。また、ヒトを対象とする本実験を実施するにあたっては、ヘルシンキ宣言の精神に則ることを遵守した。

### (2) 実験期間

2017年8月21日 (月) ~ 9月8日 (金) の間に行った。

### (3) 実験手順

本研究は、駒沢女子大学・駒沢女子短期大学研究倫理委員会による承諾を得て行われた。(承認番号: 2017-18)

4日間連続した実験を2回、計8日間行った。被験者の半数は、4日間のうち1日目、2日目は、特別な運動を行わない日常生活を過ごしてもらい (以後、[安静期] とする)、3日目、4日目は、日常生活の他に運動負荷実験を行った (以後 [運動期])。また、数日の休養期間後、

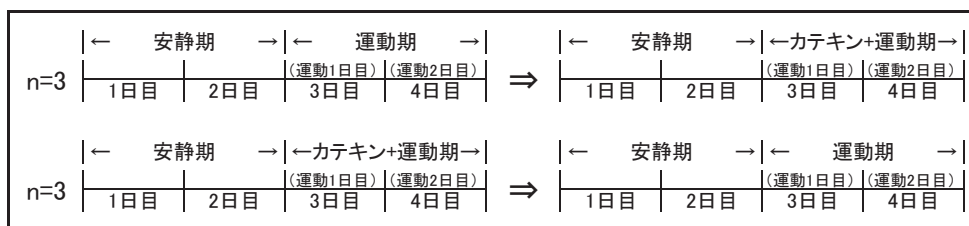


図1 実験スケジュール

次の4日間では、1日目、2日目は、日常生活を過ごしてもらい、3日目、4日目は、高濃度茶カテキン飲料摂取後に運動負荷実験を行った（以後、[カテキン+運動期]とする）。残りの半数の被験者は、はじめの4日間は[安静期]⇒[カテキン+運動期]、その後の4日間で[安静期]⇒[運動期]の手順で実験を行った。実験スケジュールを図1に示す。

#### (4) 実験食

実験食は、「日本人の食事摂取基準：2015年版」の50kgの女性の推奨量・目安量に準じたものとし、摂取エネルギー量は2,200kcalとした。朝食は8：00～8：30、昼食は13：00～13：30、夕食は18：30～19：00の間にそれぞれ摂取してもらった。また、飲料水として市販の飲料水（南アルプスの天然水：サントリーホールディングス株式会社）を自由に摂取してもらい、毎日の飲水量を記録した。実験食の献立、実験食の栄養素量を表1、表2に示す。

#### (5) 運動負荷試験と高濃度茶カテキン飲料の摂取

[運動期]、[カテキン+運動期]に、最大酸素摂取量50%程度を目標強度として運動負荷試験を行った。運動は、自転車エルゴメーター（キャットアイエルゴメーター EC-2300：株式会社キャットアイ）を用いて行い、1回の運動では、運動⇒休息⇒運動として220kcalを消費し、

それを午前（10：30～12：30の間）と午後（15：30～17：30の間）の2回行うことによって、1日の運動による消費エネルギーを440kcal（1日摂取カロリー2200kcalの1/5）とした。茶カテキンの摂取には、高濃度茶カテキン飲料350mL（カテキン量540mg/350mL ヘルシア緑茶：花王株式会社）を午前と午後の2回、共に運動の30分前に被験者に摂取させた。

#### (6) 測定項目、採取試料と測定法

##### 1) 体組成

体組成測定は、体重、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量、筋肉量を測定した。測定には、業務用マルチ周波数体組成計（MC-19：株式会社タニタ）を用いて、早朝7:00起床後、完全排尿を済ませた後に直ちに測定した。

##### 2) 尿サンプル

尿は、実験期間中に毎日採取した。朝7:00に完全排尿させ、次の日の朝7:00までの尿を1日分の尿サンプルとした。得られた尿サンプルから、尿量、尿中クレアチニン（Cr）排泄量、尿中Cペプチド（CPR）排泄量を測定した。また、尿中Cr排泄量はjaffe法<sup>13)</sup>、尿中CPR排泄量はCLIA法（化学発光免疫測定法）にて測定した。（尿中CPR排泄量の測定は、株式会社LSIメディエンスに依頼した。）

表1 実験食の献立

朝食	昼食	夕食
食パン	ミートソーススパゲティ	ご飯
オムレツ	魚肉ソーセージ	みそ汁
付け合わせ(ブロッコリー、トマト)	フルーツグラノーラ	お魚豆腐ハンバーグ
フルーツグラノーラ	アセロラジュース	付け合わせ(いんげん、コーン、人参)
野菜ジュース	リンゴゼリー	マッシュポテト
ヨーグルト		ウエハース パニラ味
サプリメント(亜鉛、クロム、セレン)		

表2 実験食の栄養素量

エネルギー	2200kcal	(PFC比率)
たんぱく質	64.8g	11.8%
脂質	67.8g	27.8%
炭水化物	319.1g	60.4%

### 3) 血中脂質

血中脂質成分は、体組成測定後直ちに測定した。測定には、コバス b101 (ロシュ・ダイアグノスティックス株式会社) を使用し、血中総コレステロール (CHOL)、トリアシルグリセロール (TG)、HDL コレステロール、LDL コレステロール、Non-HDL コレステロール、総コレステロール/HDL コレステロール (CHOL/HDL) を測定した。

### (7) 統計処理

データの統計処理にあたっては、IBM SPSS Statistics 24にて、安静期と運動期、安静期とカテキン+運動期の比較には、それぞれ反復測定による一元配置分散分析と Bonferroni 法による多重比較検定を実施した。また、運動と茶カテキンを要因とした反復測定二元配置分散分析を用いて交互作用を検討した。2変数間の関係に関しては、Pearson の積率相関分析を用いた。なお、危険率5%未満で有意差があるものとした。

### 3. 結果と考察

安静期1日目は実験前日の食事や日常生活の

影響があると考え、2日目の値を [安静期] の値とした。

飲量、尿量、飲量-尿量の変動の結果を表3に示す。飲量は、[安静期] に比べ [カテキン+運動期] の2日間で有意に増加したが、これは高濃度茶カテキン飲料摂取のために増加したものと考えられる。また、飲量-尿量は、[安静期] に比べ [運動期] の2日間、[カテキン+運動期] の2日間共に有意に増加した。運動時に発汗があると、体内水分量が減少するので、これを防止するために尿中水分が再吸収されて水が補充される<sup>14)</sup> ことが言われている。これは、多量の発汗などによる血液濃縮により、下垂体後葉からバソプレシン (抗利尿ホルモン) が分泌し、腎臓での水分の再吸収が促進されて尿量を減少させている<sup>15)</sup>。これらのことから、運動による発汗のために、尿からの水分排泄が抑制され、飲量-尿量は増加したものと考えられる。

体組成の変動の結果を表4に示す。体組成では各項目で有意な差がなかったことから、運動やカテキンによる脂肪燃焼は、今回の条件の元では体脂肪量を減少させるほどではなかったことがわかる。また、体重にも変化がなかったことから、前述したとおり水分出納は、発汗のた

表3 1日の飲量、尿量、飲量-尿量の変動

	安静期	運動期		安静期	カテキン+運動期	
		運動1日目	運動2日目		運動1日目	運動2日目
飲量 (mL)	2579±112	2945±126	2980±221	2339±124	3032±150**	2978±183*
尿量 (mL)	1702±90	1453±178	1250±202	1577±224	1528±178	1439±220
飲量-尿量 (mL)	883±121	1475±62**	1575±154**	757±1347	1521±128**	1695±178**
平均値±標準誤差	安静期との有意差		*p<0.05	**p<0.01		
※飲量には、食事の水分量、高濃度茶カテキン飲料を含む。						

表4 体組成の変動

	安静期	運動期		安静期	カテキン+運動期	
		運動1日目	運動2日目		運動1日目	運動2日目
体重 (kg)	50.58±1.06	50.36±1.06	50.50±1.10	50.29±1.07	49.95±1.18	50.13±1.14
体脂肪率 (%)	25.18±1.68	24.97±1.82	24.83±1.85	24.78±1.83	24.98±1.60	25.13±1.66
体脂肪量 (kg)	12.80±1.03	12.65±1.11	12.62±1.12	12.55±1.12	12.55±1.02	12.69±1.05
除脂肪量 (kg)	37.78±0.62	37.71±0.63	37.89±0.70	37.75±0.61	37.39±0.60	37.46±0.59
筋肉量 (kg)	35.53±0.57	35.58±0.58	35.74±0.64	35.61±0.56	35.28±0.55	35.33±0.54
平均値±標準誤差						

表5 尿中クレアチニン (Cr) 排泄量、尿中 C ペプチド (CPR) 排泄量の変動

	安静期	運動期		安静期	カテキン+運動期	
		運動1日目	運動2日目		運動1日目	運動2日目
Cr(mg)	919.2±48.3	933.7±43.6	907.5±30.1	908.4±53.0	900.4±43.9	893.4±46.8
CPR(μg)	74.8±13.1	64.1±8.2	63.2±8.3	80.3±18.0	73.6±15.4	76.2±15.0
平均値±標準誤差						

めに失われた水分が、尿量排泄の抑制によりバランスが保たれていることがわかる。

尿中 Cr、尿中 CPR 排泄量の変動の結果を表5に示す。尿中 Cr 排泄量は、[安静期]と[運動期]、[安静期]と[カテキン+運動期]の間に有意な差はなかった。尿中 Cr 排泄総量は、筋肉量に正相関することが知られている<sup>16)</sup>。また、尿中 Cr 排泄量は、運動中または運動後一過性に減少傾向を示すが、個人間で24時間においては変動がみられない<sup>17)</sup>ことが言われている。前述の結果より筋肉量に変動がなかったことから、24時間蓄尿での尿中 Cr 排泄量に変化がなかったと思われる。

CPR は、プロインスリンの分解によってインスリンと1:1の比率で生じ、血中に放出される<sup>18)</sup>。尿中 CPR は、ある期間の総インスリン分泌量を反映しており、より動的な指標となり得る<sup>19)</sup>。角田ら<sup>20)</sup>の研究では、運動負荷によ

りインスリンの分泌が低値傾向を示し、尿中 CPR 排泄量は減少し、また、山田ら<sup>21)</sup>の研究では、スキムミルク摂取により増加した尿中 CPR 排泄量は、運動により抑制されると言われている。さらに、長谷ら<sup>10)</sup>の研究では、茶カテキンの12週間摂取において、インスリンが有意に低下することが言われている。本研究において、尿中 CPR 排泄量は、[安静期]に比べて[運動期]、[カテキン+運動期]共に平均値は低値を示してはいたものの、有意な差はなかった。この件に関しては、茶カテキン摂取量、運動強度、運動時間を含めた検討がなお必要である。

血中脂質成分の変動、各被験者の血中 TG 濃度の変動の結果を表6、表7に、[安静期]と[運動1日目-安静期]、[安静期]と[運動2日目-安静期]の血中 TG 濃度の相関関係をそれぞれ図2、図3に示す。血中脂質成分においてそ

表6 血中脂質成分の変動

	安静期	運動期		安静期	カテキン+運動期	
		運動1日目	運動2日目		運動1日目	運動2日目
CHOL(mg/dL)	142±9	142±8	134±11	142±8	142±10	141±10
TG(mg/dL)	93±10	88±8	84±7	96±15	78±9	76±8
HDL(mg/dL)	63±5	63±4	64±5	63±5	66±5	65±4
LDL(mg/dL)	60±7	62±7	64±8	60±7	61±7	60±8
Non-HDL(mg/dL)	79±8	79±8	80±9	79±9	77±9	76±9
CHOL/HDL	2.3±0.2	2.3±0.2	2.3±0.2	2.3±0.2	2.2±0.2	2.2±0.2
平均値±標準誤差						

表7 各被験者の血中 TG 濃度 (mg/dL) の変動

被験者	安静期	運動期		安静期	カテキン+運動期	
		運動1日目	運動2日目		運動1日目	運動2日目
A	92	94	94	97	89	95
B	132	121	107	147	102	102
C	96	78	88	99	99	95
D	75	80	70	52	56	56
E	101	92	85	123	66	76
F	60	60	61	59	56	57

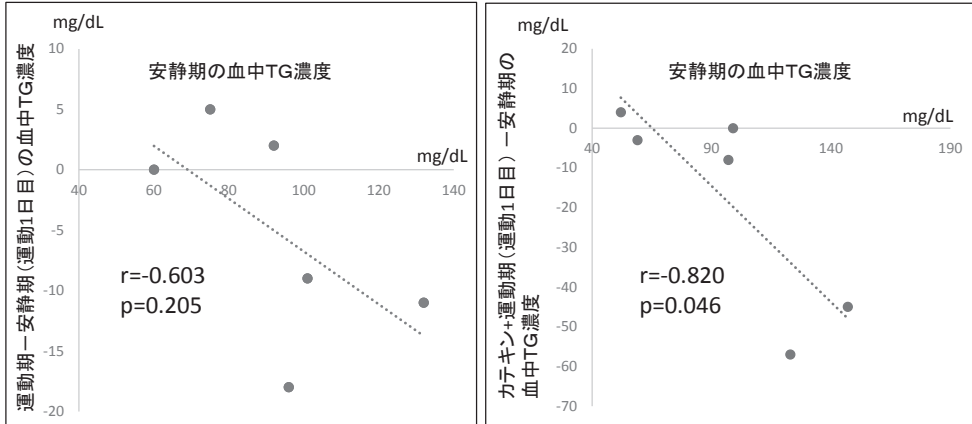


図2 安静期と運動1日目-安静期の血中TG濃度の相関関係

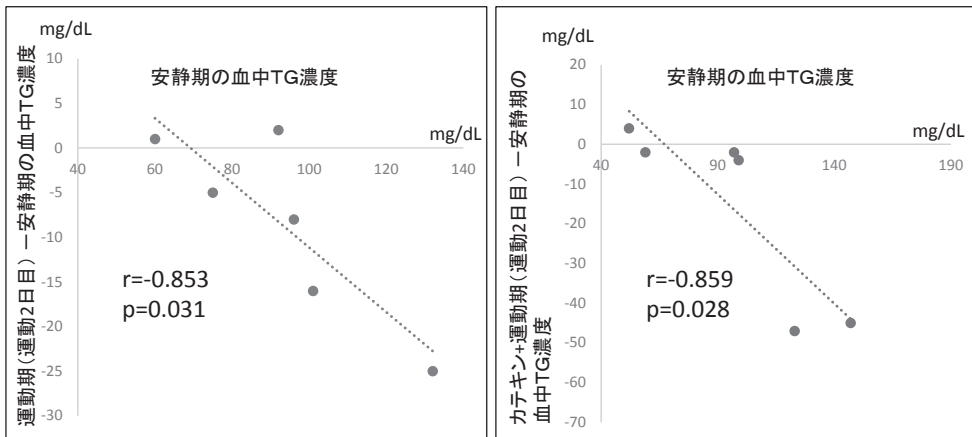


図3 安静期と運動2日目-安静期の血中TG濃度の相関関係

れぞれ有意な差は見られなかった。特に、血中TG濃度は、[安静期]に比べ[運動期]、[カテキン+運動期]で低値を示し、また、[運動期]に比べて[カテキン+運動期]の方が低値を示したが、それぞれの間には有意な差はなかった。しかし、[安静期]の血中TG濃度が100mg/dL以上である被験者(6名中2名)は、血中TG濃度の減少割合が、[運動期]より[カテキン+運動期]の方がより減少していた。その減少割合は、運動1日目では、[運動期]に比べ[カテキン+運動期]で4倍以上、運動2日目では2倍前後であった。また、[安静期]と[運動2日目-安静期]の血中TG濃度には、[運

動期] ( $r = 0.853$ ,  $p = 0.031$ )、[カテキン+運動期] ( $r = 0.859$ ,  $p = 0.028$ ) 共に有意な負の相関関係がみられたのに対して、[安静期]と[運動1日目-安静期]では、[カテキン+運動期] ( $r = 0.820$ ,  $p = 0.044$ ) にのみ有意な負の相関関係がみられた。長期間の茶カテキン摂取であっても、比較的BMIが高い人や、肥満者は、標準体重の人に比べてBMIや腹部等の脂肪面積が減少しやすい<sup>8) 10)</sup>ことが言われている。これらのことから、健常者においても普段血中TG濃度が高い人では、運動だけに比べて、茶カテキンを摂取して運動を行う方が、血中TG濃度が短期間でもより減少する可能性が考えら



れた。

血中 TG 濃度が正常範囲内の人であっても高値の人は、高 TG 血症に関連する疾病予防のために、それ以上悪化させないことが重要である。しかし、日常生活において長期間、毎日欠かさず運動を行うことやある特定のものを摂取し続けることは難しい人も多いと思われる。本研究において、血中 TG 濃度が比較的高い人にとっては、茶カテキン摂取と運動の組み合わせにより、短期間でも血中 TG 濃度がより減少する可能性が考えられた。このことから、毎日ではなく数日に1回であっても、カテキン摂取を組み合わせた運動により、高値である血中 TG 濃度を減少させ、疾病の予防に繋がるのではないかとということが考えられた。

**COIに関する記載：**本論文に関連し開示すべき COI はない。

#### 4. 謝辞

本研究を遂行するにあたって、ご協力いただいた本校の被験者の皆様、2017年度卒業岡田研究室の皆様、暖かくご指導いただいた、工藤俊先生、田邊解先生に厚く御礼申し上げます。

#### 5. 参考文献

- 1) 厚生労働省保険局調査課 (2017) 平成28年度医療費の動向
- 2) 厚生労働省 (2017) 平成28年国民健康・栄養調査
- 3) 厚生労働省、平成26年 (2014年) 患者調査
- 4) 高松薫、山田哲雄 編集 (2010) 運動生理・栄養学 [第3版]、p76、建帛社、東京
- 5) V. カッチ、マッカードル、F. カッチ 著 (2017) 運動生理学大辞典 健康・スポーツ現場で役立つ理論と応用、p350-360、西村書店、東京

- 6) 高本偉碩、門脇孝 (2004) : 運動とインスリン抵抗性、糖尿病、47 (8), 622-625
- 7) 土田隆、板倉弘重、中村治雄 (2002) カテキン類の長期摂取によるヒトの体脂肪低減作用、progress in Medicine、22 (9), 127-141
- 8) 大塚和弘、内田裕子、湯沢正幸ら (2002) 茶カテキン類による女性の体脂肪代謝に及ぼす効果、栄養 - 評価と治療、19 (3), 365-376
- 9) Nagao T, Meguro S, Soda S, Otsuka A, et al (2001) Tea Catechin Suppress Accumulation of Body Fat in Human. J Oleo Sci 50 (9):717-728
- 10) Hase T, Komine Y, Meguro S, Takeda Y, et al (2001) Anti-obesity Effects of Catechins in Human. J Oleo Sci 50 (7):599-605
- 11) Takeshima S, Kataoka K, Shibata E, Hoshino E (2004) The long term intake of catechins improves lipid catabolism during exercise. Prog Med 24 (12):3371-3379
- 12) Ota N, Soda S, Shimotoyodome A, Haramizu, et al (2005) Effect of Combination of Regular Exercise Intake on Energy Expenditure in Human. J Health Sci 51 (2):233-236
- 13) 伊藤順子、志田万里子 編著 (2003) 新しい生化学・栄養生理学実験、p123-125、三共出版株式会社、東京
- 14) 伊藤朗 編著 (1991) 図説・運動生理学入門 - 生理・生化学から運動処方まで -、p92、医歯薬出版株式会社、東京
- 15) 中里浩一、岡本孝信、須永美歌子 (2016) 1 から学ぶスポーツ生理学 [第2版]、p116、シナノ印刷株式会社、東京

- 16) 川村一男 編著 (2002) 新訂・解剖生理学  
実験 [第2版]、p100、株式会社建帛社、  
東京
- 17) 川崎晃一、上園慶子、上野道雄、吉川和利  
ら (1984) 尿中クレアチニン排泄量に關する  
研究-24時間排泄量に及ぼす年齢、性、  
運動および食塩摂取量の影響と日周運動-、  
健康科学、6、1-8
- 18) 浦山修、中山年正、入野勤、松下誠ら (2010)  
臨床検査学講座臨床化学検査学 [第3版]、  
p319、医歯薬出版株式会社、東京
- 19) 手代木正 (1981) 尿中 C-ペプチド (CPR)  
測定とその意義、日医大誌、48 (3)、333-  
338
- 20) 角田聡、山田哲雄、藤田定彦、三上俊夫ら  
(1980) 耐糖能改善のための運動処方 (第  
1報): 約60% VO<sub>2</sub>max. 運動負荷試時の  
インスリン及び C-ペプチドの動態、日本  
体育学会第31回大会要旨集、p317
- 21) Tetsuo Yamada, Masami Matsuzaki,  
Akira Tanaka (2018) Increase in insulin  
and decrease in muscle degradation by  
fat-free milk intake are attenuated by  
physical exercise. Clin Chim Acta 484:21-  
25