

# 青年期女子の安静時と運動時及び運動後の 心拍数と血圧の関係

川上 雅之\*, 猪木原 孝二\*\*

太田 正和\*, 松原 孝\*

\*岡山理科大学 教養部

\*\*岡山理科大学 健康管理センター

(昭和60年9月26日 受理)

## I 緒言

最近の過食及び運動不足からくる肥満は、高血圧症 (hypertension)、心筋梗塞症 (myocardial infarction) 等の循環器系疾患を誘発させている。また、老年期のみならず壮年期、青年期へと疾患の低年齢化もすすんでいる。<sup>17) 23) 31)</sup> これらの現状からすでに欧米諸国では、循環器系疾患に食事及び運動療法を課すことによって治療的效果をあげている。<sup>19) 35) 58)</sup> また、我が国でも虚血性心臓疾患を対象にした運動療法の研究もみられる。<sup>14) -16)</sup> それは、個々人の体力及び運動能力と循環器系機能の分析から適正な運動計画の立案と実践によって疾病の予防と治療に運動を活用<sup>12) 14) -16) 19) 24) 26) 35)</sup> しようとするものである。とくに、中・高年期疾患の基礎となっている青年期の疾病予防、指導対策は重要な課題と考える。それは、日常の食生活及び運動によって予防できることも多々あると思う。しかし、問題は、運動の方法と個々人の運動の適正範囲である。その検索方法が確立できれば各々の運動の適正範囲を推定することが可能となる。

現在、我々は、安静時の収縮期血圧 (以下 BP と略す) 及び心拍数 (以下 HR と略す) から運動時及び運動後の HR と BP を推定することによって個々の運動の適正範囲を検索し運動計画のパターンを検討する目的で各種の実験を実施している。本研究は、青年期女子の安静時と運動時及び運動後の HR と BP の関係について究明することを目的に実験したものである。

## II 実験方法

### 1. 被験者

被験者は、年齢18~21才の健康な女子大学生の中より安静時の BP (以下 Rest. BP と略す) が100~140 mmHg の範囲の者100名を対象にした。被験者の運動習慣は、定期的なものではなく週1~2回軽運動を行なっている集団である。また、実施している運動種目は、定まっていない。

## 2. テストの方法

被験者の身体的特性は、Table 1 に示すとおりである。皮下脂肪厚は、栄研式改良型皮下脂肪計（ヤガミ社製，MK-60）により上腕背部と肩甲骨下部の2点を測定した。<sup>5) 46)</sup> 計測数値（mm）から体脂肪率（percent body fat）を算出した。<sup>46)</sup> また、体重及び身長から体表面積（body surface area）も算出した。<sup>48)</sup>

Table 1. The mean and standerd deviation of physical characteristics (N=100)

Age (yrs)	1 8. 4 9 ±	0. 6 9
Height (cm)	1 5 7. 8 0 ±	4. 8 2
Weight (kg)	5 2. 9 9 ±	6. 5 4
% Fat (%)	1 9. 8 2 ±	3. 7 8
VC (cc)	2 8 9 7. 4 0 ±	4 1 4. 2 2
BSA (m <sup>2</sup> )	1. 4 8 ±	0. 0 9

± standerd deviation

% Fat : % body fat, VC : vital capacity, BSA : body surface area

作業テストの測定時間は、午前10:00～12:00の間と定めた。（室温：20～22℃），被験者は、実験2時間前に飲食を完了し実験室到着後20～30分間の座位安静の後本実験に入った。BPの測定は、スタンド式血圧計（ヤガミ社製，M-105）を使用した。HRの測定は、心電計（フクダ社製，procom 503F）によってHRと同時に心電図（以下 ECG と略す）も記録した。HR, BP 及び ECG の測定は、安静がベッド仰臥位，運動時及び運動後が自転車エルゴメーター上の座位姿勢で測定した。作業テストは、自転車エルゴメーター（モナーク社製）を使用した。HR, BP 及び ECG の測定時間及び回数は、安静時と運動開始より2分，4分，6分の運動中の2分毎と運動終了後2分間の計5回である。運動の負荷は、0～2分間が300 kpm/min. 2～6分時の4分間が450 kpm/min. である。また、ペタルの回転は、55 rpm とした。

## III 結果と考察

## 1. 運動時及び運動後の心拍数の変化

Table 2 は、安静時と運動時及び運動後の HR について示したものである。安静時の HR（以下 Rest. HR と略す）は、既報にみられる同年令女子の値とほぼ同様の結果であった。<sup>34) 39)</sup> Rest. HR から運動開始後2分間の HR（以下 HR2 と略す）は83.7%の有意な増加を示した。（ $P < 0.001$ ），HR2 は、Rest. HR に対して1.8倍に相当するものであった。これは、身体の諸機能が安静時から運動時へと移行したことを意味するものである。<sup>1) 12) 17) 46)</sup> とくに、運動初期の急激な HR の増加は、酸素需要量の増加に対する心拍出量の増加によ

Table 2. The numerical value on heart rate and blood pressure at rest, during and after exercise

(N=100)

Rest. HR (beats/min.)	66.95 ± 10.77
HR 2 (beats/min.)	123.00 ± 12.04
HR 4 (beats/min.)	140.41 ± 12.64
HR 6 (beats/min.)	146.65 ± 15.10
Rec. HR (beats/min.)	93.48 ± 17.94
R% HR (%)	67.24 ± 14.52
Rest. BP (mmHg)	115.49 ± 8.48
BP 2 (mmHg)	132.24 ± 9.99
BP 4 (mmHg)	143.72 ± 11.20
BP 6 (mmHg)	150.36 ± 11.28
Rec. BP (mmHg)	126.10 ± 9.78
R% BP (%)	72.43 ± 23.11

± standard deviation

Rest. HR : HR at rest, HR 2 : HR at 2 minutes after exercise,

HR 4 : HR at 4 minutes after exercise,

HR 6 : HR at 6 minutes after exercise,

Rec. HR : recovery after exercise,

R%HR : recovery percentage after exercise,

Rest. BP : BP at rest, BP 2 : BP at 2 minutes after exercise,

BP 4 : BP at 4 minutes after exercise,

BP 6 : BP at 6 minutes after exercise,

Rec. BP : recovery after exercise.

R% BP : recovery percentage after exercise,

るものといえる。増加の割合は、個々の持久的運動能力の相違によって異なる。<sup>1)</sup> HR2 よりさらに2分間のHR(以下HR4と略す)は、14.2%の増加が認められた。(P<0.001), HR4は、Rest. HR に対して2.1倍に相当するものであった。これは、中運動の範囲に相当するHR といえる。<sup>1) 56)</sup> 従って、本実験における運動時のHRは、運動開始後4分間で中運動のHRに到達したことになる。また、この状態は、HR2及びHR4から考えて身体の諸機能が第一次安定状態に入ったといえる。<sup>1) 5) 46)</sup> これは、運動時のHRの変化がきわめて軽度であり安定した状態を示していることから第一次安定期を推察することができる。HR4からさらに2分間のHR(以下HR6と略す)は、4.4%の少ない増加であった。(P<0.01), HR6は、Rest. HR に対して2.2倍に相当するものであった。これは、HR4に対して0.1倍の増加といえる。従って、HR4及びHR6は、運動時のHRの変化が非常に少なく身体機能が安定していることから定常状態(steady state)に入ったものといえる。<sup>1) 5) 44) 46)</sup> これは、従来の負荷テスト(PWC<sub>130</sub>, PWC<sub>140</sub>, PWC<sub>150</sub>)にみられるHRの動向と同様の傾向を示した。<sup>12) 33) 46) 56)</sup> また、Rest. HR からHR6までの増加率は、119.0%であった。(P<0.001), HR6より運動終了後2分間のHR(以下Rec. HRと略す)は、56.9%の減少を示した。(P<0.001), Rec. HRは、Rest. HR に対して1.4倍に相当するもので

あった。また、Rest. HR に対する増加率は、36.9%であった。(P<0.001)、従って、Rec. HR は、運動後2分間でHR6に対して約60%の低下を示したことになる。これは、運動後のHRが短時間で回復<sup>1) 46) 55)</sup>することを示している結果である。運動中2分間毎のHR (Rest. HR→HR2→HR4→HR6) の増加数に対する運動終了後2分間のHRの回復率(以下R% HRと略す)は、67.2%であった。これは、非常に高い回復率であり、運動後2分間で約60~70%の回復を示すといえる。

以上の結果、運動時のHRは、運動の強度、負荷時間の経過にともなって有意な増加を示す。(P<0.01~P<0.001)、ただし、同一負荷で運動を継続した場合、運動時のHRの増加は、比較的少ないといえる。(4.4%, P<0.01)、また、Rec. HR及びR% HRは、本実験の標準偏差(SD)の幅から考えて個人差も非常に大きいと短時間で回復すると考えられる。

## 2. 運動時及び運動後の血圧の変化

安静時と運動時及び運動後のBPは、Table 2に示すとおりである。Rest. BPは、既報にみられる同年令女子の値と同様の結果が認められた。<sup>34) 39)</sup> Rest. BPから運動開始後2分間のBP(以下BP2と略す)は、14.5%の有意な増加を示した。(P<0.001)、BP2は、Rest. HRに対して1.2倍に相当するものであった。これは、HR2に比較して非常に少ない増加である。つまり、運動時のBPは、運動時の心拍出量の増加によって上昇するがHRに比較して増加の割合は少ないといえる。BP2よりさらに2分間のBP(以下BP4と略す)は、8.7%の増加が認められた。(P<0.001)、BP4は、Rest. BPに対して1.3倍に相当するものであった。ここにおいても、BP4は、HR4に比較して少ない増加である。これは、運動時のHRの増加が拍出回数と総血流量の増加及び末梢血管の拡張を意味するものであり。<sup>1) 8) 26) 46)</sup> 運動時のHRの増加が必ずしも血液の血管壁の抵抗を高めるとはいえない。従って、運動時のBPは、運動時のHRに比較して増加率が少ないといえる。またBP4は、BP2からの増加も少なく身体機能も安定した状態を示しておりHR4と同様に第一次安定期に入ったものと考えられる。BP4からさらに2分間のBP(以下BP6と略す)は、4.6%の増加を示した。(P<0.01)、BP6は、Rest. BPに対して1.3倍に相当するものであった。これは、BP4に比較して0.08倍の増加といえる。従って、BP4とBP6は、運動時のBPの変化が非常に少なく身体の機能も安定していることからsteady stateとみることができる。また、Rest. BPからBP6までの増加率は、30.1%であった。(P<0.001)、BP6より運動終了後2分間のBP(以下Rec. BPと略す)は、19.2%の減少を示した。(P<0.001)、Rec. BPは、Rest. BPに対して1.1倍に相当するものであった。また、Rest. BPに対する増加率は、9.2%であった。(P<0.001)、従って、Rec. BPは、運動後の2分間でBP6に対して約20%の低下を示したことになる。これは、Rec. HRの回復に比較して非常に少ないものであった。つまり、運動後のBPは、HRに比較して回復に長時間を必要とする。<sup>1) 5) 44) 46)</sup> 運動中2分間毎のBP (Rest. BP



に相関のあることが判明した。また、R%HR との関係は、負の相関が認められた。(r = -0.24, P < 0.02), つまり, Rest. HR は, 運動時及び運動後の HR, Rest. BP, BP2 及び R%BP に密接な関係があるといえる。これは, Rest. HR の多い者が運動時の HR も多くなるという既報の結果<sup>1) 8) 12) 39) 46) 55) 56)</sup>と同様のものではあった。また, Rest. HR の多い者は, R%HR も遅いという結果も認められた。これは, Rest. HR が持久的運動能力と非常に深い関係にあることを示しているものである。<sup>8) 17) 55) 56)</sup>つまり, HR は, 通常身体の O<sub>2</sub> 供給と CO<sub>2</sub> 排泄の代謝効率, 運動時の酸素負債量の相違によって決定されるものである。<sup>1) 5)</sup>個々の HR は, 心臓から駆出される血液の 1 回拍出量の相違によって異なる。<sup>46)</sup>従って, 1 回拍出量の多い者は, 運動時の O<sub>2</sub> 供給と CO<sub>2</sub> 排泄の代謝効率がよいため運動時の HR も少なく R%HR も速くなるといえる。<sup>1)</sup>逆に Rest. HR の多い者は, 1 回の拍出量が少なく, 運動時の酸素負債量も大きく運動時の代謝効率が悪いために運動時の HR も多く R%HR も遅くなっていくものと考えられる。<sup>1) 5) 44) 46)</sup>また, Rest. HR の多い者は, Ret. BP も高く, R%BP も速い。これは, Rest. HR の多い者が拍出回数も多く血液の血管壁に及ぼす抵抗も大きくなっていくために Rest. BP も高くなるといえる。<sup>8) 17)</sup>しかし, Rest. HR と運動時の BP との相関は, 本実験では認められなかった。これは, Rest. HR の運動時の BP の増加に必ずしも結びつかないということである。また, Rest. HR の多い者は, R%BP が速い。これは, Rest. HR の多い者が運動後の血液が血管壁に与える圧力の低下が顕著に認められるということである。運動後に発現する心臓の疲労, 心機

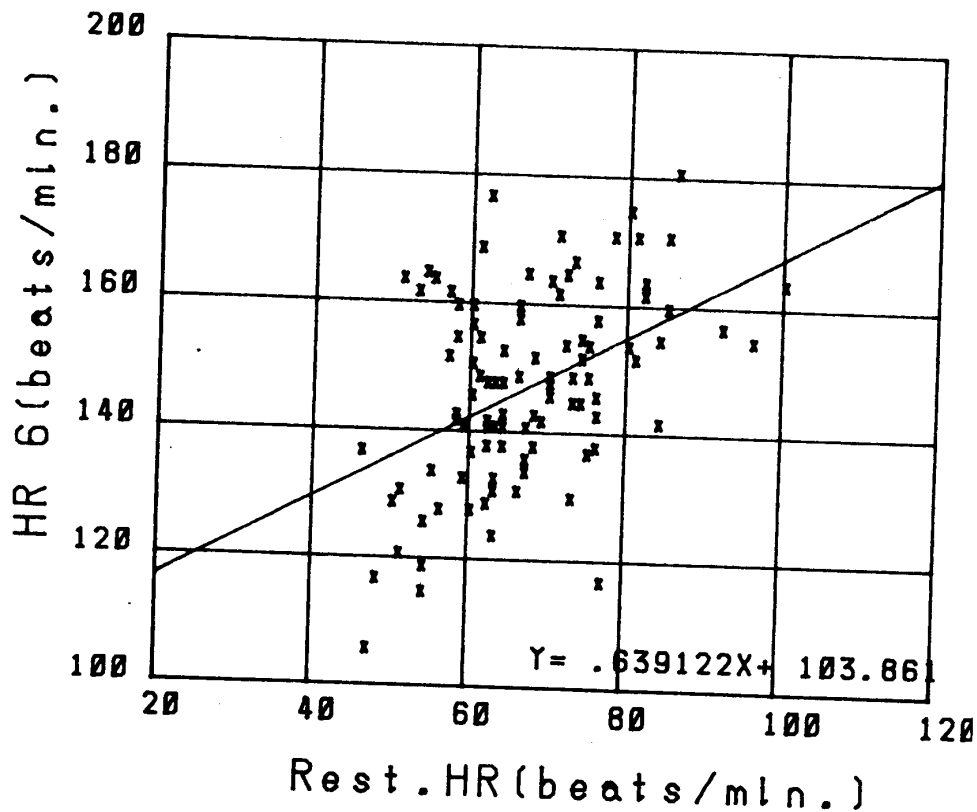


Fig. 1 Correlation between HR at rest and HR at 6 minutes after exercise

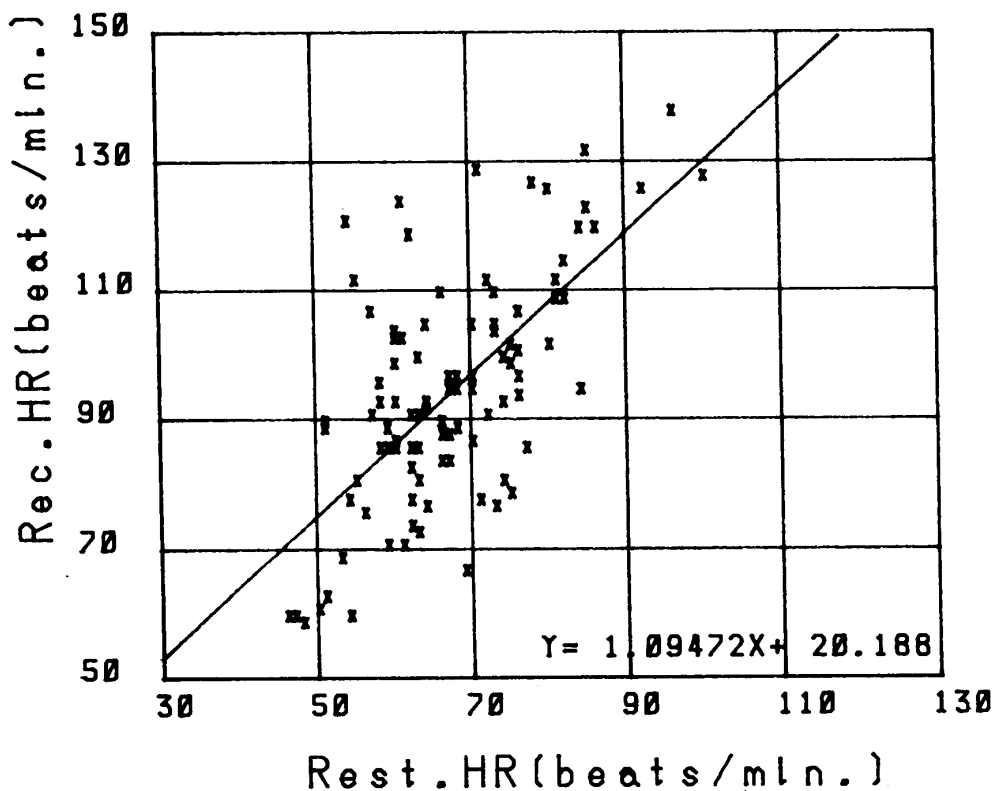


Fig. 2 Correlation between HR at rest and HR of recovery after exercise

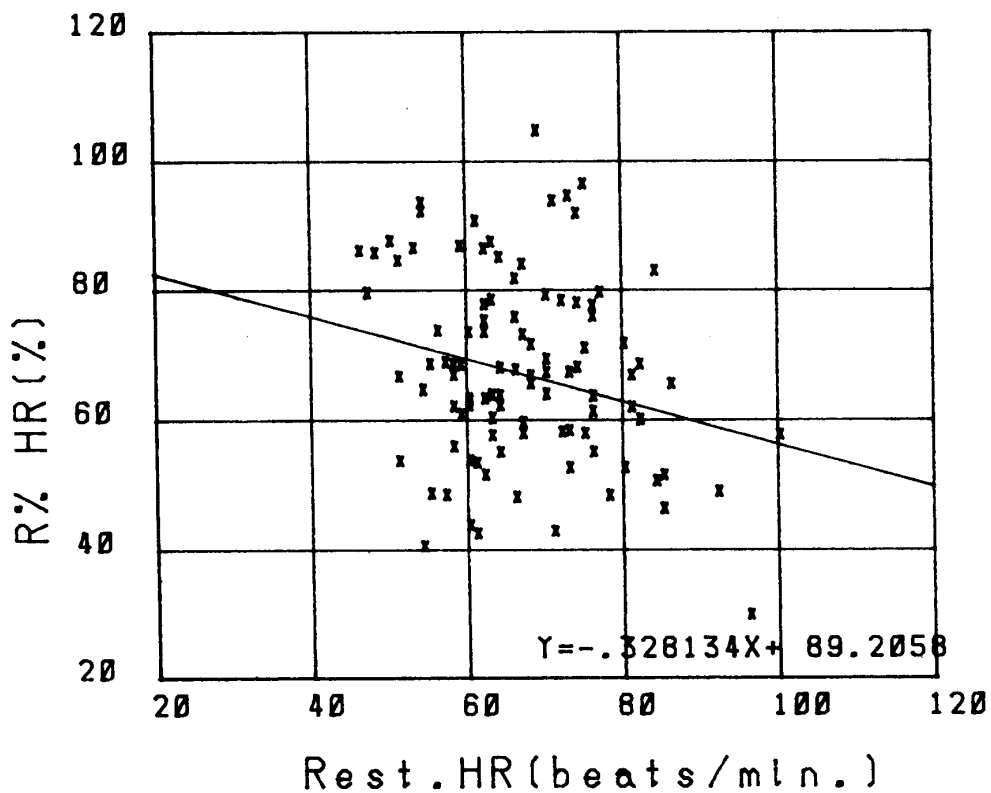


Fig. 3 Correlation between HR at rest and recovery percentage of HR after exercise

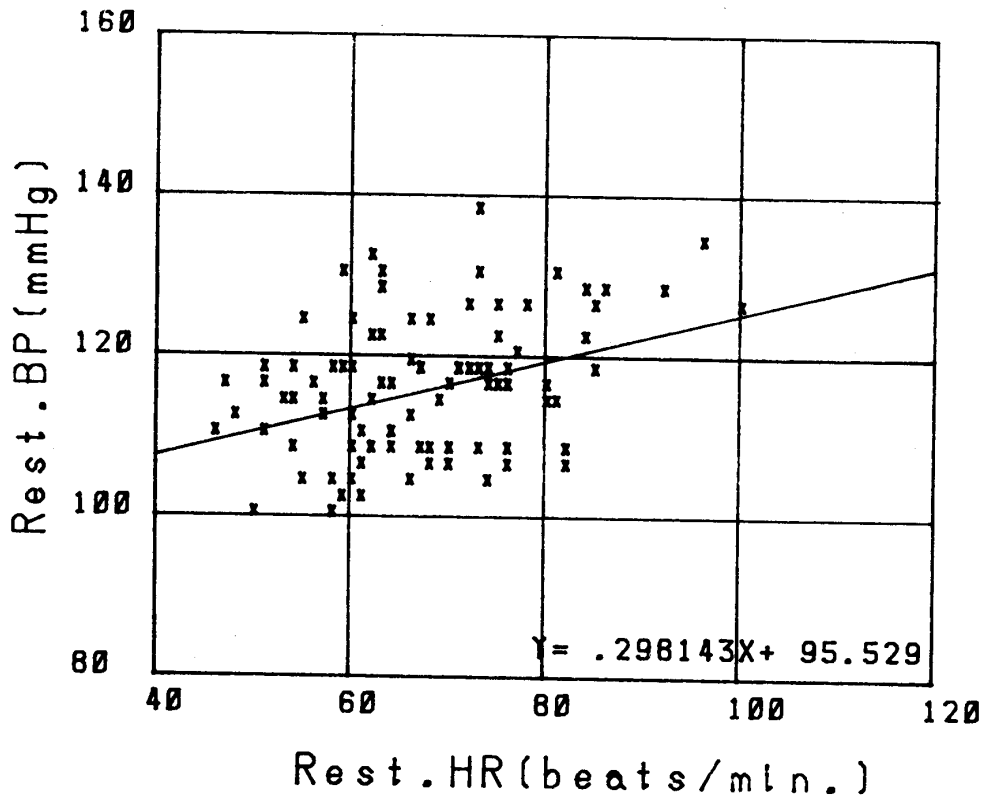


Fig. 4 Correlation between HR at rest and BP at rest

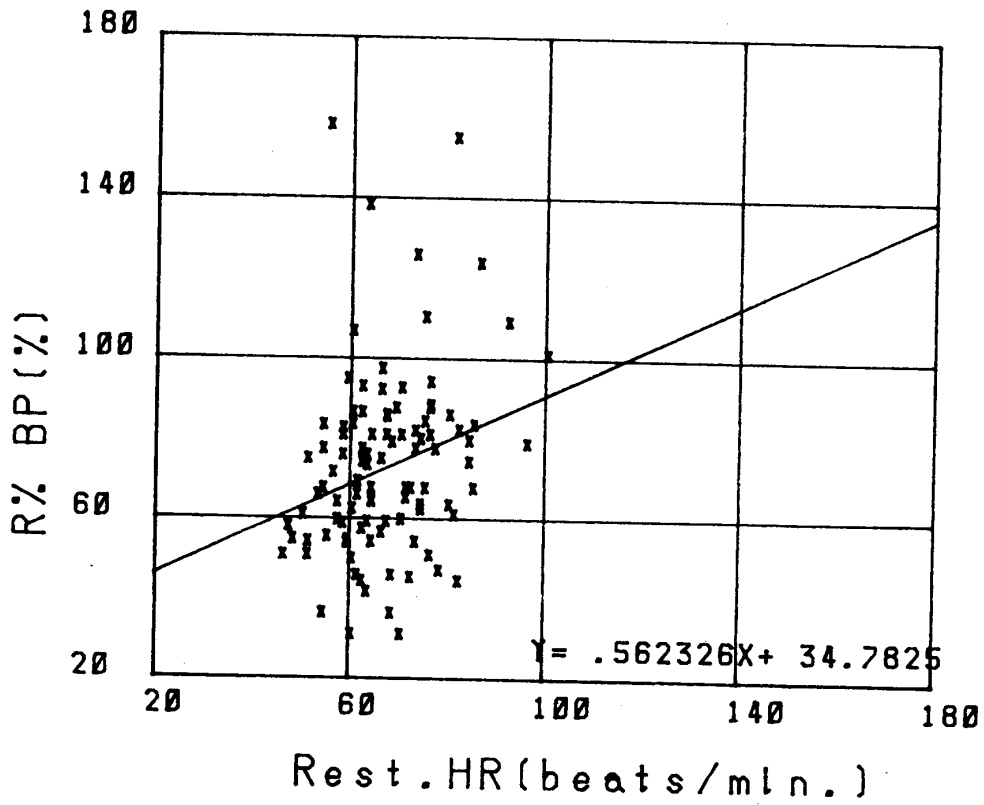


Fig. 5 Correlation between HR at rest and recovery percentage of BP after exercise



能の低下といえる。<sup>8) 46)</sup> この現象は、循環器系機能に度々みられるところの陰性相 (negative phase) の発現と考えられる。<sup>1) 5)</sup> Fig. 1 (Rest. HR と HR6), Fig. 2 (Rest. HR と Rec. HR), Fig. 3 (Rest. HR と R%HR), Fig. 4 (Rest. HR と Rest. BP), Fig. 5 (Rest. HR と R%BP) は, Rest. HR との相関分布, 回帰直線及び回帰方程式を図示したものである。ここにおいても, Rest. HR と運動時の HR は, 直線的な増加を示しており, R%HR とは, 直線的な減少を示している。そして, Rest. BP 及び R%BP とは, 直線的な増加を認める。従って, Rest. HR との関係は, 統計的にも有意な増加及び減少を示すといえる。HR 2 と運動時及び運動後の HR と BP の関係は, HR 4 ( $r=0.88, P<0.01$ ), HR 6 ( $r=0.81, P<0.01$ ), Rec. HR ( $r=0.69, P<0.01$ ) に相関のあることが認められた。また, R%HR との関係は, 負の相関であった。( $r=-0.37, P<0.01$ ), 従って, HR 2 は, 運動時及び運動後の HR との相関はあるが BP との相関は全く認められなかった。これは, 運動時の HR と BP との関係が存在しないことを示しているものである。<sup>45)</sup> また, HR 2 の多い者は, R%HR も遅いといえる。これも, HR 2 と持久的運動能力の関係を示している結果である。つまり, 運動中の HR の多い者が運動後の HR の回復率も悪いということである。<sup>1) 5) 46)</sup> HR 4 と運動時及び運動後の HR と BP の関係は, HR 6 ( $r=0.94, P<0.01$ ) 及び Rec. HR ( $r=0.64, P<0.01$ ) に相関が認められた。また, R%HR との関係は, 負の相関が認められた。( $r=-0.31, P<0.01$ ), ここにおいても, 運動時及び運動後の HR との相関は認められるが BP との相関は全く認められなかった。また, HR4 の多い者は, R%HR に長時間を必要とするといえる。HR6 と運動時及び運動後の HR と BP の関係は, Rec. HR ( $r=0.68, P<0.01$ ) 及び R%HR ( $r=-0.36, P<0.01$ ) に相関が認められた。ここにおいても, 運動時及び運動後の HR の相関を認めるが BP との相関は全く認められなかった。また, HR6 の多い者は, R%HR に要する時間も長いといえる。Rec. HR と運動時及び運動後の HR と BP の関係は, R%HR' に相関が認められた。( $r=-0.83, P<0.01$ ), ここでも, Rec. HR は, 安静時, 運動時及び運動後の HR との相関を認めるが BP との相関は全く認められなかった。従って, 運動中の HR と運動中の BP の関係は, 全くないといえる。R%HR は, 安静時及び運動時の HR にすべて負の相関が認められた。従って, Rest. HR の多い者は, 運動後の HR の回復に長い時間を必要とするといえる。

以上の結果, Rest. HR は, 持久的運動能力と非常に深い関係にあるといえる。つまり, Rest. HR の多い者は, 運動時及び運動後の HR も多く, Rest. BP も高く, R%BP も速い。しかし, R%HR は, Rest. HR の少ない者が多い者に比較して速い回復を示す。これは, Rest. HR の少ない者が持久的運動能力に優れているということである。ただし, 運動時の HR と運動時の BP の相関は, ないと考える。

Rest. BP と運動時及び運動後の HR と BP の関係は, Rest. HR ( $r=0.38, P<0.01$ ), BP2 ( $r=0.60, P<0.01$ ), BP4 ( $r=0.58, P<0.01$ ), BP6 ( $r=0.51, P<0.01$ ). Rec.

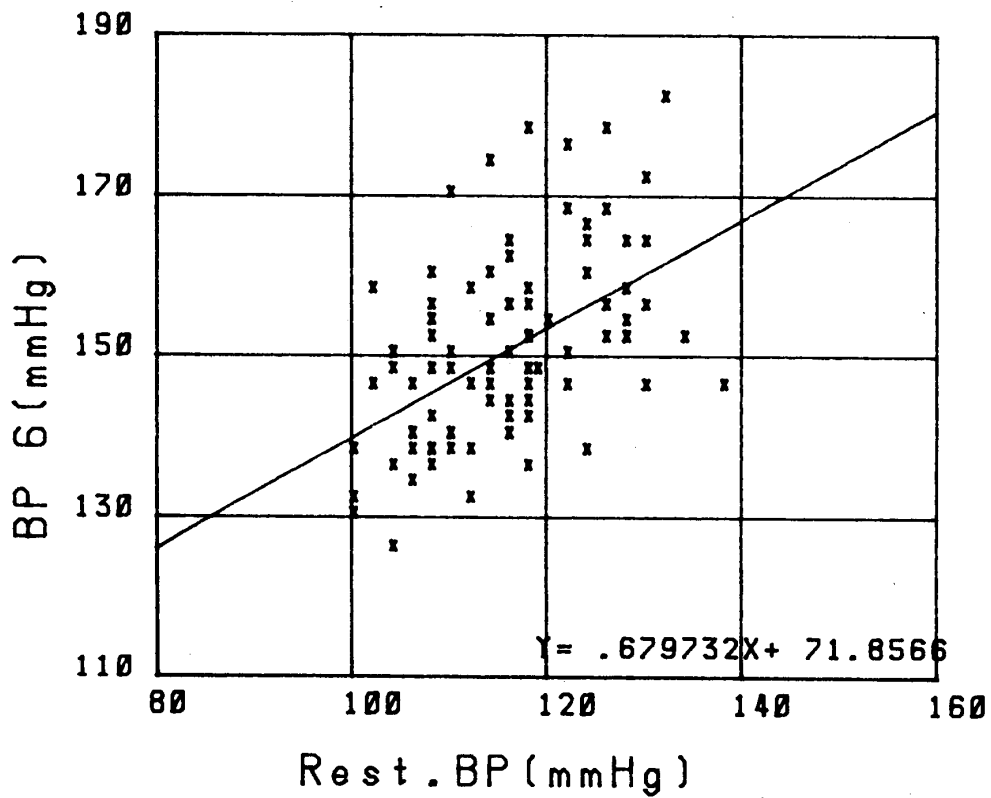


Fig. 6 Correlation between BP at rest and BP at 6 minutes after exercise

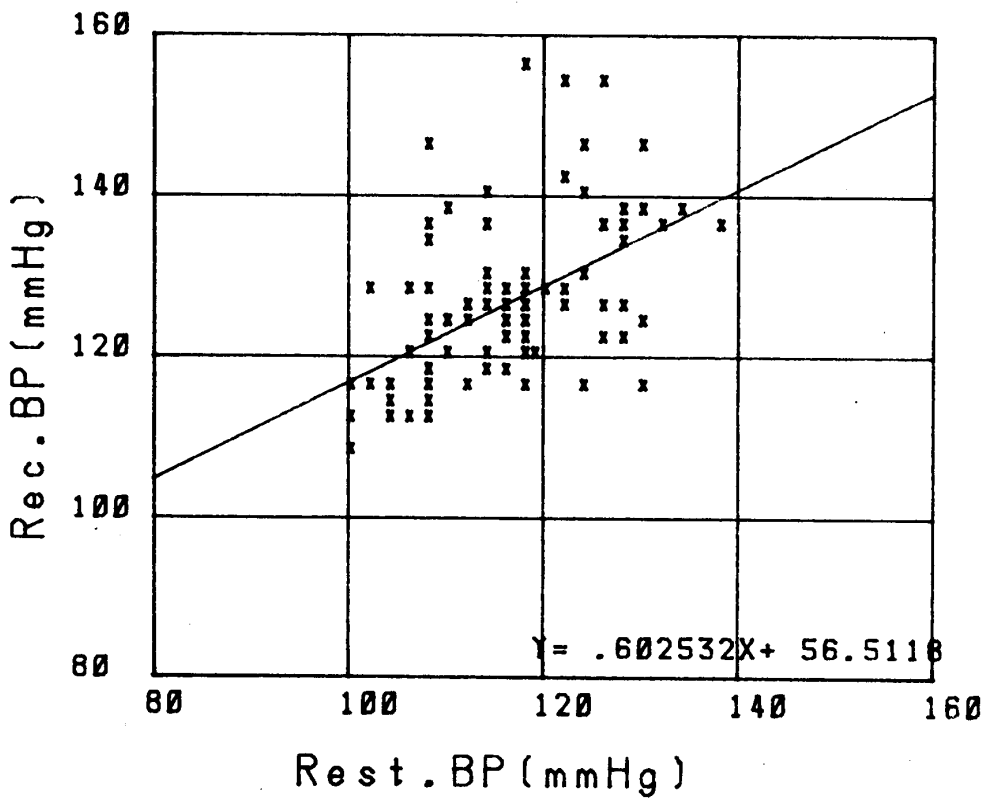


Fig. 7 Correlation between BP at rest and BP of recovery after exercise

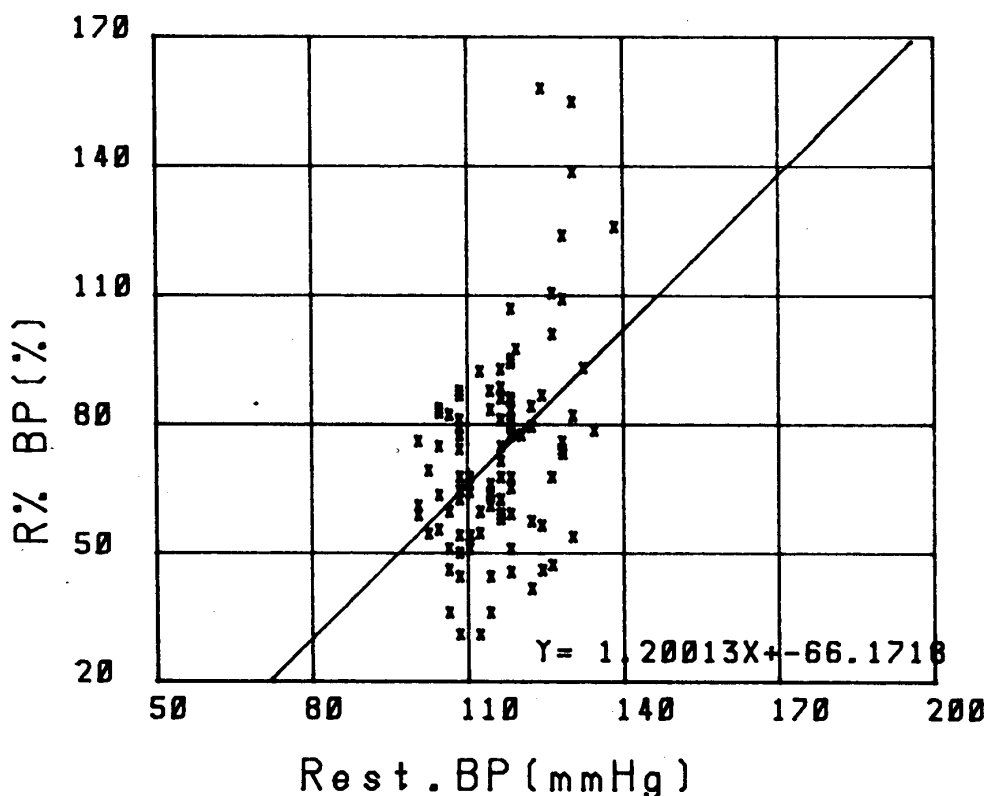


Fig. 8 Correlation between BP at rest and recovery percentage of BP after exercise

BP ( $r=0.52$ ,  $P<0.01$ ), R%BP ( $r=0.44$ ,  $P<0.01$ ) に相関のあることが判明した。従って, Rest. BP は, 運動時及び運動後の BP と Rest. HR に密接な関係があるといえる。また, Rest. BP の高い者は, R%BP も速いという結果も認められた。これは, Rest. BP が Rest. HR と同様に持久的運動能力と非常に深い関係にあることを示している。<sup>1) 46)</sup> 従って, Rest. BP の高い者は, 運動時の BP の増加も大きい R%BP も速い。これは, 運動後の BP が顕著な低下を示すということであって, 運動負荷に対する心臓機能の疲労が Rest. BP の高い者に発現しやすいということである。<sup>1) 5) 44) 46)</sup> Fig. 6( Rest. BP と BP6), Fig. 7( Rest. BP と Rec. BP), Fig. 8( Rest. BP と R%BP), Rest. BP との相関分布, 回帰直線及び回帰方程式を図示したものである。ここにおいても, Rest. BP と運動時及び運動後の BP は, 直線的な増加が認められる。しかし, Rest. BP と運動時及び運動後の HR との相関は全く認められなかった。これは, Rest. BP の高低の運動時及び運動後の HR の動向に結びつかないことを示しているものである。従って, 運動時の HR の増加は, Rest. BP との関係はないといえる。<sup>1) 5)</sup> BP2 と運動時及び運動後の HR と BP の関係は, BP4 ( $r=0.82$ ,  $P<0.01$ ), BP6 ( $r=0.75$ ,  $P<0.01$ ), Rec. BP ( $r=0.55$ ,  $P<0.01$ ) 及び Rest. HR ( $r=0.20$ ,  $P<0.05$ ) に相関のあることが認められた。しかし, R%BP との相関は, 全く認められなかった。( $r=0.15$ ,  $P<0.1$ ), これは, 運動時の BP が R%BP に結びつかないということである。BP4 と運動時及び運動後の HR と BP は,

BP6 ( $r=0.87$ ,  $P<0.01$ ) 及び Rec. BP ( $r=0.64$ ,  $P<0.01$ ) に相関が認められた。ここにおいても、運動時の BP との相関は認められたが R%BP 及び HR との関係は全く認められなかった。BP6 と運動時及び運動後の HR と BP の関係は、Rec. BP に相関が認められた。( $r=0.68$ ,  $P<0.01$ )、ここでも、運動時の BP との相関は認められたが R%BP 及び HR との相関は全く認められなかった。従って、Rest. BP と運動時の BP の相関は、非常に大きなものであるが、運動時の BP の高低と R%BP との相関は全くないといえる。Rec. BP と運動時及び運動後の HR と BP の関係は、運動時及び運動後の BP には相関が認められたが HR とは全く相関が認められなかった。R%BP との関係は、負の相関が認められた。( $r=-0.39$ ,  $P<0.01$ )、これは、Rec. BP の高い者が R%BP が速いということであると同時に Rest. BP の低い者が Rec. BP も低く R%BP に要する時間も長いということを示している。R%BP と運動時及び運動後の HR と BP の関係は、Rest. HR ( $r=0.26$ ,  $P<0.01$ )、Rest. BP ( $r=0.44$ ,  $P<0.001$ )、Rec. BP ( $r=-0.39$ ,  $P<0.01$ ) に相関のあることが認められた。

以上の結果、Rest. BP の高い者は、運動時及び運動後の BP も高く、R%BP も速い。また、Rest. HR も多いといえる。これは、Rest. BP が Rest. HR と同様に持久的運動能力との関係が非常に深いということである。つまり、Rest. BP の高い者は、低い者に比較して運動時の心臓機能の疲労現象 (negative phase) が顕著に発現するといえる。これは、Rest. BP の高い者より低い者が持久的運動能力に優れているということである。しかし、Rest. BP と運動時の HR の相関は、全くないと考えられる。ただし、Rest. BP と Rest. HR の相関は、認められる。

#### IV 要約

青年期女子 (18~21才) の安静時と運動時及び運動後の HR と BP の関係について調べたところ次のことが判明した。

1. 運動時の HR は、6分間の運動負荷で Rest. HR に対して119.0%の増加率を示した。( $P<0.001$ )、これは、Rest. HR の2.2倍に相当する HR である。
2. 運動時の BP は、6分間の運動負荷で Rest. BP に対して30.1%の増加率を示した。( $P<0.001$ )、これは、Rest. BP の1.3倍に相当する BP である。
3. 運動中の HR は、Rest. HR の多い者が少ない者に比較して多かった。( $r=0.45 \sim 0.65$ ,  $P<0.01$ )。
4. 運動中の BP は、Rest. BP の高い者が低い者に比較して高かった。( $r=0.51 \sim 0.60$ ,  $P<0.01$ )。
5. R%HR は、Rest. HR の少ない者が多い者に比較して速い回復を示した。( $r=-0.24$ ,  $P<0.05$ )。

また、Rec. HR は、Rest. HR に対して1.4倍に相当する HR であった。( $P<0.001$ )。

6. R%BP は, Rest. BP の高い者が低い者に比較して速い回復を示した. ( $r=0.44$ ,  $P<0.01$ ), また, Rec. BP は, Rest. BP に対して1.1倍に相当する BP であった. ( $P<0.001$ ).
7. Rest. HR は, 運動時の HR ( $r=0.45\sim0.65$ ), R%HR ( $r=-0.24$ ), Rest. BP( $r=0.38$ ), R%BP ( $r=0.26$ ) に相関のあることが認められた. ( $P<0.001$ ).
8. Rest. BP は, 運動時の BP ( $r=0.51\sim0.60$ ), R%BP ( $r=0.44$ ), Rest. HR ( $r=0.38$ )に相関のあることが認められた. ( $P<0.001$ ).
9. 運動中の HR と運動中の BP の相関は, 全く認められなかった. ( $r=-0.1\sim0.19$ ,  $P<0.1$ ).
10. 以上の結果, 本実験の運動負荷 (6分間: 300~450 kpm/min.) は, 青年期女子に対して適正な強度の範囲の運動 (中運動) と考えられる. また, Rest. HR は, 運動時及び運動後の HR, Rest. BP は, 運動時及び運動後の BP と非常に深い関係を示した. Rest. HR と Rest. BP も, 相互に相関を認めた. ( $r=0.38$ ,  $P<0.01$ ).

#### 参 考 文 献

- 1) 浅野勝己訳: オストランド運動生理学, 大修館書店, 1976, pp. 11-125, pp. 255-269
- 2) Ikegami Y. Fujitsuka N. Miyamura M and Mtsui H: Alactic and lactic oxygen debts after maximal treadmill exercise, J. of the physiological soc. of Jap. Vol. 42, No. 3, pp. 53-55, 1980
- 3) Imachi. Y and Man-I. M: Rebound of blood pressure after exercise. J Sports Med. Vol. 24, No. 4, pp. 286-289, 1984
- 4) Washburn. R. A. and Montoye. H. J.: The validity of predicting  $VO_2$ max in males age 10-39, J. Sports Med. Vol. 24, No. 1, pp. 41-45, 1984
- 5) Wilmore. J. H.: Training for Sport and Activity, Allyn and Bacon, INC. 1982, pp. 21-22, pp. 25-26, pp. 39-52, pp. 59-62, pp. 161-164, pp. 188-189
- 6) Wilmore J. H, James A. D, and Roxana O. etc: Physiological Alterations Conequent to 20-Week Conditioning Programs of Bicycling, Tennis, and jogging, Medicine and Science in Sports and Exercise, 12 (1), pp. 1-8, 1980
- 7) Upton. S. J. and Hagan. R. D.: Comparson pf the physiological profiles of middle aged young wome ndistance runners and sedentray women, Research quarterl for exercise and sports, Vol. 54, No. 1, pp. 83-87, 1983
- 8) 越後茂之他: 心臓機能からみた体力, からだの科学, No. 115, pp. 78-80, 1984
- 9) Ohno H., Yahata T., Hirata F., Yamamura K., Doi R., Harada M. and Taniguchi N.: Change in dopamine-B-hydroxylase, and copper, and catecholamine concentrations in-human plasma with physical exercise J. Sports Med., Vol. 24, No. 4. pp. 315-319, 1984
- 10) 大野 誠他: 肥満と疾患, からだの科学, No. 105, pp. 82-87, 1982
- 11) 小野三嗣: 運動ストレスと適応力, からだの科学, No. 115, p. 93, 1984
- 12) 片岡幸夫他: 中高年 PWC 170 と運動負荷に対する循環機能の特性について, 東大体育学紀要, No. 9, pp. 39-53, 1975
- 13) 加藤映一: 食塩と高血圧, からだの科学, No. 102, pp. 45-52, 1981
- 14) 川初清典他: 心筋硬塞患者の運動療法, 体育の科学, Vol. 33, No. 6, pp. 461-466, 1983

- 15) 川初清典他：虚血性心臓病の長期運動における郊外プログラムの検討, 体育の科学, Vol. 35, No. 5, pp. 337-392, 1985
- 16) 川初清典他：虚血性心臓疾患運動の処方基準, 体育の科学, Vol. 35, No. 3, pp. 183-187, 1985
- 17) 菊池長徳：ストレスと循環器疾患, からだの科学, No. 101, pp. 58-60, 1981
- 18) Cupelli V., Attina D. A., Giuliano G., Brettoni M., Musante R., Bini G. and Cupelli G.: Abnormal blood pressure response to the bicycle ergometer maximal stress test in apparently healthy and normotensive middle-aged subjects practicing aerobic physical activity in leisure-time, J. Sports Card, Vol. 1, No. 2, pp. 80-82, 1984
- 19) Cupelli V., Brettoni M., Attina D. A., Laverone E., Aracangeli G., Cupelli G., Bucchino G., Bini G. and Giukiano G.: Cardiovascular response to maximal exercise in active elderly healthy people, J. Sports Med. Vol. 24, No. 4, pp. 273-275, 1984
- 20) Goertzen. D, Serfass. R, Sopko G. and Leon A.: The functional capacity and physical activity levels of women over 60 years of age, J. Sports Med., Vol. 24, No. 1, pp. 30-35, 1984
- 21) Tharp G. D., Johnson G. O. and Tholand W. G.: Measurement of anaerobic power and capacity in elite young track athletes using the Wingate test, J. Sports Med. Vol. 24, No. 2, pp. 100-105, 1984
- 22) Golden. H. P. and Vaccaro. P.: The effects of endurance training intensity on the anaerobic threshold. J. Sports Med., Vol. 24 No. 3, pp. 203-210, 1984
- 23) 五島雄一郎：肥満と高血圧, からだの科学, No. 102, pp. 52-55, 1981
- 24) 佐藤恒久他：激しい運動ならびに運動処方による運動負荷と不整脈の発生について, 体力科学, Vol. 34, No. 3, pp. 184-193, 1985
- 25) 渋谷 二他：自転車エルゴメーター駆動時のパワーについて, 体育学研究, Vol. 13, No. 4, pp. 233-239, 1972
- 26) 進藤宗洋他：高血圧症と運動, 体育の科学, Vol. 35, No. 3, pp. 189-195, 1985
- 27) Johnson S., Berg K. and Latin R.: The effect of training frequency of aerobic dance on oxygen uptake, body composition and personality. J. Sports Med., Vol. 24, No., pp. 290-297, 1984
- 28) Song. T. M. K: Effects of seasonal training on anthropometry, flexibility, strength, and cardiorespiratory function on junior female track and field athletes, J. Sports Med. Vol. 23, pp. 173-174, 1983
- 29) Song. T. M. K. and Cipriano N.: Effect of seasonal training on physical and physiological function on elite varsity wrestlers, J. Sports Med. Vol. 24, No. 2, pp. 123-129, 1984
- 30) 外山 寛他：運動負荷の生体反応に及ぼす食塩摂取量の影響について, 体育の科学, Vol. 34, No. 3, pp. 141-149, 1985
- 31) 武田忠直：高血圧, からだの科学, pp. 394-2, 1983
- 32) 田中喜代次他：体位変化に対する左室血行動態の変動, 大阪市立大学保健体育学紀要, 第20巻, pp. 1-5, 1984
- 33) 田中喜代次他：全身持久性の簡易推定式の開発, 大阪市立大学保健体育学紀要, 第20巻 pp. 20-36, 1984
- 34) 東京都立身体適性学研究室：日本人の体力標準値, 不昧堂, 1970, p. 23, pp. 62-68, pp. 352-353, pp. 360-362
- 35) Dooley J, An evange for a lifestyle of total fitness, The magazine of Metropolitan Dayton, 2, p. 12, 1984
- 36) Charles W. L., Robert H. D. and Ormonde M. M.: The effect of physical conditioning

- on serum lipids and lipoproteins in white male adolescents, *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 15, No. 3, pp. 232-236, 1983
- 37) 西保 岳他：筋ポンプの血液循環動態に及ぼす影響, *体力科学*, Vol. 34, No. 3, pp. 170-171, 1985
- 38) Pirani A., Neri M., Belloi L., Dinelli M. and Vecchi G. P., : Do mental and physical performance have different patterns in elderly? *J. Sports Med.* Vol, 24, No. 4, pp. 307-337, 1984
- 39) Fuchs P., Sevic D., Fuchs N., Carson W., and Walter J. : The influence of coronary sport grope training on the flexibility of joints, heart rate and blood pressure of coronary patients, *J. Sports Med.*, Vol. 24, No. 4, pp. 280-284, 1984
- 40) Bandyopadhyay D. K. : Effect of speed and endurance activities on blood pressure, heart rate and blood lactate, and their correlation, *J. Sports Med.*, Vol. 24, No. 2, pp. 107-111, 1984
- 41) Bruyn-prevost. P. D., Masst. C. and Sturbois X. : Physiological response from 18-25 years women to aerobic and anaerobic physical fitness tests at different periods during the menstrual cycle, *J. Sports Med.*, Vol. 24, No. 2, pp. 144-148, 1984
- 42) Bruyn-prevost. P. D. and Sturbois X. : Physiological response of girls to aerobic and anaerobic endurance tests, *J. Sports Med.* Vol. 24, No. 2, pp. 149-154, 1984
- 43) Boileau R. A., Mckeown B. C. and Riner W.F. : Cardiovascular and metabolic contributions to the maximal aerobic power of the arms and legs, *J. Sports Card.* Vol. 1, No.2, p. 68, 1984
- 44) Berger R. A. : *Applied Exercise Physiology*, Lea & Febiger, 1982, pp. 161-164, pp. 188-189
- 45) Marconnet P. Slaoui F. Gast aud M. and Ardisson J. L. : Preexercise, exercise and early post exercise arterial blood pressure in young competitive swimmers versus non swimmers, *J. Sports Med.* Vol. 24, No. 3, pp. 258, 1984
- 46) Mcardle W. D., Katch F. I., and Katch V. L, *Exercise Physiology*. Lea & Febiger, 1981, pp. 96-123, pp.378-389
- 47) Mcconnell, R., Swett D. D., Jeresaty R. M., Missri, J. C., and Al-Hani. A. J. : The hemodynamic and physiologic differences between exercise modalities, *J. Sports Med.*, Vol. 24, No. 3, pp. 238-244, 1984
- 48) 三浦悌二他：衛生学実習, 南山堂, 1978, pp. 153-156
- 49) 水野忠文：日本人体力標準表, 東京大学出版会, 1980, pp. 71-72
- 50) 宮尾定信：高血圧, からだの科学, No. 23, pp. 31-37, 1968
- 51) 宮崎 滋：肥満の定義と判定, からだの科学, No. 105, p. 44, 1982
- 52) 村尾 覚：狭心症と心筋梗塞症, からだの科学, No. 8, pp. 71-76, 1966
- 53) 村岡 功他：最大酸素摂取量および換気性値に及ぼす異なる二種類の持久的トレーニングの影響 早稲田大学体育研究紀要, 第17号, pp. 32-33, 1985
- 54) 矢野徳郎：長・中・短距離走者の無氣的作業値, 酸素値および酸素摂取量の反応時間, Vol. 34, No. 3, pp. 178-179, 1985
- 55) 山地啓司他：作業中の作業直後の心拍数測定に関する研究, *体育の科学*, Vol. 34, pp. 130-134
- 56) 山地啓司：心臓とスポーツ, 共立出版 kk, 1984, pp. 54-56, pp. 107-108, pp. 130-134
- 57) 山口雅也：高血圧と遺伝, からだの科学, No. 102, pp. 39-44, 1981
- 58) Rerna G. P., Fanelli R., Villella A., Lanna P., Russo A. and Zeppilli P : Hypertrophic cardionyopathy and inadequate septal hypertrophy in athletes *J. Sports Card.* Vol. 1, No. 2, pp. 96-101, 1984

## The correlation on heart rate and blood pressure of young females at rest, during and after exercise

Masayuki KAWAKAMI\*, Kouji INOKIHARA\*\*,  
Masakazu OHTA\* and Takashi MATSUBARA\*

*\*Department of General Education,*

*\*\*Heath Care Center,*

*Okayama University of Science*

*Ridai-cho, 1-1 Okayama 700 JAPAN*

(received September 26, 1985)

The purpose of this study is investigation on the change of heart rate (HR) and blood pressure (BP) of young females at rest, during and after exercise. This group is 100 subjects of college students of female 18-21 years old. They are non-athletes their BP is between 100 and 140 mmHg. The exercise test is for six minutes by bicycle ergometer. The exercise has two different stages of tension: 300 and 450 kpm per minutes (pedalling: 55 rpm) at the weight of the bicycle ergometer.

The following results are obtained:

- 1) The increase of HR between at rest and during exercise is 219.0 percent. ( $P < 0.001$ )
- 2) The increase of BP between at rest and during exercise is 130.2 percent. ( $P < 0.001$ )
- 3) As to HR of during exercise, the females of large number of HR at rest are higher than that of the females of small number of HR at rest. ( $r = 0.45-0.65$ ,  $P < 0.01$ )
- 4) As to BP of during exercise, the females of high BP at rest are higher than that of the females of low BP at rest. ( $r = 0.51-0.60$ ,  $P < 0.01$ )
- 5) As to recovery percentage of HR after exercise, the females of small number of HR at rest are faster than that of the females of large number of HR at rest. ( $r = -0.24$ ,  $P < 0.05$ )
- 6) As to recovery percentage of BP after exercise, the females of high BP at rest are faster than that of the females of low BP at rest. ( $r = 0.44$ ,  $P < 0.01$ )
- 7) HR at rest has the relationship with HR of during exercise, ( $r = 0.45-0.60$ ,  $P < 0.001$ ) HR of recovery after exercise, ( $r = 0.65$ ,  $P < 0.001$ ) recovery percentage of HR after exercise, ( $r = -0.24$ ,  $P < 0.05$ ) BP at rest, ( $r = 0.38$ ,  $P < 0.01$ ) and recovery percentage of BP after exercise ( $r = 0.26$ ,  $P < 0.05$ )
- 8) BP at rest has the relationship with HR at rest, ( $r = 0.38$ ,  $P < 0.01$ ) BP of



- during exercise, ( $r=0.51-0.60$ ,  $P<0.001$ ) BP of recovery after exercise ( $r=0.52$ ,  $P<0.001$ ) and recovery percentae of BP after exercise. ( $r=0.44$ ,  $P<0.001$ )
- 9) The HR of during exercise has no relationship with BP of during exercise. ( $r=-0.1-0.19$ ,  $P<0.1$ )
  - 10) Therefore, the stress-test of exercise is moderate work on the bicycle ergometer, and conclude that we can inference on HR and BP of during exercise from HR and BP at rest.