

中高年齢労働者の身体トレーニング 効果の検討

	昭 和 大 学	吉 田 敬 一
(共同研究者)	同	田 中 正 敏
	同	栃 原 裕
	同	山 崎 信 也
	同	大 中 忠 勝
	同	長 沼 秀
	同	八 上 享 司
	同	桑 原 敏 樹

Effects of Physical Training on Heart Rate and Blood Pressure at Rest and during Exercise in Middle-Aged Men

by

Keiichi Yoshida*, Masatoshi Tanaka*, Yutaka Tochihara*,
Shinya Yamazaki*, Tadakatsu Ohnaka*, Shu Naganuma*,
Takeshi Yagami**, Toshiki Kuwabara***

* *Department of Hygiene,*

** *Department of 2nd Internal Medicine,*

*** *Department of 3rd Internal Medicine,
School of Medicine, Showa University*

ABSTRACT

Fifty-one middle-aged men (35-53 years old) were studied before and after 3-4 months' physical training. Training was undertaken 3 times per week and was maintained 30 minutes per session. Bicycle ergometer exercise at 100 watt made before and after the physical training program.

Results obtained were as follows;

1. After the physical training, systolic and diastolic blood pressures at rest were significantly decreased. The reductions of systolic and diastolic blood pressures at rest after the training were correlated with those before the training.

2. Heart rate and systolic blood pressure during exercise were significantly lower after the training, but no significant change was found in diastolic blood pressure.

3. Relation between heart rate and systolic blood pressure during exercise after the training was not different from one before the training.

4. The ratio of systolic blood pressure (SBP) to heart rate (HR) during exercise was not changed by the training, its value (SBP/HR) of each subject was almost the same between before and after the training.

要 旨

51名の中高年労働者(35~53歳)に週3回, 1回当たり30分間の身体トレーニングを3~4カ月間行わせた。トレーニング前後で100 Watt 自転車エルゴメータ運動を行わせ, 安静時・運動時・回復時の心拍数と血圧を測定し, トレーニングが運動中の循環機能に及ぼす影響について検討し, 以下の結果を得た。

1) 安静時の収縮期血圧と拡張期血圧は, トレーニング後低下し, その低下の程度は, トレーニング前高値を示した者で大きかった。

2) 運動時の心拍数と収縮期血圧は, トレーニング後低下したが, 拡張期血圧は変化しなかった。

3) 運動時の収縮期血圧の心拍数に対する回帰は, トレーニングにより変化しなかった。

4) 運動時の収縮期血圧と心拍数の比(収縮期血圧/心拍数)は, トレーニング前後で差は少なく, その値は個人固有のものであった。

緒 言

日常生活における身体活動量の多少が, 心疾患

の罹患率や死亡率に影響を与えることが報告されている(Froelicher & Oberman, 1972)。このため, 循環機能の改善を目的として, 積極的に運動を行うことが一般化している。身体トレーニングは, 運動時の循環機能の負担を軽減することはよく知られているが, トレーニング効果は, 若年者と中高年者とは異なることも示されている。運動時の循環機能の指標としてしばしば測定される心拍数と血圧に限ってみても, Submaximal の運動時の心拍数はトレーニングにより低下するが, 血圧はトレーニングにより“上昇する”, “低下する”, “変化しない”というように異なった報告があり, さらに, 若年者と中高年者とは異なるという報告もある(Hartley et al., 1969)。

本研究の目的は, 中高年者に3~4カ月間の身体トレーニングを課し, 運動時の心拍数と血圧に対するトレーニング効果を検討することである。

方 法

被検者は, 某重機製作所に勤務する35~53歳の中高年男子53名であった。彼らは, 健康診断時に実施した体力検査(握力, 立位体前屈, 垂直とび, 肺機能)で著しく低い成績を示した者を中心

に選ばれた。被検者は問診，血圧，安静時心電図，胸部X線および血液・尿検査を受け，医師がトレーニングへの参加を許可した者であった。

トレーニング前後において形態計測，体力測定および自転車エルゴメータによる運動負荷テストを行った。トレーニング前の運動負荷テストの結果，2名に心電図異常所見が出現したため，トレーニングへの参加を中止させた。その結果，トレーニングへの参加者は51名となった。

また，これらのテストの成績により，体力のやや良好な群27名（以下A群）と，体力のやや劣る群24名（以下B群）に2分し，体力の程度を考慮したトレーニングプログラムを決定した。

トレーニングは，週2回の特定プログラムと週1回のスポーツゲームから構成されており，昼休みの約30分間を利用して実施された。特定プログラムの内容を図1に示す。

プログラムは3段階にわかれている。第1段階のプログラムは，5～10分間の速歩と2～3分間の休息もしくはゆっくりした歩行から成り立っている。第2段階のプログラムは，1分間以内のJoggingと歩行から成り立っており，第3段階のプログラムは，Joggingの時間が1分から15分へと次第に延長するものである。

各プログラムの実施日数は，第1段階8日間，第2段階6日間，第3段階16～24日間であり，B群は第1段階から，A群は第2段階から実施された。プログラムの作成と指導は専門のトレーナーによった。トレーニングを昼休みに実施した関係上，欠席する被検者も多く，出席日数はA群 28.4 ± 10.6 日，B群 28.5 ± 9.1 日（平均±標準偏差）であり，出席率は全体で約72%であった。

運動負荷テストは，自転車エルゴメータを使用し，10分間以上の安静椅坐ののち，100 Wattの運動を6分間行うものである。負荷前，負荷中1分ごと，回復1分，3分および5分時に血圧と心電図を記録した。心電図は V_4 ， V_5 ， V_6 胸部双極

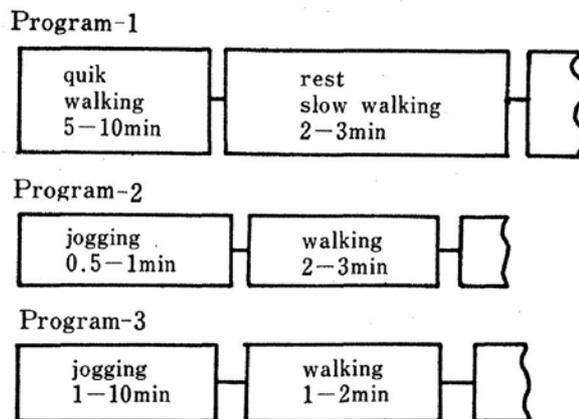


図1 The training program

誘導で記録した。

結 果

図2に安静時，100 Wattの自転車エルゴメータ運動時および回復時の収縮期血圧，拡張期血圧，心拍数を平均値と標準偏差で示した。トレーニング前後における差の有意性は，対応のあるt検定によった。

安静時においては，収縮期血圧，拡張期血圧，心拍数はトレーニング後有意に低下した。一方，運動時では収縮期血圧および心拍数のみトレーニングにより低下し，拡張期血圧はトレーニング前後で差がなかった。回復期においては心拍数のみトレーニング後低下し，血圧には差はなかった。

図3に，トレーニング前後で差が存在した収縮期血圧と心拍数について，運動6分時の各被検者ごとの測定値のトレーニング前後の関係について示した。

トレーニングによる収縮期血圧および心拍数の低下は各平均 9mmHg ，8拍/分であるが，低下の程度には個人間の差異が大きい。トレーニング前に対するトレーニング後の収縮期血圧，心拍数の回帰をとると，傾きは両者とも1.0以下であり，両測定値とも，トレーニングによる低下はトレーニング前に高値を示した者で大きい。

運動6分時の心拍数と収縮期血圧との関係を図

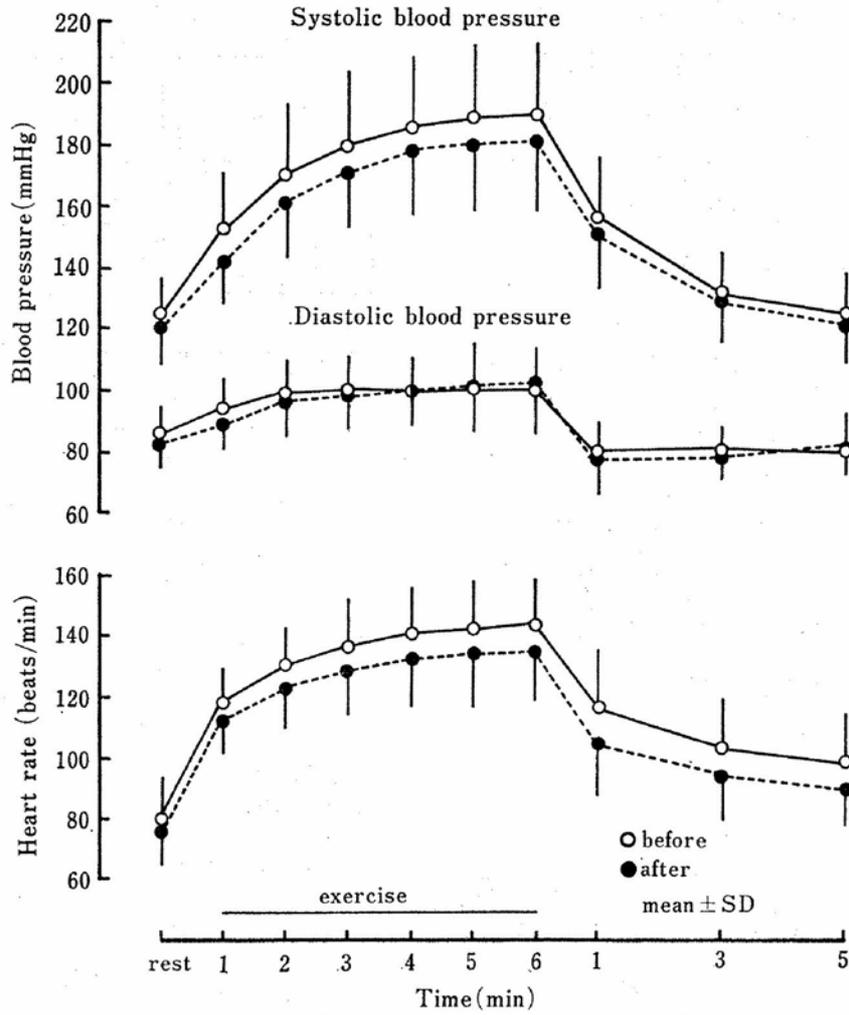


图2 Changes in blood pressure and heart rate

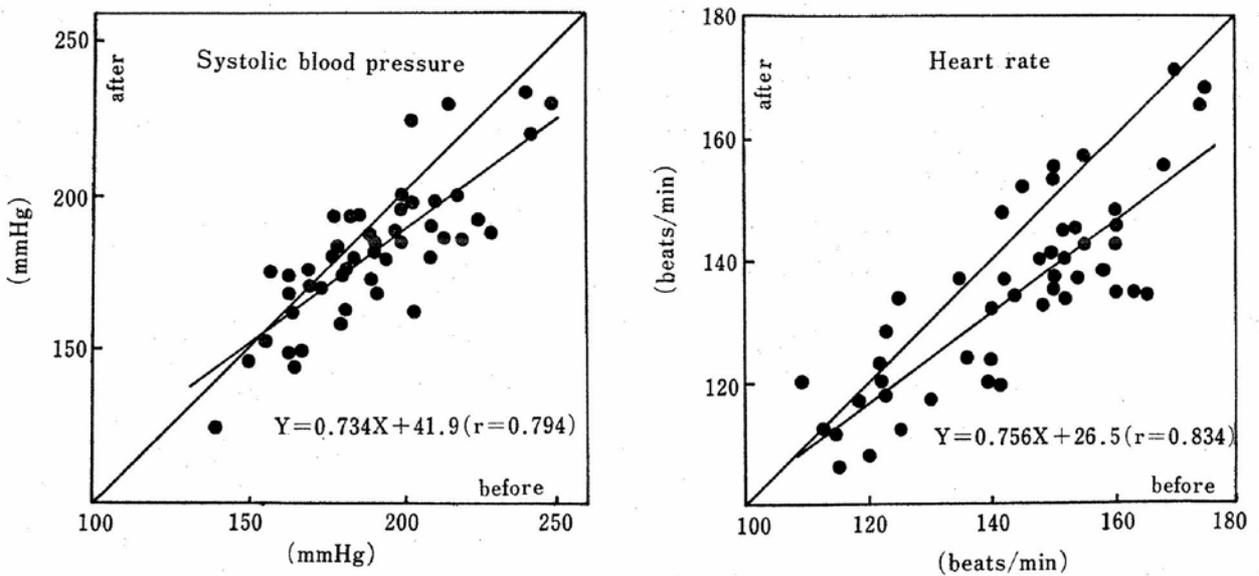


图3 Systolic blood pressure and heart rate during exercise before and after the training program

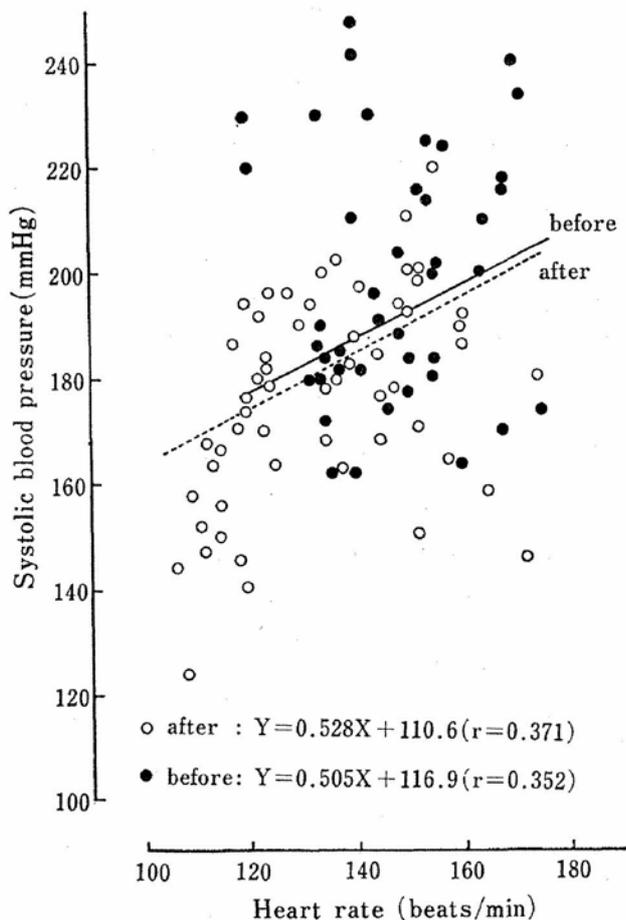


図4 Relations between heart rate and systolic blood pressure during exercise before and alter the training program

4に示した。

両者間には、トレーニング前後とも直線関係が存在するが、トレーニング前後の回帰直線間には有意差はない(傾き $F=0.007$, $p>0.25$, 高さ $F=0.445$; $p>0.25$)。

図5に、運動6分時の収縮期血圧と心拍数の比(収縮期血圧/心拍数)のトレーニング前後の関係について示した。

トレーニング後の値はトレーニング前値に対して直線関係にあり、しかも回帰係数は0.817であり、1.0に近い。また、トレーニング前後におけるこの比には有意差は存在しない($t=1.030$; $p>0.20$)。

考 察

安静時の収縮期血圧と拡張期血圧は、トレーニ

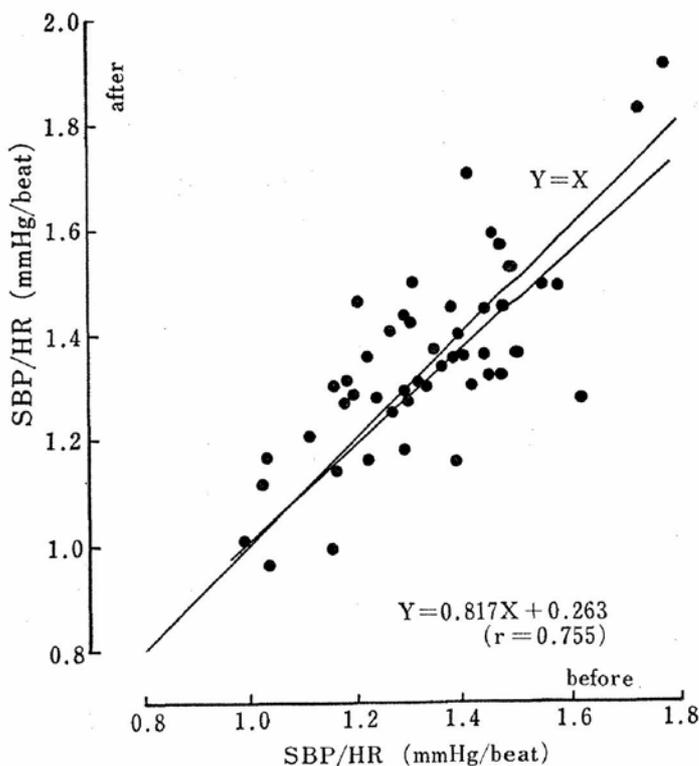


図5 The ratio of systolic blood pressure to heart rate (SBP/HR) during exercise before and after the training program

ングにより低下した(図2)。また、安静時血圧の低下の程度は、トレーニング前値と正の相関関係(収縮期血圧 $r=0.390$; $p<0.01$, 拡張期血圧 $r=0.632$; $p<0.01$)にあった。

これらの結果は、トレーニング前血圧が高い群において、トレーニングによる血圧の低下が大きかったとした Boyer & Kasch (1970) や Choquette & Ferguson (1973) の結果と一致するものである。

100 Watt 運動時の収縮期血圧と心拍数はトレーニング後有意に低下した(図2)。それらの低下の程度は、トレーニング前後での収縮期血圧や心拍数の関係を示した図3の回帰直線の傾きからみると、トレーニング前高値を示した者で大きい。トレーニングにより Submaximal の運動での心拍数が低下することは多くの報告がある(Frick et al., 1963, Tabakin et al., 1965, Ekblom et al., 1968, Hanson et al., 1968, Saltin et al., 1968, 1969, Kilbom et al., 1971, Chequette

& Ferguson et al., 1973).

一方、運動時の収縮期血圧に及ぼすトレーニングの影響については一定の知見がない。若年者を被検者とした場合、Submaximalの運動時の血圧におけるトレーニングの影響については、トレーニング前後で変化しないとすもの (Frick et al., 1963, Tabakin et al., 1965) や、やや上昇するとすもの (Ekblom et al., 1968) がある。

一方、中高年者を被検者とした場合には、運動強度によって異なるが、本研究と同程度の運動強度の場合、トレーニングによって変化しない (Hanson et al., 1968), 低下する (Hartley et al., 1969) という報告がある。

また、安静時の血圧が高い群は正常群と比較して、トレーニングによる運動時の血圧の低下が著しいことも報告されている (Choquette & Ferguson 1973)。

Kilbom et al., (1969) は、運動時の収縮期血圧の心拍数に対する回帰はトレーニングの影響を受けないことを示した。

本研究では、トレーニングにより、運動時の心拍数と収縮期血圧の両者が低下したが、両者の関係はトレーニング前後で異ならなかった (図4)。しかし、運動時の心拍数に対する収縮期血圧の値は個人差が大きい。

Julius et al. (1967) や佐藤ら (1977) は、同一運動強度の場合、収縮期血圧は年齢が高くなる程高くなり、しかも高年齢者では個人差が大きい傾向にあることを報告している。

本研究においても、運動時の心拍数と収縮期血圧の関係は個人差が大きく、同じ心拍数でも、収縮期血圧が大きく異なる場合がある (図4)。一方、運動時の収縮期血圧の心拍数に対する比 (収縮期血圧/心拍数) をとれば、トレーニング前後ではほぼ一定である (図5)。

運動時の血圧の測定は、野外における運動では困難であり、血圧に対するトレーニング効果を現

場で測定するのは非常に難しい。

一方、心拍数は野外での運動時においても測定が比較的容易であり、さらに運動時の心拍数は回復時のそれから推定することも可能である。たとえば本研究において、運動時と回復15秒から30秒までの15秒間の心拍数との間には高い相関関係があり ($r=0.948$), しかも、トレーニング前後で変化しなかった。

本研究では 100 Watt のエルゴメータによる運動負荷のみが行われたが、運動の種類や強度を変えても、回復期の心拍数から運動時の心拍数が推定できることが示されている (佐藤ら, 1980)。

本研究で示されたように、運動時の収縮期血圧と心拍数の比がトレーニング前後であまり変化しなかったことから (図5), 運動時における心拍数から収縮期血圧が推定できることが示唆される。

文 献

- Boyer, J.L. & F.W. Kasch; Exercise therapy in hypertensive men. *JAMA* **211** ; 1668—1671 (1970)
- Choquette, G. & R.J. Ferguson; Blood pressure reduction in "borderline" hypertensives following physical training. *Can. Med. Assoc. J.*, **108** ; 699—703 (1973)
- Ekblom, B., P-O Astrand, B. Saltin, J. Stenberg & B. Wallstrom; Effects of training on circulatory response to exercise. *J. Appl. Physiol.* **24** ; 518—528 (1968)
- Frick, M.H., A. Kontinen & S. Saratas; Effects of physical training on circulation at rest and during exercise, *Am. J. Cardiol.* **12** ; 142—147 (1963)
- Froelicher, V.F. & A. Oberman; Analysis of epidemiologic studies of physical inactivity as risk factor for coronary artery disease. *Progress Cardiovascular Disease* **15** ; 41—65 (1972)
- Hanson, J.S., B.S. Tabakin, A.M. Levy & W. Nedde; Long-term physical training and cardiovascular dynamics in middle-aged men. *Circulation* **38** ; 783—799 (1968)

- Hartley, L.H., G. Grimby, A. Kilbom, N.J. Nilsson, I. Astrand, J. Bjure, B. Ekblom & B. Saltin; Physical training in sedentary middle-aged and older men. III. Cardiac output and gas exchange at submaximal and maximal exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **24** ; 335—344 (1969)
- Julius. S., A. Amery, L.S. Whitlock & J. Conway; Influence of age on the hemodynamic response to exercise. *Circulation.* **36** ; 222—230 (1967)
- Kilbom, B., P-O Astrand, B. Saltin, J. Stenberg & B. Wallstrom; Effect of training on circulatory response to exercise. *J. Appl. Physiol.* **24** ; 518—528 (1968)
- Kilbom, A., L.H. Hartley, B. Saltin, J. Bjure, G. Grimby & I. Astrand; Physical training in sedentary middle-aged and older men. I. Medical evaluation. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **24** ; 315—322 (1969)
- Saltin, B., G. Blomqvist, J.H. Mitchell, R.L. Johnson Jr., K. Wildenthal & C.B. Chapman; Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation* **38** Suppl. 5 (1968)
- Saltin, B., L.H. Hartley, A. Kilbom & I. Astrand; Physical training in sedentary middle-aged and older men. II. Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate concentration at submaximal and maximal exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **24** ; 323—334 (1969)
- 佐藤陽彦, 山崎和彦, 安河内朗, 原田一; 回復期の生理的指標による動的筋作業の生理的負担の評価, 人間工学, **16** ; 83—87 (1980)
- 佐藤佑, 石河利寛, 青木純一郎, 清水達雄, 前嶋孝; 運動に対する心拍数, 血圧, 呼吸数の反応の年齢別, 性別特性に関する研究, 体力科学, **26** ; 165—176 (1977)
- Tabakin, B.S., J.S. Hanson & A.M. Levy; Effects of physical training on the cardiovascular and respiratory response to graded upright exercise in distance runners. *Brit. Heart. J.* **27** ; 205—210 (1965)