

中高年者に対する運動指導の効果

Effects of physical exercise on weight reduction, systolic blood pressure, serum triglyceride, and blood glucose in middle-age

岩尾 智* 藤井 輝明* 佐藤 敏郎**
小林 由樹** 佐藤 祐造***

Satoshi IWAO*, Teruaki FUJII*, Toshiro SATO**
Yoshiki KOBAYASHI**, Yuzo SATO***

To study the effects of exercise instruction, we measured physiological parameter before and after health promotion program in middle aged people. The following results were obtained.

1) Body weight and BMI; mean body weight and BMI were significantly decreased from 58.4 ± 0.81 kg and 22.8 ± 0.24 kg/m² to 57.8 ± 0.82 kg and 22.6 ± 0.23 kg/m² ($P < 0.01$), respectively.

2) Systolic blood pressure and $\dot{V}O_2$ max; systolic blood pressure were significantly decreased from 131.0 \pm 0.91mmHg to 125.2 ± 1.6 ($P < 0.01$). $\dot{V}O_2$ max were tended to increase, but no significant.

3) Blood component; TG were significantly decreased from 110.0 ± 7.6 mg/dl to 95.8 ± 5.0 mg/dl ($P < 0.05$). Blood glucose were tended to decrease, but no significant.

From these results, it may be considered that, if exercise were treated fitly by exercise instruction on middle aged people, most of them could improve blood pressure and metabolism.

緒 言

現代の我が国では、経済状態の発達により、職場のオートメーション化、生活の文明化が進行し、極度に身体運動が減少してきている。さらに、近年におけるグルメ指向と相まって、糖尿病、肥満、高脂血症、高血圧症、動脈硬化症を代表例とするいわゆる運動不足病が蔓延している。これら成人病に対して運動療法が有効であることは、古くから知られた事実である。しかし、中高年者においては、日常生活における運動の習慣を獲得している人は少ないと思われる。そこで、本研究では、春日井市保健センター

において、運動習慣の獲得のための動機づけを目的とした運動指導を行い、中高年者の生理的パラメータに対する運動指導の効果について検討を行ったので報告する。

対象と方法

1. 対象

平成3年7月から平成6年6月までに春日井市保健センターの運動健診を受診した男性507名、女性770名、合計1277名中、1回目を受診し、運動指導を受けた後、半年経過して2回目を受診した男性55名、女性72名、合計127

* 名古屋大学大学院健康増進科学 I

** 春日井市保健センター

*** 名古屋大学総合保健体育科学センター

* First Division of Health Promotion Science, Graduate School of Medicine, Nagoya University, Nagoya, Japan.

** Kasugai Health Center, Kasugai, Japan.

*** Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University, Nagoya, Japan.

表1 運動健診の対象者

受診者数	男：507名	女：770名	合計：1277名
2回以上受診者数	男：55名 (10.8%)	女：72名 (9.4%)	合計：127名 (9.9%)
年齢	男：45 ± 2歳 (17 ~ 76歳)	女：52 ± 2歳 (23 ~ 76歳)	全体：49 ± 1歳 (17 ± 76歳)
BMI	男：22.6 ± 0.3kg/m ²	女：23.0 ± 0.3kg/m ²	(Mean ± SE)

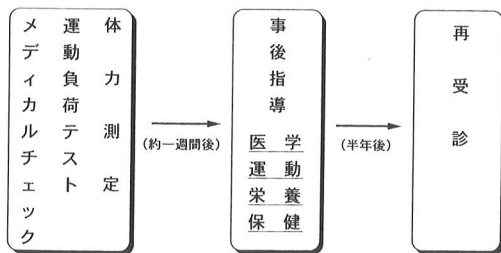


図1 春日井市保健センターにおける運動健診の概要

表2 運動検診の検査項目と内容

項目	内容
身体計測	身長・体重・肥満度(BMI)
血圧測定	安静時
体力測定	座位体前屈・閉眼片足立ち・全身反応時間・握力・上体おこし・筋力測定・最大酸素摂取量
胸部X線検査	心胸比・心所見・肺所見
心電図検査	安静時(12誘導)
運動負荷テスト	サイクルエルゴメーターによる負荷心電図
肺機能検査	肺活量・努力性肺活量・%肺活量・1秒率・1秒量
尿検査	糖・蛋白・ウロビリノーゲン・潜血・ビリルビン・ケトン体・PH・比重・白血球・亜硝酸塩
血液一般検査	白血球・赤血球・ヘモグロビン・ヘマトクリット・MCV・MCH・MCHC・血小板
血液生化学検査	GOT・GPT・ALP・r-GPT・総コレステロール・中性脂肪・尿素窒素・クレアチニン・尿酸・アルブミンA/G比・総蛋白・血糖・ヘモグロビンA1C・血清鉄

名(表1)。図1に春日井市保健センターにおける運動健診の概要を示した。

対象者は、大部分が一般市民であり、日常生活で体を動かす以外は激しい運動を行っていなかった。

年齢は、男性45 ± 2歳(平均±標準誤差)、女性52 ± 2歳、男女合計で49 ± 1歳であった。

BMI (Body Mass Index) は、男性22.6 ± 0.3kg/m²、女性23.0 ± 0.3kg/m²、男女合計では22.6 ± 0.2kg/m²であった。

2. 検査項目(表2)

運動指導前およびその半年後において、尿検査、身体計測、血圧測定、胸部X線検査、心電図検査、血液一般検査、血液生化学検査、肺機能検査、運動負荷テスト、体力測定を実施した。なお、運動負荷テストは日本光電社製STU-1100による予測最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)の測定(間接法)で行った。

3. 運動処方(表3)

健診実施後、医師を始めとしたメディカルスタッフで目標心拍数等を設定し、個別に運動処方を作成した。処方の内容としては、運動の種類は、ウォーキング(歩行)、ジョギング、水泳とし、運動頻度は、週3~4回、1回あたり15~30分とした。運動強度は、50~70% $\dot{V}O_2\max$ の強度を目標心拍数で提示した。

結 果

1. 体重

男女全体の観察では、運動指導前58.4kgであった体重が、運動指導後には57.8kgに減少し、有意差が見られた($P < 0.01$)。男女別では、男性は指導前63.6kgから指導後63.5kgと、殆ど変化が見られなかった。一方女性は、指導

表3 運動処方の内容

種類	ウォーキング, ジョギング, 水泳
頻度	週3~4回(1回あたり15~30分間)
強度	50~70% $\dot{V}O_2\max$

前 54.4kg であったのが、指導後には 53.5kg と、有意に減少した ($P < 0.01$)。

2. BMI

男女全体の観察では、運動指導前 $22.8\text{kg}/\text{m}^2$ から、指導後 $22.6\text{kg}/\text{m}^2$ へと、体重と同様に有意な減少が見られた ($P < 0.01$)。男女別では、男性の BMI には運動指導前後に有意な変動は見られず、指導前後ともに $22.6\text{kg}/\text{m}^2$ であった。一方女性においては指導前後に有意差が見られ ($P < 0.01$)、指導前 $23.0\text{kg}/\text{m}^2$ 、指導後 $22.6\text{kg}/\text{m}^2$ に減少した。

3. 収縮期血圧

男女全体における収縮期血圧は、指導前 131.0mmHg から、指導後 125.2mmHg へと有意に低下した ($P < 0.01$)。また、男性および女性ともに指導前後間に有意差が見られ (男性： $P < 0.01$ 、女性： $P < 0.01$)、男性では指導前 130.4mmHg から指導後 124.3mmHg に、女性

では指導前 131.4mmHg から指導後 125.9mmHg に、それぞれ低下した。

4. $\dot{V}O_2\text{max}$

男女全体の観察では、指導前 $32.01\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ から指導後 $32.94\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ へと増大傾向は見られるものの、有意差には至らなかった。また、男性においても、指導前 $38.7\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ から指導後 $39.1\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ へとわずかに増大傾向が見られるが、有意差には至らなかった。しかし、女性には指導前後間に有意差が見られ、指導前 $26.9\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ から、指導後 $28.2\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ に増大した。

5. 血液成分

a) TG

男女全体で見ると、指導前 $110\text{mg}/\text{dl}$ であった TG が、指導後には $95.8\text{mg}/\text{dl}$ と、有意に減少した。また、男性においても、指導前 $111.8\text{mg}/\text{dl}$ から指導後 $97.3\text{mg}/\text{dl}$ へと有意に

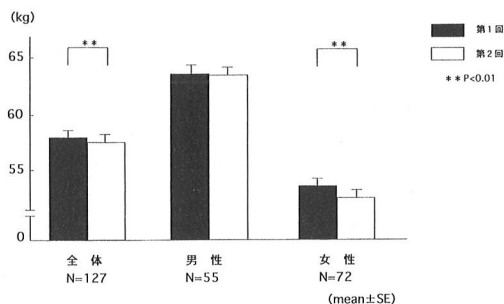


図2 運動指導前後における体重の変動

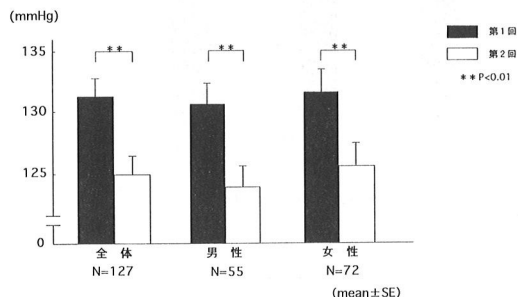


図4 運動指導前後における収縮期血圧の変動

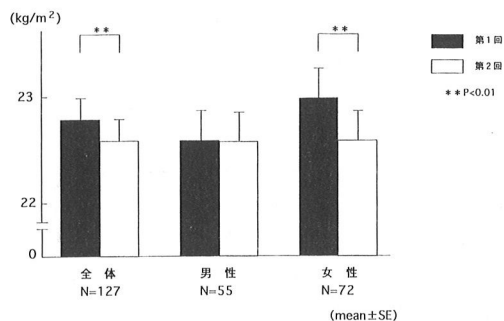


図3 運動指導前後におけるBMIの変動

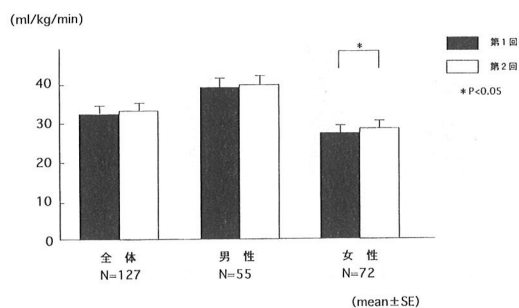


図5 運動指導前後における $\dot{V}O_2\text{max}$ の変動

考 察

減少した。しかし、女性においては、指導前 108.1mg/dl から指導後 94.6mg/dl へと減少傾向は見られるものの、有意差には至らなかった。

b) BG

男女全体では、指導前には 105.2mg/dl であった BG が、指導後には 95.4mg/dl へと、低下する傾向が見られたものの、有意差には至らなかった。男性においても、僅かに有意差には至らなかったが、指導前 108.3mg/dl から指導後 97.2mg/dl へと低下傾向が認められた。一方、女性においては指導前後間に有意差が見られ、指導前 102.9mg/dl から指導後 94.0mg/dl へと低下した。

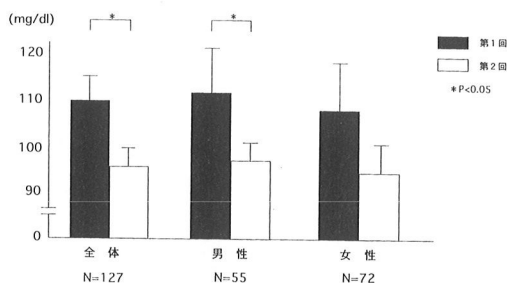


図6 運動指導前後における血清トリグリセライドの変動

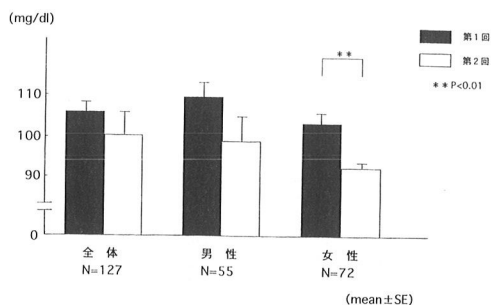


図7 運動指導前後における血糖値の変動

本研究では、春日井市保健センターにおいて、日常の運動習慣を持たない中年男女 127 名に運動指導を行い、その前後において体重、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 、血圧、血液成分を比較した。その結果、男性に比べ、女性の方が、体重および BMI の減少が大きく、また、 $\dot{V}O_2\text{max}$ の増大も大きかった。春日井市保健センターでは、肥満予防教室も設けており、女性はこの教室での減量指導を希望する人が多かったことから、男性よりも女性の方が、参加動機が十分であり、熱心に運動を行っていたために、体重、BMI、 $\dot{V}O_2\text{max}$ の改善が著しかったのではないかと考えられる。

本研究では、体重減少および $\dot{V}O_2\text{max}$ の増大は女性においてのみ見られ、男性にはそのような傾向は見受けられなかったが、血圧は、女性だけでなく男性においても有意な低下が見られていた。運動不足が個体におけるインスリン作用を低下させ、反対に、長期間の身体トレーニングは、低下している個体のインスリン作用を改善させることは多くの研究において報告されており^{4,5,6)}、個体におけるインスリン作用の低下が、高インスリン血症をもたらすことは周知の事実である。近年、この高インスリン血症が、動脈硬化⁷⁾や高血圧症^{1,2)}を始めとする種々の疾患の発症に深く関与していることが明らかにされてきている。つまり、運動不足による個体のインスリン作用の低下が、高血圧症の発症にも関与しているのである。したがって、身体トレーニングによりインスリン作用が改善されれば、高血圧症も改善されることは十分考えられることである。実際、長期間の身体トレーニングにより、体重減少および $\dot{V}O_2\text{max}$ 増大の有無にかかわらず、個体のインスリン感受性が改善されることが報告されている⁴⁾。つまり、体重減少や $\dot{V}O_2\text{max}$ の増大をもたらすに至らないような低強度あるいは低頻度の身体トレーニングによっても、インスリン感受性の改善効果があるということである。したがって、本研究においても、男性が行っていた身体トレーニ

ングは、体重減少や $\dot{V}O_2\max$ の増大をもたらすには至らないものであったが、血圧を低下させるには十分であったと考えられる。血圧が低下したメカニズムとしては、血中のインスリン濃度が低下したことが関与しているのではないかと考えられる。インスリンは、腎尿細管に作用して体内にナトリウムを貯留させ¹⁾、一方で、カテコラミンの放出を惹起させる作用を有している²⁾。したがって、血中インスリン濃度が上昇すると血液中の水分量が増加するとともに血管が収縮するため、血圧も上昇する。このことから、6カ月間の運動により、個体のインスリン作用が改善し、血中インスリン濃度が改善したことが、血圧の低下につながった可能性がある。

本研究では、運動指導による血糖値の低下は、女性においてのみ有意であったが、男性においても血糖値の低下傾向が認められた。この血糖値の低下に関しても、先に述べた個体のインスリン作用が関与している可能性は否定できない。身体運動により個体のインスリン作用が増大し、血糖の取り込み・利用が円滑に行われるようになったため、血糖値が低下したのではないかと推察される。

血清脂質に関しては、女性は僅かに有意差には至らなかったが、運動指導により血清トリグリセライドが減少した。血清トリグリセライドは、脂質代謝の指標として用いられ、外因性のものと内因性のものとがある。外因性トリグリセライドは食事の影響を受けやすく、カロリー摂取量が多いと高値を示すといわれており³⁾、内因性トリグリセライドは長期間にわたる持続的運動により低下するとの報告⁸⁾がある。今回の我々の結果もその報告を支持するものと考えられる。

以上のように、男女間に若干の差は見られるものの、運動参加への動機づけを目的とした指導を受講し、運動を実施した結果、血圧、脂質代謝、糖質代謝が改善され、特に女性においては体重およびBMIの減少がもたらされることが示された。しかし、運動強度や頻度とこれらの生理的パラメータの変化とのかかわりについ

ては、今後の研究を要するところである。

ま と め

中年男女を対象に、運動指導を行い、半年間の運動による生理的パラメータの変動について検討を行った。その結果、

1. 体重およびBMIは、女性においてのみ有意な低下が見られた。
2. $\dot{V}O_2\max$ は、女性においてのみ有意な増大が見られた。
3. 収縮期血圧は、男女ともに有意に低下した。
4. 血清トリグリセライドおよび血中グルコースは、男女ともに低下あるいは低下傾向を示した。

以上の結果は、各自に適合した運動指導を実施することにより、運動習慣獲得のための動機づけを行うことは、中高年者の血圧、脂質代謝、糖質代謝の改善にとって、有効であることを示唆している。

文 献

- 1) DeFronzo R A, Cooke C R, Andres R, Faloona G R, Davis P J: The effect of insulin on renal handling of sodium, Potassium, calcium and phosphate in man. *J. Clin. Invest.* 55: 845-855, 1975.
- 2) Liang C. S. Doherty J U, Faillace r, Mackawa K, Arnold S. Gavras H, Hood W B Jr: Insulin infusion in conscious dogs: Effects on systemic and coronary hemodinamies, egional blood flows, and plasma catecholamines. *J. Clin. Invest.* 69: 1321-1336, 1982.
- 3) 中村治雄(1985): 食事・薬剤とリポ蛋白. 臨床検査, 増刊 11, 1592-1597.
- 4) Oshida Y, Yamanouchi K, Hayamizu S, Sato Y: Long-term mild jogging increases insulin action despite no influence on body mass index or $\dot{V}O_2\max$. *J. Appl. Physiol.* 66: 2206-2210, 1989.
- 5) Sato Y, Iguchi A, Sakamoto N: Biochemical determination of training effects using insulin clamp technique. *Horm. Metab. Res.* 16: 483-486, 1984.
- 6) Sato Y, Hayamizu S, Yamamoto C, Ohkuwa Y, Yamanouchi K, Sakamoto N: Improved insulin sensitivity in carbohydrate and lipid metabolism after physical training. *Int. J. Sports Med.* 7: 307-310, 1986.

- 7) Sato Y. Yamanouchi K. Sakamoto N: Possible role of insulin on the pathogenesis of macrovascular disease in human diabetics: Clinical survey among 526 Japanesediabetic patients. Tokoku J. exp. Med.

141:529-553, 1983.

- 8) 寺尾 保 (1989): 運動と代謝. 臨床栄養、増刊 5、503-507.

(1994年12月2日受付)