

運動時の心拍数及び血圧に関係する身体的因子

川上 雅之^{*}，松原 孝^{*}，
猪木原 孝二，太田 正和^{*}

^{*} 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61年9月30日受理)

I 緒言

心拍数（以下HRと略す）及び収縮期血圧（以下BPと略す）は、身体的な因子との相関が非常に深いと考えられている。¹⁻⁶⁾ とくに、体型的なものとの関係が強いといわれる。⁷⁾⁸⁾ 既報の資料では、HR及び最大酸素摂取量(VO_2max)は、体型的に大きい者が小さい者に比較して効率的に働く。¹⁻⁷⁾ しかし、走運動等の実際の運動能力は、体重及び体脂肪率（以下%fatと略す）の大きい者が小さい者に比較して劣る。^{1-6,8)} これは、HR及びBPが体型的なものとの密接な関係にあるということの意味するものであろう。¹⁻⁵⁾ しかし、現在のところ運動時のHR及びBPに影響を与える身体的因子を運動強度との関係から究明した資料は少ない。³⁻⁷⁾ とくに、身体的因子の中のなにが循環器系機能にどのような作用をするのか検討した資料はない。従来からHR及びBPは、呼吸・循環器系機能の優劣を判定する指標として用いられている。^{1-5),9-13)} 筆者は、既報において安静時のHR（以下Rest. HRと略す）及びBP（以下Rest. BPと略す）が運動時のHR及びBPに与える影響について報告した。¹⁴⁻¹⁵⁾

以上のような観点から運動時のHR及びBPに影響を与える身体的因子を究明することは、今後身体的なものから個々の運動の適正範囲を推定し適切な運動計画を作成するうえで貴重な資料になるものと考えられる。しかし、人間の運動能力及び生理的機能には、個々の活動範囲及び限界が存在する。^{1-5,9)} 本研究は、その点を考慮したうえで軽及び中運動時のHR及びBPの反応に影響を与える身体的因子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18~22才の健康な男子大学生150名を対象にした。被験者は、軽運動負

荷のグループ（以下group Aと略す）50名，中運動負荷のグループ（以下group Bと略す）50名，軽中運動の混合負荷のグループ（以下group Cと略す）50名の3グループに分類した。

2. テストの方法

被験者は，身体的特性として身長，体重，%fat，肺活量（以下V Cと略す）及び体表面積（以下B S Aと略す）を計測した。%fatは，皮下脂肪厚の計測数値（mm）から公式¹⁶⁾によって推定値を算出した。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。B S Aは，体重及び身長から公式¹⁷⁾によって推定値を算出した。

作業テストは，午前10:00～12:00の間に実施した（室温：20～22℃），被験者は，実験の2時間前には飲食を完了し実験室到着後20～30分前の座位安静を保持した後本実験に入った。血圧の測定は，スタンド式血圧計（ヤガミ社製，M-105）を使用した。心拍数の測定は，心電計（フクダ社製，procom503F）によってHRと同時に心電図（以下E C Gと略す）も記録した。HR，B P及びE C Gの測定は，安静時がベッド仰臥位，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，B P及びE C Gの測定時間と回数は，安静時と運動開始より2分，4分，6分間の運動中の2分毎と運動終了後2分間の計5回とした。運動の負荷は，group Aが0～2分間（300kpm/min.），2～6分時の4分間（450kpm/min.），group Bが0～2分間（300kpm/min.），2～6分時の4分間（600kpm/min.），group Cが0～2分間（300kpm/min.），2～4分時の2分間（450kpm/min.），4～6分時の2分間（600kpm/min.）とした。ペダルの回転は，3グループとも55rpmである。これは，Coast et al. のHRとエルゴメーターの回転数に関する研究¹⁸⁾，Astrandの負荷テストの方法¹⁾を参考にしたものである。

III 実験結果

被験者の身体的特性は，Table 1.に示すとおりである。グループ間の身体的相違は，
Table 1. The mean and standerd deviation of physical characteristics (±SD)

		Group A (N=50)	Group B (N=50)	Group C (N=50)
Age	(yrs)	19.1 ± 0.9	18.9 ± 0.8	18.7 ± 0.9
Height	(cm)	168.5 ± 6.2	172.1 ± 5.7	170.0 ± 6.0
Weight	(kg)	61.6 ± 8.1	61.6 ± 6.0	60.5 ± 8.6
% Body Fat	(%)	11.4 ± 4.1	10.5 ± 2.7	12.3 ± 4.4
Vital Capacity	(cc)	4174.4 ± 589.2	4532.8 ± 559.5	4313.0 ± 601.9
Body Surface Area	(m ²)	1.65 ± 0.1	1.68 ± 0.1	1.65 ± 0.1

身長においてgroup Bがgroup A ($p < 0.005$) 及びgroup C ($p < 0.05$), group Cがgroup A ($p < 0.05$) に, %fatにおいてgroup Cがgroup B ($p < 0.01$) に, VCにおいてgroup Bがgroup A ($p < 0.005$) 及びgroup C ($p < 0.05$) に比較して統計的に有意な差を示した。しかし, 体重及びBSAは, 3グループ間に統計的な有意差は認められなかった。従って, グループ間の身体的相違は, 身長, %fat及びVCに若干の相違があるものの体重及びBSAの体実質面にほとんど違いがみられないということはグループ間に体系的な相違はないと考えて差し支えないといえる。そこで, グループの身体的特性と安静時, 運動時及び運動後のHR, BP, 運動中のHR及びBPの上昇率の関係について検討した。

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

	Group A (N=50)	Group B (N=50)	Group C (N=50)
Rest. HR (beats)	69.2 ± 11.0	63.5 ± 9.0	64.5 ± 9.7
HR2 (beats)	110.9 ± 10.4	102.7 ± 10.1	108.4 ± 10.1
HR4 (beats)	125.6 ± 11.3	129.3 ± 12.5	121.5 ± 12.2
HR6 (beats)	130.7 ± 12.7	136.1 ± 16.1	138.0 ± 14.7
Rec.HR (beats)	90.7 ± 15.0	87.1 ± 16.8	90.7 ± 16.8
R%HR (%)	65.3 ± 16.5	68.8 ± 14.6	65.4 ± 13.2
Rest. BP (mmHg)	117.6 ± 8.6	116.6 ± 8.9	118.5 ± 5.9
BP2 (mmHg)	133.8 ± 11.4	129.2 ± 11.6	133.7 ± 8.0
BP4 (mmHg)	144.3 ± 12.4	142.9 ± 11.5	143.0 ± 10.2
BP6 (mmHg)	150.4 ± 13.1	153.2 ± 12.4	155.4 ± 11.2
Rec. BP (mmHg)	123.3 ± 9.6	124.7 ± 9.0	129.2 ± 10.4
R%BP (%)	84.2 ± 22.1	76.8 ± 18.4	71.0 ± 20.6

±SD, Rest. HR:HR at rest, HR2:HR at 2 minutes after beginning exercises, HR4:HR at 4 minutes after beginning exercise, HR6:HR at 6 minutes after beginning exercise, Rec. HR:recovery after finishing exercise, R%HR:recovery percentage after finishing exercise, Rest. BP:BP at rest, BP2:BP at 2 minutes after beginning exercise, BP4:BP at 4 minutes after beginning exercise, BP6:BP at 6 minutes after beginning exercise, Rec. BP:recovery after finishing exercise, R%BP:recovery percentage after finishing exercise

Table 2.は, 安静時, 運動時及び運動後のHR及びBPについて示したものである。グループ間の相違は, HR 4 及びBP 4 以降に運動強度の相違による統計的な差が認められた ($p < 0.05$)。Table 3.は運動時のHR及びBPの上昇率 (HR 2 及びBP 2 はRest. HR 及びRest. BP, HR 4 及びBP 4 はHR 2 及びBP 2, HR 6 及びBP 6 はHR 4 及びBP 4 に対する上昇率である), 運動後の下降率 (Rec. HR 及びRec. BP はHR 6 及びBP 6 に対する下降率である) について示したものである。ここでも, HR 4 及びBP 4 以降に運動強度の相違によるグループ間の差が認められた ($p < 0.05$)。従って, 運動時のHR及びBPと運動時の上昇率は, とともに運動強度の相違によって異なるものと

Table 3. The mean and standard deviation of the rate of increase and decrease among at rest, during and after exercise on heart rate and blood pressure

	GroupA (N=50)	GroupB (N=50)	GroupC (N=50)
Rest. HR (beats)	69.2 ± 11.0	63.5 ± 9.0	64.5 ± 9.7
HR2 (%)	62.7 ± 21.3	63.5 ± 16.7	70.5 ± 17.9
HR4 (%)	13.5 ± 5.6	26.1 ± 6.5	12.2 ± 6.8
HR6 (%)	4.1 ± 4.5	5.1 ± 4.9	13.7 ± 5.9
Rec. HR (%)	46.6 ± 19.8	59.4 ± 20.4	55.0 ± 19.1
R%HR (%)	65.3 ± 16.5	68.8 ± 14.6	65.4 ± 13.2
Rest. BP (mmHg)	117.6 ± 8.6	116.6 ± 8.9	118.5 ± 5.9
BP2 (%)	13.9 ± 7.2	10.8 ± 6.1	12.9 ± 5.4
BP4 (%)	8.0 ± 5.1	10.9 ± 5.4	7.0 ± 5.1
BP6 (%)	4.4 ± 5.2	7.3 ± 4.2	8.7 ± 4.6
Rec. BP (%)	22.3 ± 9.7	23.0 ± 8.3	20.7 ± 8.5
R%BP (%)	84.2 ± 22.1	76.8 ± 18.4	71.0 ± 20.6

±SD, Rest. HR:HR at rest, HR2:HR at 2 minutes after beginning exercises, HR4:HR at 4 minutes after beginning exercise, HR6:HR6 minutes after beginning exercise, Rec. HR:recovery after finishing exercise, R%HR:recovery percentage after finishing exercise, Rest. BP:BP at rest, BP2:BP at 2 minutes after beginning exercise, BP4:BP at 4 minutes after beginning exercise, BP6:BP at 6 minutes after beginning exercise, Rec. BP:recovery after finishing exercise, R%BP:recovery percentage after finishing exercise

いえる。Table 4. は、身体的特性と運動時及び運動後の H P 及び B P の相関関係について示したものである。相関関係は、相関係数が $r=0.17$ 以上 ($p<0.05$), $r=0.23$ 以上 ($p<0.01$), $r=0.26$ 以上 ($p<0.005$), $r=0.3$ 以上 ($p<0.001$) で判定した。

身長との関係は、group A が H R 2, H R 4, H R 6 及び B P 4, group C が H R 2 及び H R 4 に負の相関 ($p<0.05$), group B が Rest. B P, B P 2, B P 4 及び B P 6 ($p<0.005$), R % B P ($p<0.05$) に正の相関が認められた。また、運動時の上昇率は、group A が H R 2 及び H R 6 ($p<0.005$), group B が H R 4 及び B P 4 ($p<0.05$) に負の相関, group B の H R 6, B P 2 及び Rec. B P には正の相関 ($p<0.05$) が認められた。従って、身長と運動時の H R 及び B P の関係は、運動時の H R に相関が多く認められる。これは、負の相関であり身長の高い者が低い者に比較して運動時の H R 及びその上昇率も低いということである。また、身長と運動時の B P の相関は、非常に少ないといえる。

Table 4. The correlation between heart rate and physical characteristics, blood pressure and physical characteristics

	Height			Weight			% Body Fat			V			C			B			S			A		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP	HR&BP	R.I.HR&BP	HR&BP
Rest.HR	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
HR2	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*
HR4	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*
HR6	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*
Rec. HR	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
R%HR	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Rest. BP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BP2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BP4	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*	--*
BP6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Rec. BP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R%BP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

VC:vital capacity, BSA:body surface area,
 HR & BP:the number of HR & BP during exercise, R.I. HR & BP:the rate of increase of HR & BP during exercise,
 Rest. HR:HR at rest, HR2:HR at 2 minutes after beginning exercise, HR4:HR at 4 minutes after beginning exercise, HR6:HR at 6
 minutes after beginning exercise,
 Rec.HR:recovery after finishing exercise, R%HR:recovery percentage after finishing exercise, Rest. BP:BP at rest, BP2:BP at 2
 minutes after beginning exercise,
 BP4:BP at 4 minutes after beginning exercise, BP6:BP at 6 minutes after beginning exercise, Rec. BP:recovery after finishing exercise,
 R%BP:recovery percentage after finishing exercise.

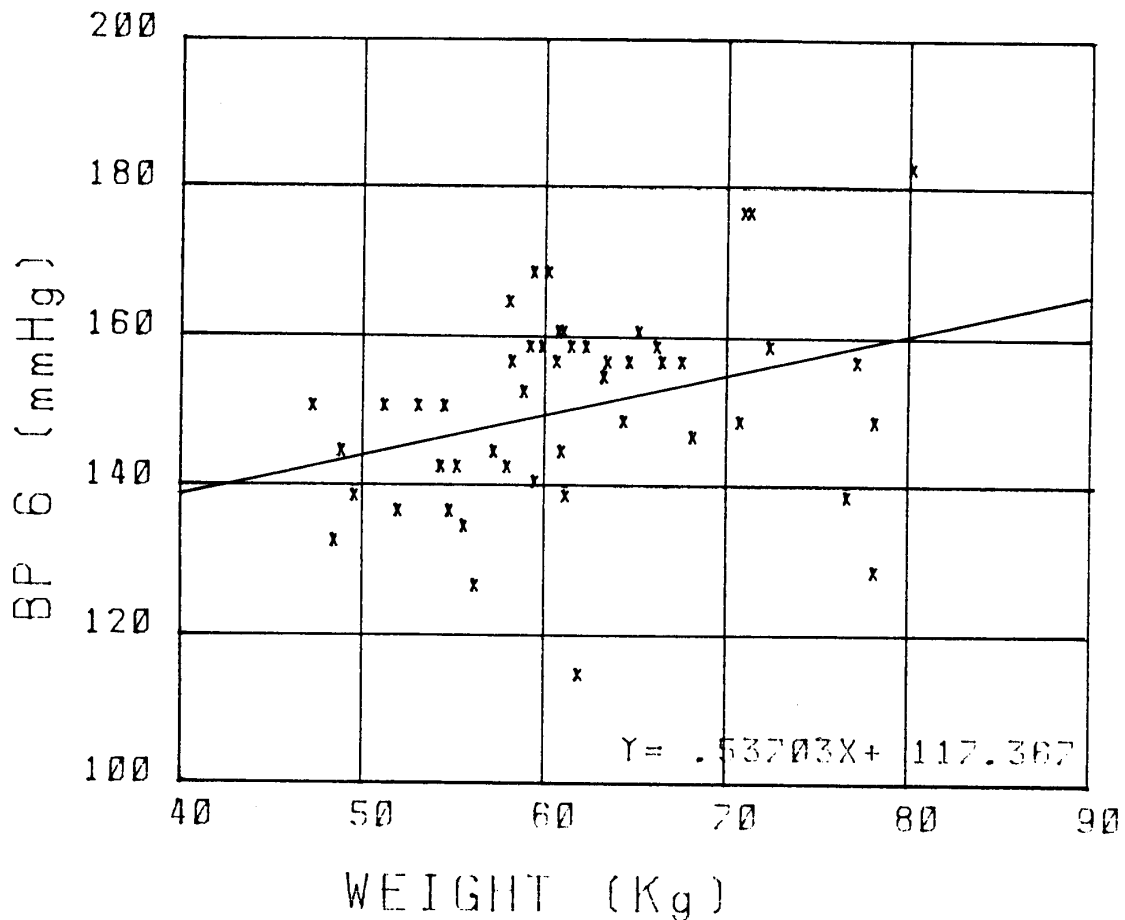


Fig. 1 The correlation between weight and HR at 6 minutes after beginning exercise

体重との関係は，group AがHR 4及びHR 6 (Fig.1) ($p < 0.05$)，group BがHR 6 ($p < 0.01$)，group CがHR 2，HR 4，HR 6及びRec. HR ($p < 0.005$)に負の相関，group AがRest. BP，BP 2，BP 4，BP 6 (Fig.2)及びRec. BP ($p < 0.01$)，group BがRest. BP，BP 2，BP 4，BP 6及びR%BP ($p < 0.005$)，group CがR%HR，Rest. BP，BP 2，BP 6及びR%BP ($p < 0.005$)に正の相関が認められた。また，運動時の上昇率は，group AがHR 6 ($p < 0.005$)，group BがHR 2及びHR 4 ($p < 0.05$)，BP 4 ($p < 0.005$)，group CがHR 2，HR 4及びHR 6 ($p < 0.05$)に負の相関，group AのBP 2には正の相関 ($p < 0.005$)が認められた。従って，体重と運動時のHR及びBPの関係は，運動時のHR及びその上昇率には負の相関，Rest. BP及び運動時のBPには正の相関が多くみられる。ただし，運動時のBPの上昇率との関係は，体重との間の相関はほとんど認められなかった。これは，体重の重い者が軽い者に比較して運動時のHR及びその上昇率が少なくRest. BP及び運動時のBPは高い値を示すといえる。また，体重と運動時のBPの上昇率との相関は，非常に少ないといえる。%fatとの関係は，group AがRest. HR，group CがHR 6及びRec.

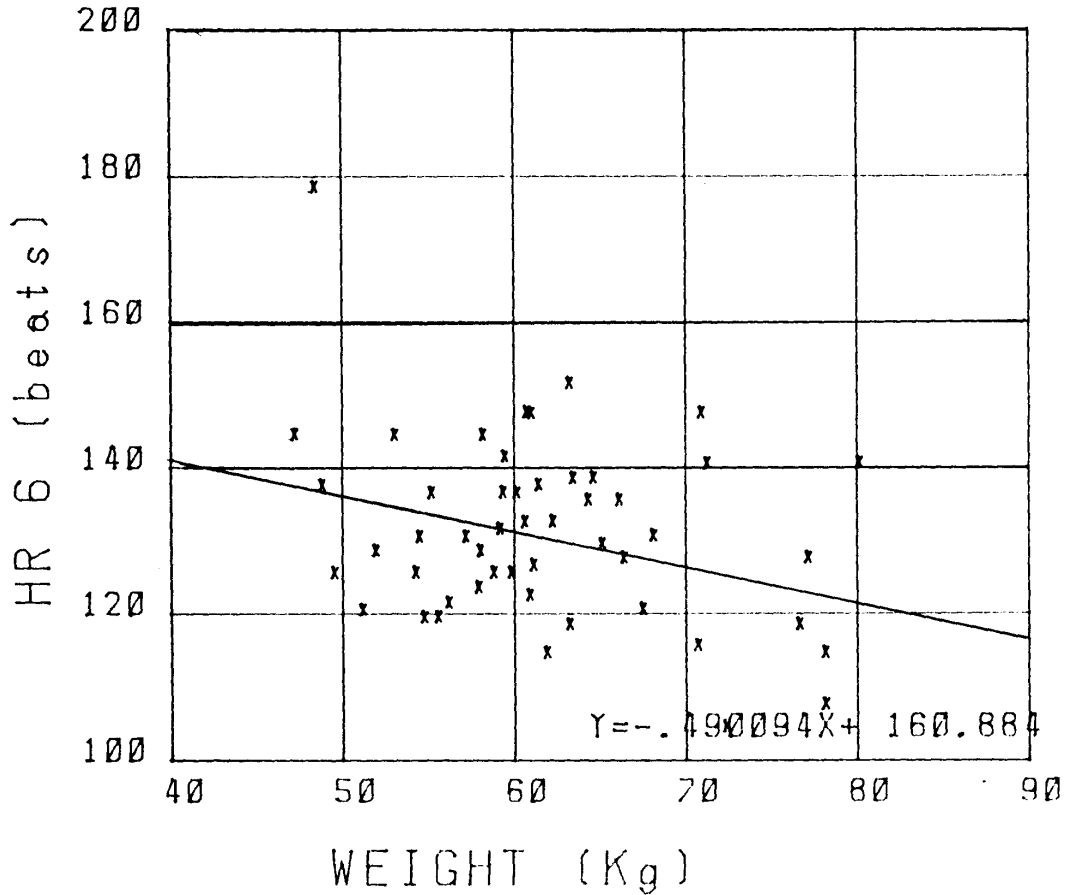


Fig. 2 The correlation between weight and BP at 6 minutes after beginning exercise

HRに負の相関 ($p < 0.05$), group AがRest. BP, BP 2, BP 4, BP 6及びRec. BP ($p < 0.005$), group BがRest. BP, BP 4及びR%BP ($p < 0.05$), group CがR%HR, Rest. BP, BP 2, BP 6及びR%BP ($p < 0.01$)に正の相関が認められた。また、運動時の上昇率は、group AがHR 2及びBP 2, group CがRec. BPに正の相関 ($p < 0.05$), group AがHR 6, group BがBP 6, group CがHR 6に負の相関 ($p < 0.05$)が認められた。従って、%fatと運動時のHR及びBPの関係は、Rest. BP及び運動時のBPとの間には正の相関関係が認められるが運動時のHR, BPの上昇率との間には相関がほとんど認められない。これは、%fatがHRよりBPとの相関性が強いことを意味するものである。つまり、%fatの多い者が少ない者に比較して運動時のBPが高い値を示すということである。

VCとの関係は、group BがHR 4 ($p < 0.05$), group CがRest. HR, HR 2, HR 4, HR 6及びRec. HR ($p < 0.005$)に負の相関, group BがRest. HR, Rest. BP, BP 2及びRec. BP ($p < 0.05$), group CがR%HR ($p < 0.005$)に正の相関が認められた。また、運動時の上昇率は、group AがHR 2, HR 6及びRec. HR ($p <$

0.05), group BがHR 2及びHR 4 ($p < 0.005$), Rec. HR及びBP 4 ($p < 0.05$), group CがHR 4 ($p < 0.05$)に負の相関, group CのRec. HRには正の相関 ($p < 0.005$)が認められた。従って, VCと運動時のHR及びBPの関係は, 運動時のHR及び運動時のHRの上昇率との間には負の相関が多く存在する。しかし, VCとBPとの間の相関は, ほとんど認められなかった。これは, VCの多い者が少ない者に比較して運動時のHR及び運動時のHRの上昇率が少ないということである。

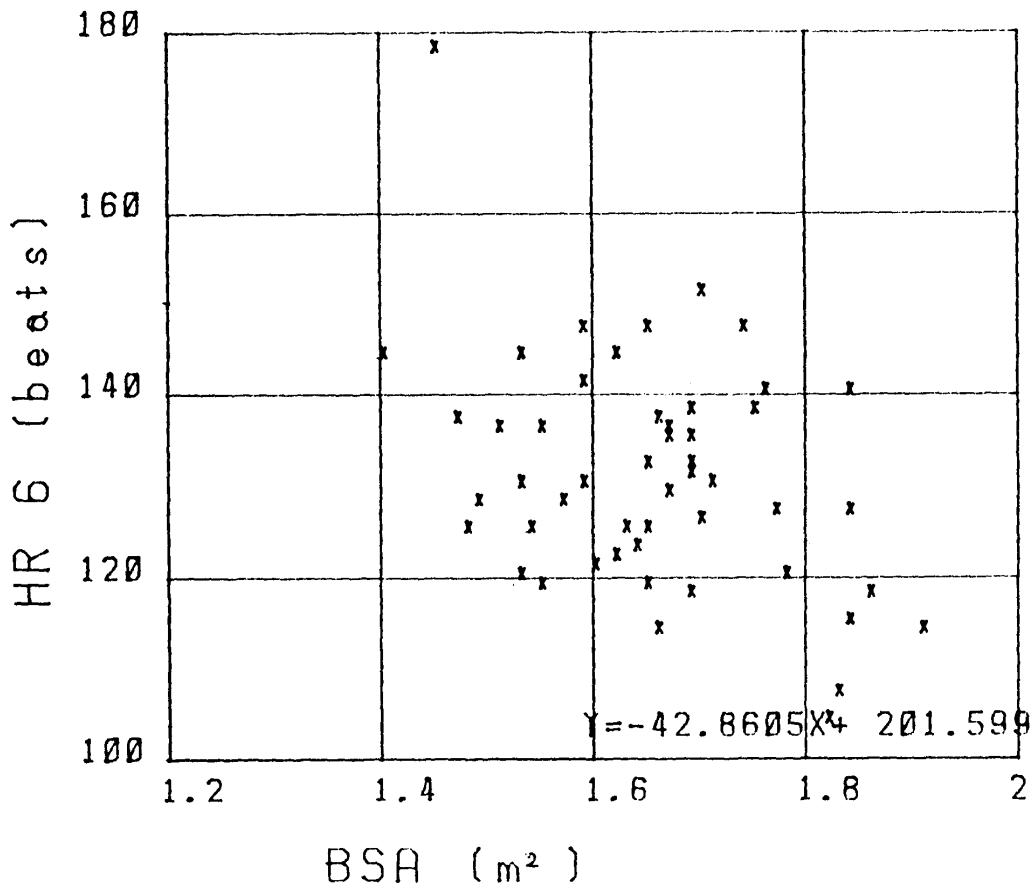


Fig. 3 The correlation between BSA and HR at 6 minutes after beginning exercise

BSAとの関係は, group AがHR 2, HR 4及びHR 6 (Fig.3) ($p < 0.005$), group BがHR 4及びHR 6 ($p < 0.05$), group CがHR 2, HR 6及びRec. HR ($p < 0.005$)に負の相関, group AがRest. BP, BP 2, BP 4, BP 6 (Fig.4)及びR%BP ($p < 0.05$), group BがR%HR, Rest. BP, BP 2, BP 4, BP 6及びR%BP ($p < 0.005$), group CがR%HR, Rest. BP及びR%BP ($p < 0.005$)に正の相関が認められた。また, 運動時の上昇率は, group AがHR 4及びBP 4 ($p < 0.05$), group BがHR 2, HR 4, BP 4及びBP 6 ($p < 0.05$), group CがHR 2, HR 4及びHR 6 ($p < 0.05$)に負の相関, group A及びgroup BのBP 2には正の相関 ($p < 0.05$)が認

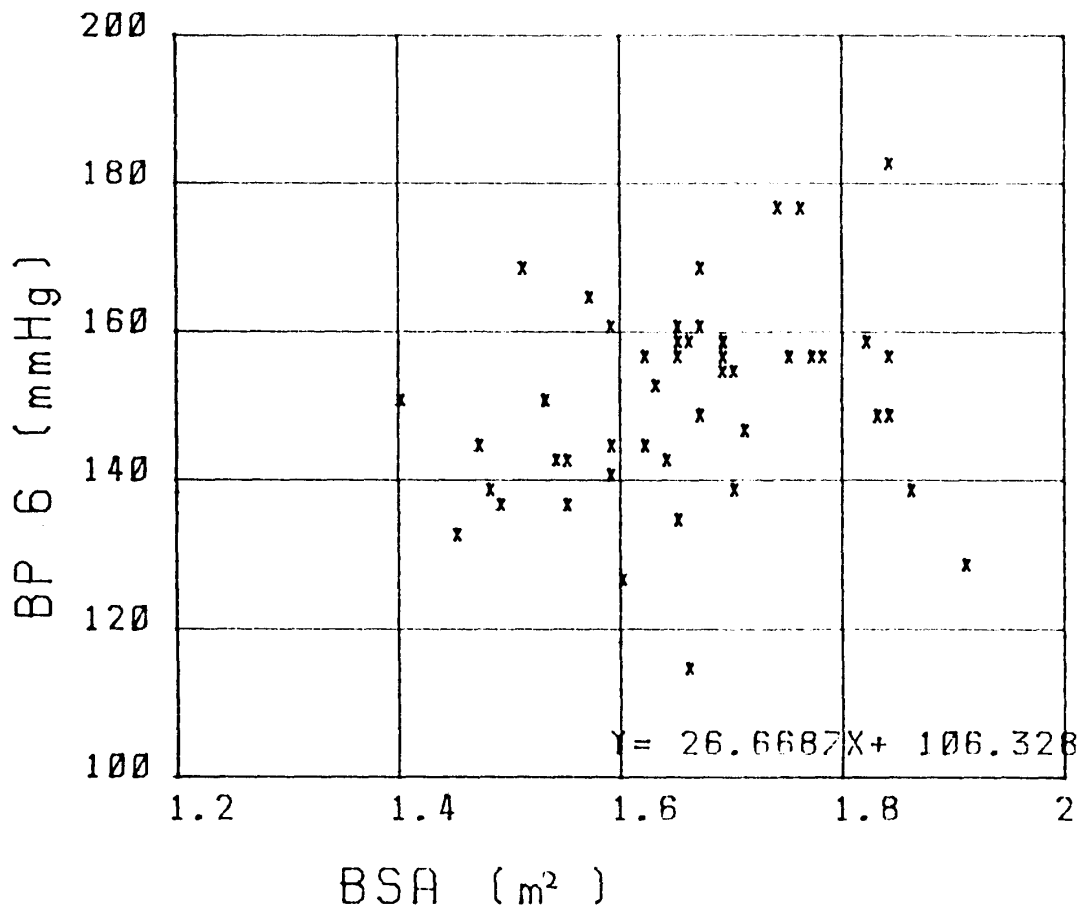


Fig. 4 The correlation between BSA and BP at 6 minutes after beginning exercise

められた。従って、BSAと運動時のHR及びBPの関係は、運動時のHRとの間に負の相関、Rest.BP及び運動時のBPとの間に正の相関が多くみられる。これは、BSAの大きい者が小さい者に比較して運動時のHRが少なくBPが高い傾向を示すということである。ただし、運動時のHR及びBPの上昇率との関係は、負の相関関係であった。これは、BSAの大きい者が小さい者に比較して運動時のHR及びBPの上昇率が低いということである。

以上の結果、身体的因子と運動時のHR及びBPの関係は、HRとの間に負の相関、BPとの間に正の相関が多く認められた。また、身体的な因子のなかでもとくに体重とBSAに強い相関関係の存在することが確認された。従って、運動時のHR及びBPは、身体的なものなかの体実質面に影響を受ける因子が存在するものといえよう。

IV 考 察

身体的因子と運動時のHR及びBPの関係は、主にHRが負、BPが正の相関関係にあるということが本実験において確認された。

身体的因子と運動時のHRが負の相関関係にあるということは、体型的に大きい者が小さい者に比較して運動時のHR及び運動時のHRの上昇率が少ないということである。これは、体型的なものと心拍出量 (cardiac output) が密接な関係にあるということの意味する³⁾⁴⁾ものであり、同時に体型的に大きい者が小さい者に比較して運動時に心臓から駆出される一回拍出量 (stroke volume) が多いということである。¹⁾ 既報では、身体の大きい動物ほど身体の小さい動物に比較して心臓が大きく心臓の収縮によって送り出される血液量、stroke volumeが大きくなり1分間のHRが少なくなるといわれている。^{1,5)} 1分間のHRが少ないということは、stroke volumeが大きく心臓が効率的に働いているということである。^{1-5,9,11-15,19,20)} しかし、本実験では、Rest.HRと身体的因子の間にはなんら相関関係が存在しなかった。Rest.HRと体型的なものとの間に相関関係が存在しないということは、安静時のstroke volumeと身体的因子との間の関連性は存在しないと考えられる。従って、両者の相関関係が運動時においてのみ発現するということは、体型的なものが運動時の心臓のstroke volumeになんらかの影響を与え運動時のHRが少なくなっているものといえよう。そこで、運動後のHR及び回復能力と身体的因子の関係について検討した。その結果は、Rec.HR及びR%HRのいずれにおいても身体的な因子との間に相関関係が存在しなかった。これは、体型的なものと安静時のHRの関係ではなく運動時においてのみ有意に作用しているものといえよう。また、身体的な因子と運動時のHRの相関関係が各グループともHR4以降に認められているということは、両者の相関関係が単に運動強度の問題ではなく定常状態 (steady state) の成立以降の循環器系機能と体型的なものの結びつきが密接なことを意味するものである。そして、運動時のHRの上昇率においても体型的に大きい者が小さい者に比較して上昇率が少ない。これは、体型的に大きい者が小さい者に比較して運動時の呼吸、循環器系機能が適応的、効率的に働いているものといえよう。その関係は、身体的な因子のなかでも体重とBSAに影響を与える因子が強く存在するようである。それは、形態的な体実質面と心臓の大きさ及びstroke volumeの関係によるものである。従って、運動時のHRは、体重及びBSAの大きい者が小さい者に比較して効率的で有利に働くものといえよう。

次に、身体的因子と運動時のBPが正の相関関係にあるということである。BPは、心臓から拍出された血液が動脈の血管壁に加わる血液の抵抗度を現わしたものである。¹⁾ BPの上昇は、一般的にはstroke volumeの増加を意味するものである。¹⁾ stroke volumeの増減は、HRとの結びつきが非常に強いといわれる。^{1-5,10-12,19-22)} つまり、身体的因子とBPとの関係が正の相関関係にあるということは、体型的に大きい者が小さい者に比較してRest.BP及び運動時のBPの反応が高いということである。とくに、体重、%fat及びBSAとの相関関係が強く認められており、体型的なものなかでも体実質面

と運動時のBPの結びつきが顕著に発現している。つまり、体実質面の大きい者の安静時及び運動時のBPが高いということは、心臓の負担度という観点から考えると体型的に大きい者が小さい者に比較して運動時の循環器系機能の労作も大きく機能的疲労度も強くなるといえる。^{1,2,12-15,20-23)}そこで、身体的因子とR%BPの関係についても検討した。運動後のBPの回復は、一般的には運動後のHRの回復時間よりも速いといわれている。²³⁾それは、本研究においても同様にHRよりもBPの方が速い回復を示した。また、R%BPは、体型的に大きい者が小さい者に比較して速い回復率を示した。この傾向は、既報の研究資料においても同様の報告がなされている。^{1,5,12,13)}つまり、運動直後のBPの回復力が速いということは、心臓から拍出された血流の動脈血管壁に加わる圧力の低下が顕著に発現するという事で運動による心臓の機能的低下及び疲労と考えられる。^{1,13)}これは、激運動後に度々発現するところの陰性相 (negative phase) と同様の現象であろう。^{1,22)}従って、運動時のBPと身体的因子の関係は、体型的に大きい者が小さい者に比較して運動時のBPの反応も大きく運動後のBPの下降も速いといえる。これは、体型的に大きい者が小さい者に比較して運動による影響を受けやすく心臓の機能的疲労度も大きいということであろう。また、運動時のBPとRest.HR及び運動時のHRの関係は、各々相互に高い相関関係があることが認められたがR%BPとの相関は非常に弱いものであった。つまり、運動時のHRは、体型的に大きい者が小さい者に比較して効率的で有利に働くが運動時のBPには、体型的に大きい者が小さい者に比較して高い値を示しており運動後の回復過程においても機能の低下が顕著で運動時の心臓の労作も大きく疲労の度合も大きいと考えられる。従って、運動時のHR及びBPに影響を与える身体的因子は、体重、%fat及びBSAの体実質面が運動時の循環器系機能に影響を与える主な因子といえることができる。それは、stroke volumeという点からいうと体型的に大きい者が小さい者に比較して有利に働いているが運動に対する循環器系機能への影響という点では逆に体型的に大きい者の方がstroke volumeが大きくなるがゆえに心臓にかかる負担度、疲労度も大きくなるという相反的な現象がみられた。これは、実際の運動時において身体的なものから運動の強度及び適正範囲を推定するうえで重要な資料となるものと考えられる。そして、運動の適正域という点から考えるとむしろ身体的な因子のなかの体実質面を基準にHRとあわせてBPの反応についても考慮しながら個々の運動の適正範囲を検討する必要があるといえる。

V 要 約

運動時のHR及びBPの反応に影響を与える身体的因子について検討したところ次の結果が判明した。

1. 身長との関係は、身長の高い者が低い者に比較して運動時のHRが少ない ($p < 0.05 \sim p < 0.005$)。運動時のBPとの相関は認められなかった。
2. 体重との関係は、体重の重い者が軽い者に比較して運動時のHR及びその上昇率が少ない。また、運動時のBPは高い ($p < 0.05 \sim p < 0.005$)。しかし、運動時のBPの上昇率との相関は認められなかった。
3. %fatとの関係は、%fatの大きい者が小さい者に比較して運動時のBPは高い値を示した ($p < 0.05 \sim p < 0.005$)。運動時のHRとの相関は認められなかった。
4. VCとの関係は、VCの多い者が少ない者に比較して運動時のHRの上昇率が少なかった ($p < 0.05 \sim p < 0.005$)。運動時のBPとの相関は認められなかった。
5. BSAとの関係は、BSAの大きい者が小さい者に比較して運動時のHR及びその上昇率が少ない。また、運動時のBPは高かった ($p < 0.05 \sim p < 0.005$)。
6. 以上の結果、運動時のHR及びBPに影響を与える主な身体的因子は、体重及びBSAに影響を与える因子が存在する。それは、体重及びBSAの大きい者か小さい者に比較して運動時のHRが少なく、運動時のBPが高いということであった。身長、%fat及びVCにおいては、運動時のHR及びBPに影響を与える身体的因子としては非常に弱いものであった。

参 考 文 献

- 1) 浅野勝己訳：オストランドの運動生理学，大修館，1976，pp.110-113，pp.121-123，pp.129-131，pp.246-248.
- 2) 片岡幸雄他：中高年者のPWC170の運動負荷に対する循環機能の特性について，東大紀要，No.9，pp.47-53，1975.
- 3) 北川 薫：肥満者の脂肪量と体力，杏林書院，1984，p10，p102.
- 4) Crews, T.R.: The effect of body fat on steady state oxygen consumption, J. sports Med., Vol. 25, No. 4, pp.198-201, 1985.
- 5) 山地啓司：心臓とスポーツ，共立出版，1982，p48，p51，pp.55-56，p65，p122，p136，pp.186-187，pp.215-216.
- 6) 山地啓司他：現代人のためのウェイトコントロール，共立出版，1985，pp.42-43.
- 7) 朝比奈一男他：都市青少年の有酸素的作業能力に関する研究，体育学研究，Vol.16，No.4，pp.197-213，1972.
- 8) 平川和文他：女子学生に関する12分間走テストの低位者と高位者の体組織，有酸素および無酸素的能力の検討，体育学研究，Vol.29，No.3，pp.237-244，1984.
- 9) 跡見順子他：中高年女子にみられる有酸素的作業能のトレーニング効果，体育学研究，Vol.18，No.5，pp.253-259，1974.
- 10) 越後茂之他：心臓機能からみた体力，からだの科学，No.115，pp.70-80，1984.
- 11) Otto, A.C., et.al: The hemodynamic change in marathon runners during supine

- exercise measured with gated blood pool scintigraphy, *Int. J. Sports Card.*, Vol. 2, No. 2, pp.86-91, 1985.
- 12) 小野三嗣：運動ストレス適応力，からだの科学，No.115, pp.90-95, 1984.
 - 13) 山地啓司他：作業中と作業直後の心拍数の測定に関する研究，*体育の科学*，Vol.34, No.10, pp.761-763, 1984.
 - 14) 川上雅之他：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，*岡山理科大学紀要*，No.21, A, pp.245-261, 1986.
 - 15) 川上雅之他：安静時の収縮期血圧と運動の関係，*健管報*，No. 2, pp.25-34, 1986.
 - 16) McArdle, W. D., et al : *Exercise physiology*, Lea & Febiger, 1981, pp.96-123, pp.378-389.
 - 17) 三浦悌二他：衛生学実習，南山堂，1978, pp.153-156.
 - 18) Coast, R. J., et al : Optimal pedalling rate in prolonged bouts of cycle ergometer, *Medicine and science in sports and Exercise*, Vol.18, No. 2, pp.225-230, 1986.
 - 19) 跡見順子：持久力トレーニングの科学，からだの科学，No.115, pp.11-18, 1986.
 - 20) 北村潔和：自転車エルゴメーター運転中の血圧および心拍数の反応，*体育の科学*，Vol.36, No. 1, pp.40-44, 1986.
 - 21) 田中喜代次他：体位変化による左室血行動態の変動，*大阪市立大学紀要*，第20巻, pp. 1-5, 1984.
 - 22) 山崎 元他：循環器，*Japanese Journal of Sports Science*, Vol.5, No. 5, pp.319-325, 1986.
 - 23) Imachi, Y., et al : Rebound of blood pressure often exercise, *J. sports Med.*, Vol.24, No. 4, pp.288-289, 1984.

The Correlation between Physical Characteristics and Heart Rate,
Physical Characteristics and Blood Pressure during Exercise

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

* *Faculty of Liberal Arts and Science*

** *Health Care Center*

Okayama University of Science

Ridai-cho, 1-1 Okayama 700 JAPAN

(Received September 30, 1986)

The purpose of this study was analysis of correlations between physical characteristics and heart rate (HR), physical characteristics and blood pressure (B P) during exercise. The subjects in this study were 150 college students of healthy male age of 18 to 22. The exercise test of laboratory were work load of three different exercise, group A was light exercise of work load (300 and 450

kpm per minute) ; groupB was middle exercise of work load (300 and 600 kpm per minute) ; groupC was mixed exercise light and middle of work load (300, 450 and 600 kpm per minute). The number of each group was 50 males. The exercise test was for six minutes by bicycle ergometer. (pedalling : 55rpm)

The following result were obtained :

- 1) The correlations between physical characteristics and HR, physical characteristics and BP during exercise were that HR and BP during exercise had the close relationships to height, weight, % body fat (% fat), vital capacity (VC) and body surface area (BSA).
- 2) As to the relationships between height and HR during exercise, HR of the tall males was lower than that of the short males ($p < 0.05 - p < 0.005$). The height had no relationship to BP during exercise.
- 3) As to the relationship between weight and HR during exercise, HR of the heavy males was lower than that of the light males ($p < 0.05 - p < 0.005$).
- 4) As to the relationship between weight and BP during exercise, BP of the heavy males was heigher than that of the light males ($p < 0.05 - p < 0.005$).
- 5) As to the relationship between % fat and BP during exercise, BP of the males of much % fat was heigher than that of the males of little % fat ($p < 0.05 - p < 0.005$) The % fat had no relationship to HR during exercise.
- 6) As to the relationship between VC and increase of HR during exercise. HR of the males of much VC was lower than that of the males of little VC ($p < 0.05 - p < 0.005$).
- 7) As to the relationship between BSA and HR during exercise, HR of the males of large BSA was lower than that of the males of small BSA ($p < 0.05 - p < 0.005$).
- 8) As to the relationship between BSA and BP during exercise, BP of the males of large BSA was heigher than that of the males of small BSA ($p < 0.05 - p < 0.005$).
- 9) Therefore, physical characteristics had the close relationship to HR and BP during exercise. The HR during exercise of males well-built was lower than that of the males slightly-built. But BP during exercise of males well-built was heigher than that of the males slightly-built.