

若年肥満者における糖質および脂質代謝

——スポーツ活動の有無による差異——

西野 素子* 齊藤 郁夫* 関原 敏郎* 片岡 邦三**

緒 言

肥満は、糖尿病、高血圧、高脂血症など多くの成人病の誘因または増悪因子であり、また虚血性心疾患の危険因子となることから、近年臨床医学上重要な一疾患として注目されるようになった。

肥満とは体脂肪が過剰に増加した状態であり、運動選手に見られるような、筋肉や骨格の発達による過体重は肥満ではないとされている。しかし現在、体脂肪量の簡便な測定法がないため、一般の検診では通常、身長と体重の測定のみにより過体重者をすべて肥満と判定している。したがって、とくに若年者の場合には、この中にクラブ活動などの運動による筋肉増加型過体重者が含まれている可能性があり、肥満の治療を行う上で問題となる。

そこで著者らは、健康診断で過体重と判定された若年男子を、日常の運動量により分類し、皮下脂肪厚と糖質および脂質代謝の相連について検討を行なった。

対 象

対象は、東京およびその周辺に在住する男子高校生および大学生で、健康診断において、松木の標準体重表で、+30%以上の過体重が認められた者71例である。これらの症例を、日常の運動量に従って、まったく、あるいは、ほとんど運動をしていない者を非運動群、同好会運動部に所属して、週に数回軽度～中等度の運動をしている者を同好会運動群、体育会運動部に所属して、毎日強度の運動をしている者を体育会運動群の3群に分類した。

表1に各群の症例数、平均年齢、身長、体重、肥満度、Body Mass Index(以下BMI)を示した。症例数は、非運動群が39例、同好会運動群が16例、体育会運動群が16例であった。年齢は16歳から24歳で、平均年齢は、それぞれ、 20 ± 3 歳、 21 ± 2 歳、 18 ± 3 歳と体育会運動群が最も低く、同好会運動群との間で有意差を認めた。しかし、身長、体重、肥満度には3群の間で差がみられなかった。

* 慶應義塾大学保健管理センター

** 慶應義塾大学医学部内科

若年肥満者における糖質および脂質代謝

表 1 各群の肥満度

	非運動群	同好会運動群	体育会運動群
症例数	39	16	16
性別	男性	男性	男性
平均年齢	20±3	21±2	18±3
身長(cm)	173.1±5.8	170.4±4.2	170.4±4.4
体重(kg)	99.8±49.1	87.4±6.5	88.1±6.3
肥満度(%)	+40±12	+38±7	+39±9
Body Mass Index	30.8±2.6	30.1±1.6	30.3±1.9

Mean ± SD
* P<0.05

表 2 皮下脂肪厚の比較

	非運動群	同好会運動群	体育会運動群
栄研式 Skinfold Caliper	55.8±13.1	44.6±10.4	41.3±14.8
Aモード式 超音波皮脂厚計	24.8±3.7	23.1±4.6	22.1±4.8

Mean ± SD
* P<0.05
** P<0.005

方 法

皮下脂肪厚(以下皮脂厚)の測定は、栄研式 skinfold caliper, および A-mode 式超音波皮脂厚計(HD-400)を用いて行い、上腕背側中央部と肩甲骨下部の皮脂厚の測定値の和を求めた。

採血は早朝空腹時に行い、血清総コレステロール(以下TC)、トリグリセライド(以下TG)は酵素法にて定量した。リポ蛋白は、HDLコレステロール(以下HDL)は沈澱法

にて定量し、またLDLコレステロール(以下LDL)は、TC-(HDL+TG/5)の式で算出した。アポ蛋白A-I, A-II, B, C-II, C-III, E(以下アポA-I, A-II, B, C-II, C-III, E)は免疫比濁法により定量した。また75g糖負荷試験(以下GTT)を施行し、血糖はglucose oxidase法、および血中インスリン(以下IRI)はradioimmunoassayにより測定した。

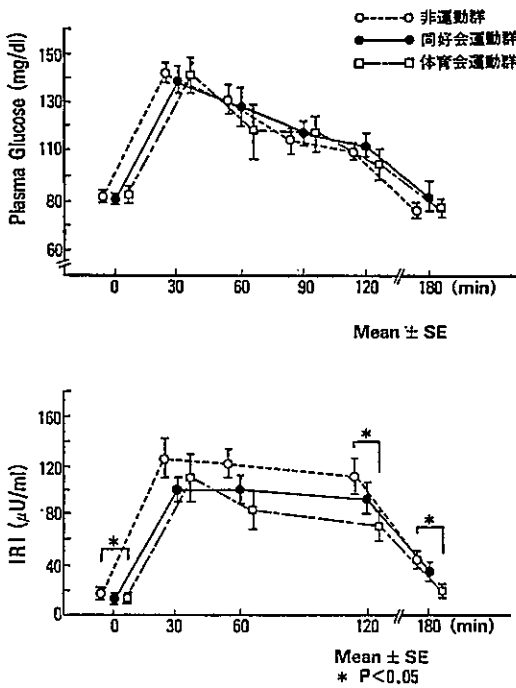


図1 75g OGTTにおける血糖およびIRIの比較

成績

表2に、各群の皮脂厚の平均値を示した。caliper法、超音波断層法、ともに、非運動群>同好会運動群>体育会運動群の順に低値を示した。caliper法では、非運動群55.8、同好会運動群44.6、体育会運動群41.3mmであり、非運動群と同好会運動群、および、非運動群と体育会運動群の間で有意の差を認めた。また、超音波断層法では、非運動群24.8、同好会運動群23.1、体育会運動群22.1mmであり、非運動群と体育会運動群の間で有意の差を認めた。

図1に示す如く、各群のGTTにおける血糖値には3群間で差は見られなかったが、IRIは3群ともに過剰反応を呈し、3群間

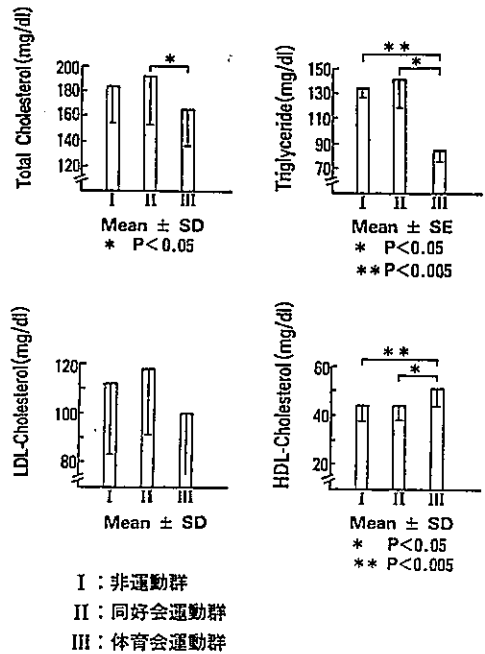


図2 血清脂質および血清リポ蛋白の比較

で比較すると非運動群>同好会運動群>体育会運動群の順に低値を示す傾向が見られ、とくに0分値、120分値、180分値では非運動群に比べ体育会運動群が有意に低値を示した。

各群における糖負荷後30分の血糖上昇に対する、IRIの上昇の割合、すなわち、 $\Delta IRI / \Delta PG$ 比(30分)は、非運動群<同好会運動群<体育会運動群の順に高値を示す傾向が見られたものの、3群間で有意差は認められなかった。また、GTTでの血糖値の総和と、IRI値の総和の比、すなわち、 $\sum IRI / \sum PG$ 比は非運動群>同好会運動群>体育会運動群の順に低値を示す傾向が見られ、非運動群 0.65 ± 0.06 と、体育会運動群 0.46 ± 0.06 の間に有意の差を認めた(表3)。

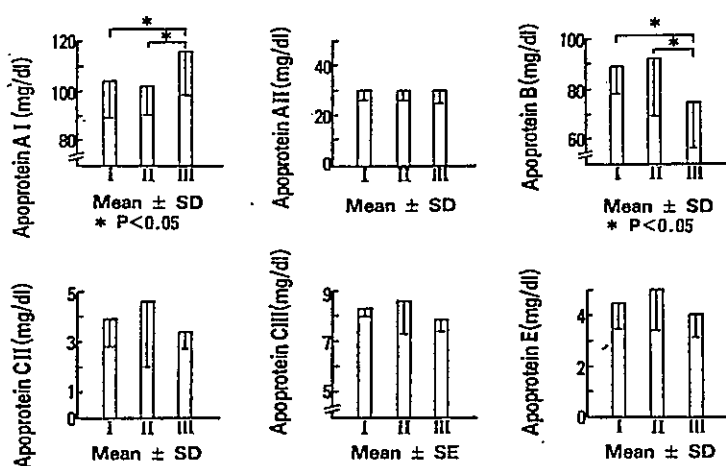
図2に各群の血清脂質とリポ蛋白の値を示す。TCは、非運動群 183 ± 30 、同好会運動

表 3 75g OGTT における $\Delta IRI/\Delta PG$ (30分)
および $\Sigma IRI/\Sigma PG$

	非運動群 (I群)	同好会運動群 (II群)	体育会運動群 (III群)
$\Delta IRI/\Delta PG(30分)$	0.98 ± 0.88	1.59 ± 0.16	2.15 ± 0.46
$\Sigma IRI/\Sigma PG$	0.65 ± 0.06	0.52 ± 0.05	0.46 ± 0.06

Mean \pm SE

* P < 0.05



I : 非運動群
II : 同好会運動群
III : 体育会運動群

図 3 血清アポ蛋白の比較

群 192 ± 38 , 体育会運動群 165 ± 28 mg/dlと、体育会運動群が最も低い値を示し、非運動群と体育会運動群の間で有意の差を認めた。また、TGは、非運動群 134 ± 8 , 同好会運動群 142 ± 24 , 体育会運動群 85 ± 9 mg/dlと、TCと同様に体育会運動群が最も低い値を示し、非運動群と体育会運動群、および同好会運動群と体育会運動群の間に有意差を認めた。LDLは、体育会運動群が最も低い値を示したが、有意差はみられなかった。HDLは、非運動群 44 ± 6 , 同好会運動群 44 ± 6 , 体育

会運動群 51 ± 7 mg/dl と、体育会運動群が最も高い値を示し、非運動群と体育会運動群、および同好会運動群と体育会運動群の間で有意差を認めた。

図3は、各群における血清アポ蛋白の値を示したものである。アポA-Iは、非運動群 104 ± 15 , 同好会運動群 102 ± 12 , 体育会運動群 116 ± 18 mg/dl と、体育会運動群が最も高い値を示し、非運動群と体育会運動群、および同好会運動群と体育会運動群の間で有意差を認めた。しかし、アポA-IIは3群間に

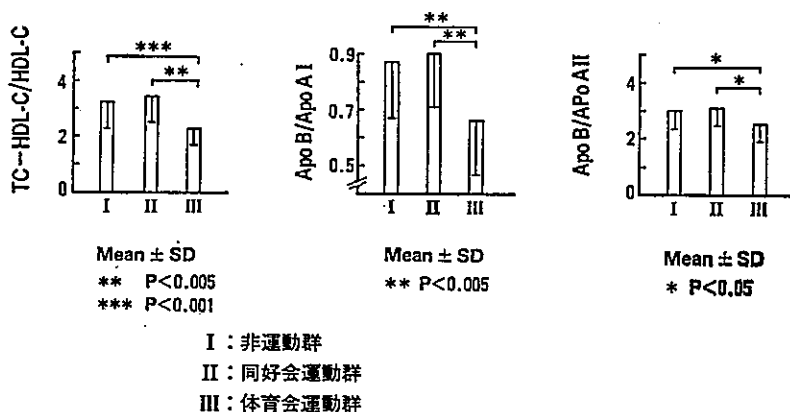


図4 動脈硬化指数 (TC-HDL/HDL) およびアポB/アポA-I, アポB/アポA-II比の比較

意差は見られなかった。アポBは、非運動群 89 ± 17 , 同好会運動群 92 ± 23 , 体育会運動群 $75 \pm 19 \text{mg/dl}$ と、体育会運動群が最も低い値を示し、非運動群と体育会運動群、および同好会運動群と体育会運動群の間で有意差を認めた。また、アポC-II, C-III, Eでは、3群間に有意の差はみられなかった。

つぎに、各群における動脈硬化指数 (TC-HDL/HDL), および、アポA-Iと、アポA-IIに対するアポBの比 (アポB/アポA-I比, アポB/アポA-II比) を検討した (図4)。動脈硬化指数は、非運動群 3.2 ± 0.9 , 同好会運動群 3.4 ± 0.9 , 体育会運動群 2.3 ± 0.6 と、体育会運動群が最も低い値を示し、非運動群と体育会運動群、および同好会運動群と体育会運動群の間で有意差を認めた。

アポB/アポA-I比, アポB/アポA-II比は、いずれも、体育会運動群が最も低い値を示し、非運動群と体育会運動群、および同好会運動群と体育会運動群の間で有意差を認めた。

考 按

若年過体重者を、日常の運動量から非運動群, 同好会運動群, 体育会運動群に分類し、皮下脂肪厚, 糖質および脂質代謝について検討した。

肥満度やBMIには3群間で差がみられなかったにもかかわらず、皮下脂肪厚は体育会運動群が非運動群に比べ有意に低値を示した。今回計測を行った上腕背側中央部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚の和はBMIや体密度と良好な相関 ($r = -0.8$ 前後) を示す¹⁾²⁾ ことより、体育会運動群は非運動群に比べ筋肉量が多い、いわゆる筋肉増加型過体重に近い状態であろうと考えられた。

本成績において、GTTでは血糖値は、非運動群, 同好会運動群, 体育会運動群いずれも正常反応で、3群間に差がみられなかった。一方IRIは3群ともに高反応を呈し、インスリン抵抗性が認められたが、体育会運動群は非運動群に比べ、前値, 120分値, 180分値

で有意に低値を示したことにより、インスリン抵抗性は軽度であると考えられた。

肥満者では高インスリン血症とインスリン抵抗性が認められ、空腹時IRI値およびGTT時のIRI反応は肥満度の増強に伴い血糖値とは無関係に増加すること、そしてこれらインスリンの過剰分泌は減食療法による体重減少により低下すること³⁾が知られている。一方、運動が生体内でのインスリン感受性を高め⁴⁾、糖負荷時のインスリン反応も低下させること⁵⁾が報告されている。また筋肉増加型過体重の糖代謝に関する報告は少ないが、Yki-Järvinenら⁶⁾は筋肉増加型過体重のボディビルの選手にGTTを施行した結果、体重を一致させた対照群に比べ、血糖、インスリン反応ともに低値であり、インスリン反応は正常体重対照群と比較しても低反応を示したと報告している。彼らはこの原因として、経口投与された糖質はその60~70%が、まず筋肉を主とする末梢組織で取り込まれることから、ボディビルの選手では、筋肉量の増加により末梢での糖の取り込みが増しているためであろうと推測している。

本成績において、体育会運動群では非運動群に比べて皮脂厚が低値であることにより、筋肉量の増加はあるものの、+30%以上の著明な過体重であるため、体脂肪量もある程度増加していると思われる。したがってやはり肥満のための高インスリン血症とインスリン抵抗性は存在するが、毎日の激しい運動によるインスリン感受性の増大と筋肉量の増加による末梢での糖の取り込みの増加により軽度改善されている可能性が考えられる。

肥満や運動の脂質代謝におよぼす影響につ

いては、肥満者ではTGの増加とHDLの低下⁸⁾、アポA-Iの低下⁹⁾が報告されている。一方、日常規則的に運動をしている人ではHDLの増加とTGの減少を認め、TCは不変もしくは減少する¹⁰⁾¹¹⁾という報告が多い。また、血清アポ蛋白に関しては、運動選手でアポBと、アポB/アポA-I比が低値であった¹²⁾という報告がみられる。

本成績においても、体育会運動群は、非運動群、同好会運動群に比べてTCおよびTGが有意に低値を、HDLは有意に高値を示し、またアポ蛋白ではアポA-Iが有意に高値、アポBは有意に低値を示した。さらにアポB/アポA-I比、アポB/アポA-II比も体育会運動群では他の2群に比べ有意に低値を示すなど、体育会運動群では、強度の運動が脂質代謝へ影響をおよぼしているものと考えられた。また動脈硬化指数を3群間で比較すると、体育会運動群では他の2群に比べ有意に低値を示し、体育会運動群は他の2群に比べ動脈硬化が進展しにくい可能性も示唆された。

以上のように、健康診断で同程度の過体重と判定された症例であっても、日常の運動量の相違により、糖質および脂質代謝に差異が認められた。これらの相違は体脂肪量や筋肉量の多少と運動の影響が複雑にからみあって生じていると推察されるが、詳細は明らかではなく、今後の検討が必要であろう。

さらに、本研究により若年肥満者において、体重だけではなく、個々の運動量、体脂肪量や筋肉量を評価し、糖質および脂質代謝をも考慮した指導が必要であると考えられた。

文 献

- 1) 和井内英樹ほか: 第8回日本肥満学会記録, p. 314, 1987
- 2) 長嶺晋吉: 肥満と体重減量法。スポーツとエネルギー・栄養 (長嶺晋吉編著)。大修館書店, p. 272, 1979
- 3) 蘇原博史: 栄養状態, 加齢と血清インスリン値。慶應医学, 46, 145, 1969
- 4) Soman, V.R. et al.: Increased insulin sensitivity and insulin binding to monocytes after physical training. N. Eng. J. Med., 301: 1200, 1979
- 5) Björntorp, P. et al.: Carbohydrate and lipid metabolism in middle-age physically well-trained men. Metabolism 21: 1037, 1972
- 6) Yki-Järvinen, H. et al.: Glucose tolerance, plasma lipoproteins and tissue lipoprotein lipase activity in body builders. Eur. J. Appl. Physiol., 53: 253, 1984
- 7) 中村治雄: 肥満と脂質代謝。臨床成人病, 9: 947, 1979
- 8) Salans, L. B. et al.: Experimental obesity in man: Cellular character of the adipose tissue. J. Clin. Invest., 50: 1005, 1971
- 9) Meilahn, E. N. et al.: Characteristics associated with apoprotein and lipoprotein lipid levels in middle-age women. Arteriosclerosis, 8: 515, 1988
- 10) Lehtonen, A., Viikari, J.: The effect of vigorous physical activity at work on serum lipids with a special reference to serum high-density lipoprotein cholesterol. Acta Physiol. Scand., 104: 117, 1978
- 11) Lopez-S, A. et al.: Effect of exercise and physical fitness on serum lipids and lipoproteins. Atherosclerosis, 20: 1, 1974
- 12) Giada, F. et al.: Heparin-released plasma lipase activities, lipoprotein and apoprotein levels in young adult cyclists and sedentary men. Int. J. Sports Med., 9: 270, 1988