慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	自転車エルゴメーター運動における血圧, 心拍数及び体温の変化
Sub Title	Changes in blood pressure, heart rate and temperature by the exercise with bicycle ergometer
Author	板垣, 悦子(Itagaki, Etsuko) 桜木, 真智子(Sakuragi, Machiko) 高久田, 明(Takakuda, Akira) 砂川, 輝美(Sunagawa, Terumi) 杉田, 晴美(Sugita, Harumi)
Publisher	共立薬科大学
Publication year	1992
Jtitle	共立薬科大学研究年報 (The annual report of the Kyoritsu College of Pharmacy). No.37 (1992.) ,p.17- 28
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	原報
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00062898-00000037-0017

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

共立薬科大学
Ann, Rept. Kyoritsu
Coll. Phrm.

自転車エルゴメーター運動における血圧，心拍数及び体温の変化

板垣悦子，桜木真智子*，高久田　明，砂川輝美，杉田晴美

Changes in Blood Pressure, Heart Rate and Temperature by The Exercise with Bicycle Ergometer

Etsuko ITAGAKI, Machiko SACRAGI, Akira TAKAKUDA,
Terumi SUNAGAWA and Harumi SUGITA

The physiological influence of the air temperature on the blood pressure, the heart rate and the body temperature of a exerciser was investigated by the load experiment using a bicycle ergometer.

Four woman subjects were tested twice a day (once in the morning and the other in the afternoon) and every seven days in july (28—32 ℃), September (23—27 ℃) and October (18—22 ℃). Measurements of the blood pressure, the heart rate and the body temperature were made before, during and after the 15 minutes exercise with a bicycle ergometer with a torque of 1.5 KP, respectively.

As the air temperature increased, the systolic blood pressure decreased a little at rest (before exercise), While the diastolic blood pressure increased. During the exercise, a slight increase in the systolic pressure at 18—22 ℃ was obserbed, however, the influence of the room temperature on the diastolic blood pressure was almost negligible.

There were on differences in the blood pressures between those at rest and those after exercise.

The heart rate increased with the air temperature at the exercise.
Thus, they were 133.7 beats/minute (SD = 9.4) at 18—22 ℃, 138.9 beats/minute (SD = 7.86) at 23—27 ℃ and 144beats/minute (SD = 1.92) at 28—32 ℃, respectively.

Compered to the heart rate at rest, they were increased in 60.9%, 63% and 67%, respectively.

The increase in body temperature was obserbed after the exercise.

I　緒　　言

健康状態を知る指標の１つとして血圧測定は日常，頻繁に用いられている。しかし，よく知られているように，血圧は血管動態，腎機能，血液性状，流量動態，内分泌，代謝系，神経系などによって微妙に影響を受けて調節されている[1)]。

また，心拍数は，測定の手軽さから運動強度を知る目安として，また血圧と同様，心臓・血管系等循環機能を知る指標の１つとして，広く使われている[2)]。

安静時における血圧と心拍数のサーカディアン・リズム（circadian rhythm）は非常によく似ていると言われ[2)]，また，環境（温度，湿度）の変化，運動，喫煙，飲酒，食事，体位，会話，精神状態の変化等によっても変動することは[3)4)5)]，周知の事実である。

本研究では，運動負荷実験を行い，室内温度（室温）が，血圧，心拍数及び体温等に及ぼす影響について検討することを目的とした。

* 共立薬科大学非常勤講師

II 実験方法

1. 実験時期と環境条件

実験の時期は，平成3年7月，9月，10月の3カ月間とし，研究室内にエルゴメーター（モナーク社製）を設置し，冷暖房を全く使用しない自然環境下において，運動負荷実験を行った。

被検者がエルゴメーターに腰掛けた状態での頭部の高さの位置に（1m程離れた所に）アサヒ式乾湿計を設置し，1回の実験毎に室温，湿度をチェックした。

2. 被検者側条件

被検者は，日頃特に鍛練していない女子2名，及び週1〜2日運動習慣のある女子2名，計4名で，着衣は下着を着用の上，半袖Tシャツ，ショートパンツとした。

被検者の身体特性をTable 1に示した。

実験は週に1日（午前1回，午後1回）とし，また実験時間は，おおよその目安として被検者AとCは午前は10時より，午後は2時よりとし，被検者BとDは午前は11時，午後は3時よりとした。

3. 実験の方法

被検者は，座位姿勢にて15分〜30分安静にし，被検者が「安静」と自覚した時点で，エルゴメーターに腰掛け，安静時の血圧，心拍数を2回（REST 1回目，2回目以下R 1, R 2とする）測定し（運動負荷用血圧監視装置STBP—780，日本コーリン社製）その平均値を安静時の血圧，心拍数とした。尚，心拍数は胸部3点誘導により導出した。その後15分間の負荷運動を開始（トルクは原則として1.5 KP，ペダル回転数は運動経験，習慣等を考慮し，AとCは60回転，BとDは50回転とした。）運動開始直後に（EXER・0分，以下E 0とする）に1回測定，以後2分毎に7回（E 1〜E 7）計15分間の負荷運動終了後（POST・0分，以下P 0とする）に1回，以後2分間隔で20分間の10回（P 1〜P 10）回復期の測定を行った。

また，血圧，心拍数の測定の時間と同様に婦人体温計（テルモ社製）にて，舌下温を測定し，体温とした。測定は，すべてエルゴメーターに腰掛けた状態で行った。

また，実験日当日のチェック項目として，被検者の起床時間，睡眠時間，通学方法（時間と手段），朝食，生理の有無，気分，体調の良悪，昨日の過ごし方，実験前後の体重，自覚症状（つらさの自己申告5段階評価）及びエルゴメーターによる運動の走行距離について，午前，午後それぞれチェックし，参考とした。

Table 1 被検者の身体特性

SUBJECT	A	B	C	D	MEAN	SD
AGE (years)	32	21	32	22	26.8	5.26
HEIGHT (m)	1.63	1.59	1.53	1.60	1.59	3.63
WEIGHT (kg)	52.5	46.0	50.0	50.0	49.6	2.33

Table 2　室温別にみた被検者のDATA数

AIR TEMPERATURE (℃)	A		B		C		D		TOTAL
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
18	1	1	1	0	3	3	3	3	15
23	3	4	4	6	6	3	4	3	33
28	4	3	5	1	2	3	3	1	22
TOTAL	8	8	10	7	11	9	10	7	70

III　結果と考察

1．室温別にみた生理的反応

各実験時の室温最低値18℃から最高値32℃までを，3グループに分け，それぞれ低温度18℃レベル・18℃～22℃（以下18℃），快適温度23℃レベル・23℃～27℃（以下23℃），高温度28℃レベル・28℃～32℃（以下28℃）とした。平均室温は，それぞれ21℃（SD1，37℃），25.3℃（SD 1.2℃），29.4℃（SD 1.37℃）であった。湿度は室温18℃レベルでは平均69%（SD 6.56%），23℃レベルでは76.6%（SD 5.87%），28℃レベルでは76%（SD 8.87%）であった。

Table 2に各被検者の室温別標本数を示す。

1)　舌下温（体温）

Table 3は，室温別にみた安静時の体温平均値を示したものである。

各室温時の平均値は，室温18℃では36.45度（SD 0.38度），23℃では36.84度（SD 0.27度），28℃では37.08度（SD 0.43度）と室温の上昇に伴い体温も上昇しており，室温18℃と23℃（$t=-4.999$ $P<0.01$），23℃と28℃（$t=-2.5869$ $P<0.05$），18℃と28℃（$t=-4.1185$ $P<0.01$）で，それぞれ有意差が認められた。

また，各安静時の室温と体温をすべて併せて回帰式を求めると，Y＝，0.556077＊（35.4214）となり，相関係数は0.44となった。

体温は午前，午後の差が認められず，室温（気温）による影響が大きいと思われる。室温（気温）が高ければ，体温も高く，室温（気温）が低ければ，体温も低いという傾向がみられた。すなわち，他の報告と同様[3)6)]，本実験においても気候馴化の影響が認められた。

また，Table 4は運動時における体温平均値を示したものであるが，（EXER・1～7）室温18℃で36.85度（SD0.2度），23℃で37.04度（SD 0.24度），28℃で37.34度（SD 0.3度）で，18℃と23℃で（$t=4.0058$ $P<0.01$）有意差が認められており，他は認められなかったが，安静時と同様，室温の上昇に伴い体温も上昇する結果となった。

また，安静時に対して，18℃で0.4度，23℃で0.2度，28℃で0.26度の上昇を示した。その上昇率は，それぞれ1.1%，0.5%，0.7%であった。体温の上昇は筋運動によって体内に多量の熱が発生したためと考えられる。

Table 5は運動後回復期（以下回復期）の体温平均値を示したものである。（POST・1～10）室温18℃で37.24度（SD 0.1度），23℃で37.41度（SD 0.16度），28℃で37.5度（SD 0.09度）で安静時，運動時と同様室温の上昇にともなった体温の上昇が見られた。

Table 3　室温別にみた安静時の体温平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	36.17	36.17	36.47		36.70	37.23	36.37	36.06	36.45
SD					0.47	0.21	0.47	0.38	0.38
23	36.70	36.60	37.05	36.92	36.98	37.23	36.69	36.58	36.84
SD	0.65	0.31	0.23	0.35	0.20	0.13	0.16	0.11	0.27
28	36.65	36.87	37.18	37.29	37.04	37.27	36.97	37.33	37.08
SD	0.65	0.13	0.13		0.02	0.21	0.14		0.43

＊ P＜0.01　　＊＊ P＜0.05

Table 4　室温別にみた運動時の体温平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	36.34	36.78	37.18		37.13	37.59	36.16	36.74	36.85
SD					0.16	0.08	0.17	0.37	0.2
23	36.68	36.84	37.29	37.34	37.36	37.35	36.31	36.71	37.04
SD	0.50	0.29	0.11	0.20	0.19	0.10	0.22	0.34	0.24
28	36.91	36.16	37.69	37.42	37.43	37.52	37.13	37.48	37.34
SD	0.21	0.13	0.14		0.05	0.09	0.27		0.3

＊ P＜0.01

Table 5　室温別にみた回復期の体温平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	37.18	37.28	37.34		37.33	37.55	36.92	37.09	37.24
SD					0.14	0.03	0.14	0.09	0.10
23	37.28	37.43	37.48	37.62	37.40	37.48	37.25	37.35	37.41
SD	0.30	0.24	0.08	0.17	0.15	0.04	0.10	0.16	0.16
28	37.30	37.55	37.76	37.38	37.34	37.57	37.62	37.46	37.50
SD	0.13	0.05	0.12		0.02	0.15	0.06		0.09

＊＊ P＜0.05

18℃ と 23℃ （t＝－2.85208 P＜0.05），18℃ と 28℃ （t＝－2.907318 P＜0.05）でそれぞれ有意差が認められた。

また，運動時に比較すると，18℃ では 0.39度，23℃ では 0.37度，28℃ では 0.16度さらに高くなっており（上昇率それぞれ1.1%，1%，0.9%），運動時に体内に発生した熱が放散されずにいると思われる。

また，安静時に対しては，18℃ で 0.79度，23℃ では 0.57度，28℃ で 0.42度上昇しており，上昇率は，それぞれ2.1%，1.5%，1.1% であった。

高温期より低温期の方が，体温上昇率が高くなっているが，これは気候馴化によるものと思われ，高温期におけるもともと高い体温時では，さほど上昇しないのではないかと思われた。すなわち，夏期の場合は，気候馴化による発汗機能の亢進により人体の耐暑機能が増しているため[6)7)]，冬期よりも体温の上昇率が低くなったと思われる。

2) 心拍数

Table 6 は室温別にみた安静時の心拍数平均値（拍/分）を示したものである。室温別にみた各平均値は，18℃ で 83.12 拍（SD 4.82 拍），23℃ で 85.18 拍（SD 4.95拍），28℃ で 83.9拍（SD 5.69 拍）であり，3 グループ間に有意な差は認められなかった。すなわち，安静時において，心拍数は室温の高低には影響されなかった。

次に，運動時における心拍数平均値を Table 7 に示す。(EXER・1～7) 室温 18℃ で 133.7 拍（SD 9.4 拍），23℃ で 138.9 拍（SD 7.86 拍），28℃ で 140.4 拍（SD 1.92 拍）で室温 18℃ と 28℃ で（$t = 2.8577$ $P < 0.05\%$）有意差が認められた。他は認められなかったが，室温が高くなる程，心拍数も上昇するという結果となった。

また，安静時に対しての運動時の平均心拍数の上昇率を室温別にみると，18℃ では 60.9%，23℃ では 63%，28℃ では 67% と，室温が高くなるにつれ運動時の心拍数の上昇率も高くなる結果となった。これは他の報告と同様[2)6)]，室温が高くなる程，運動時の心拍数が高くなり，身体への負担が大きくなったためと考えられる。

心拍数は，しばしば運動強度を表す指標の 1 つとして手頃に使われるいるものである[1)6)8)9)10)]。

呼吸・循環機能の改善と有酸素性作業能力の向上をはかるためには，運動の負荷強度として 2/3 Vo 2 max というレベルを至適量としたものが多いが[8)]，このレベルを心拍数を指標として表せば，20 歳代では約 145 拍（分），40 歳代では約 130 拍（分），そして 60 歳代では約 125 拍（分）に相当すると言われている。

さらに，トレーニングの頻度であるが，週 2 回以上が必要最低限度というところを[2)8)]，多くの生理学的知見の共通点にしている。

また，運動負荷に対する心拍数の適応時間は，運動負荷にもよるが，約 6 分と言われている[2)]。

Table 8 は，運動時の最大心拍数平均値と最大値に達した時間（分）を示したものである。

全体の最大心拍数平均は，155.3 拍（SD 8.9 拍）であり，室温別にみると，18℃ で 152.2 拍（SD 10.26 拍），23℃ で 157 拍（SD 7.57 拍），28℃ で 156.4 拍（SD 7.99 拍）であった。(有意差は認められなかった。)

18℃ レベルが他のレベルに比べて，かなり低くなっているが，各室温時の実験は，18℃ レベルが 10 月に，23℃ レベルが主に 9 月に，そして 28℃ レベルが実験開始月の 7 月及び 8 月（上旬）となっているので，運動習慣による影響が，多少なりとも表れているためと思われた。ただし，被検者 C の午前と午後，被検者 D の午前においては，室温の上昇に伴い，最大心拍数も上昇する結果となった。

また，全体平均で，運動開始後 11.5 分目（SD 2.2 分）に心拍数が最大値に達しており，室温別にみると，18℃ で 11.6 分目（SD 2.24 分），23℃ で 11.7 分目（SD 2.53 分），28℃ で 10.4 分目（SD 2.27 分）に最大値に達した。

室温 28℃ レベルでは，室温 18℃ と 23℃ に比較し，約 1 分間，最大値に達する時間が短くなっているが，室温が高い程，身体へかかる負担が早い時期に表れるのではないかと思われた[5)]。

Table 6　室温別にみた安静時の心拍数平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	85.50	93.00	82.50		77.67	79.50	79.33	84.33	83.12
SD					2.09	2.86	1.18	3.27	4.82
23	80.0	94.1	86.9	90.9	80.9	85.0	79.3	84.3	85.18
SD	4.42	6.64	8.71	7.60	2.17	2.48	3.92	4.25	4.95
32	83.5	95.5	86.2	88.0	75.5	79.8	82.2	80.5	83.9
SD	4.40	5.40	7.53			6.24	2.39		5.69

Table 7　室温別にみた運動時の心拍数平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN	
18	128.6	137.7	154.0		124.3	126.2	129.8	135.5	133.7	
SD					4.60	8.82	2.25	3.63	9.4	
23	136.9	143.1	148.6	147.3	141.1	135.4	136.5	122.0	138.9	**
SD	14.20	7.58	5.40	10.54	15.16	4.55	4.36	2.15	7.86	
28	139.6	147.2	154.0	93.1	154.5	153.5	147.6	133.7	140.4	
SD	6.84	3.77	1.45		1.45	1.84	4.22		1.92	

** $P < 0.05$

Table 8　運動時の心拍数の最大値と最大値に達した時間

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	140.0	148.0	170.0		144.0	143.7	158.7	160.7	152.2
SD					8.83	12.00	3.30	0.47	10.26
TIME	10.0	14.0	14.0		8.7	8.7	13.3	12.7	11.6
SD					3.40	1.89	0.94	1.89	2.24
23	155.0	157.5	165.0	165.8	152.2	146.3	166.4	147.7	157.0
SD	2.45	2.18	2.92	10.80	7.95	9.29	7.26	20.14	7.57
TIME	13.3	13.5	12.5	12.7	9.3	6.0	12.0	14.0	11.7
SD	0.94	0.87	1.67	1.49	3.40	2.83	1.63		2.53
28	145.3	154.3	163.6	96.0	161.0	158.3	167.0	154.0	156.4
SD	6.42	3.77	3.38		3.00	1.25	11.40		7.99
TIME	13.5	13.3	10.8	6.0	11.0	8.7	10.0	10.0	10.4
SD	0.87	0.94	2.71		3.00	2.49	4.32		2.27

Table 9　室温別にみた回復期の心拍数平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN	
18	103.7	109.2	110.0		93.3	94.0	109.3	111.0	104.4	
SD					3.63	5.36	3.80	1.40	7.12	
23	108.0	112.4	118.2	119.1	94.6	90.7	113.5	112.7	108.7	
SD	4.87	4.32	8.45	10.87	3.70	10.77	11.08	11.97	9.84	**
28	99.6	109.0	114.9	92.2	89.2	90.0	108.3	95.0	99.8	
SD	6.34	4.81	6.14		0.25	1.84	8.61		9.18	

** $P < 0.05$

Table 9 は室温別にみた回復期の平均安静心拍数を示したものである。全体の回復期心拍数平均（POST・1～10）は，104.3拍（SD 9.6拍）で室温別にみると，18℃ で 104.4 拍

(SD 7.12拍)，23℃ で 108.7拍 (SD 9.84拍)，28℃ で 99.8拍 (SD 9.18拍) となった。

23℃ と 28℃で（t＝2.8153 P＜0.05%）有意差が認められたものの，回復期における室温の違いによる影響は顕著ではなかった。

また，運動時の平均心拍数に対して，室温18℃ で 29.3拍，23℃ で 30.2拍，28℃ で 40.6拍減少しており，その減少率は，それぞれ 28.1%，27.8%，40.7% であった。

室温 28℃において，他の室温時に比較し急激に減少しているが，これは，運動時，室温の上昇に伴って高くなった心拍数が，運動の停止と共に，急激に落ち込んだためと思われる。

全実験時における，室温と心拍数の回帰式を求めると，Y＝.237243＊(78.2512) となり，相関係数は 0.107 であった。

3) 血圧

Table 10 は室温別にみた安静時の収縮期血圧平均値を示したものである。

室温 18℃ で 111.0 mmHg (SD 7.93 mmHg)，23℃ で 109.3 mmHg (SD 10.66 mmHg)，28℃ で 109.8 mmHg (SD 12.3 mmHg) で，室温の上昇に伴い，わずかに収縮期血圧が低下したが，統計的な有意差は認められなかった。

Table 10　室温別にみた安静時の収縮期血圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	115.5	115.0	104.5		114.5	124.2	100.7	102.7	111.0
SD					3.94	3.42	1.25	3.57	7.93
23	109.0	106.1	103.6	101.4	131.3	122.2	100.6	100.5	109.3
SD	1.47	5.69	2.90	4.96	9.50	7.98	4.42	2.48	10.66
32	102.4	105.5	102.3	105.0	133.0	128.5	99.8	101.5	109.8
SD	3.54	1.78	5.46		1.50	5.49	2.46		12.3

Table 11　室温別にみた安静時の拡張期血圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	71.0	59.0	63.5		71.7	75.8	64.2	62.3	66.8
SD					4.55	3.66	5.44	4.90	5.62
23	68.3	62.6	60.5	61.8	82.8	74.7	69.8	65.0	68.2
SD	0.47	6.94	2.37	6.14	7.59	1.25	2.94	1.78	7.07
28	63.4	65.2	64.8	66.0	85.3	83.2	63.7	68.0	70.0
SD	3.61	3.06	2.66		3.75	0.62	4.71		8.38

Table 12　室温別にみた安静時の脈圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	44.5	56.0	41.0		42.8	48.3	36.5	40.3	44.2
SD					0.62	6.13	5.72	1.55	5.89
23	40.7	43.5	43.1	39.7	48.4	47.5	30.8	35.5	41.2
SD	1.03	6.92	5.21	4.69	7.88	9.03	1.96	3.49	5.52
28	39.0	40.3	37.5	39.0	47.8	45.3	36.2	33.5	39.8
SD	1.58	1.55	5.38		2.25	5.86	5.10		4.38

また Table 11 に，拡張期血圧平均値を示したが，室温 18℃ で 66.8 mmHg (SD 5.62 mmHg)，23℃ で 68.2 mmHg (SD 7.07 mmHg)，28℃ で 70.0 mmHg (SD 8.38 mmHg) となり，収縮期血圧とは逆に，室温の上昇に伴って，高くなった。収縮期血圧と同様，室温の違いによる有意差は認められなかった。

一般的に，血圧は，季節的に変動し[3)5)]，冬期には高く，夏期には低いと言われており，また，測定場所の気温が低ければ血圧は上昇し，気温が高ければ下降することも知られているが，本実験でも，室温の上昇に伴い，収縮期血圧はわずかに下降傾向を示し，拡張期血圧は上昇傾向を示した。

Table 12 に脈圧を示す。室温 18℃ で 44.2 mmHg (SD 5.89 mmHg)，23℃ で 41.2 mmHg (SD 5.52 mmHg)，28℃ で 39.8 mmHg (SD 4.38 mmHg) となった。

次に Table 13 は，運動時における室温別収縮期血圧の平均値を示したものであるが，室温 18℃ で 145.3 mmHg (SD 7.81 mmHg)，23℃ で 150.2 mmHg (SD 9.23 mmHg)，28℃ で 147.9 mmHg (SD 20.23 mmHg) となった。

室温 18℃ と 23℃ ($t = -4.0058$ $P < 0.01$) で有意差が認められたものの，他のレベルでは統計的有意差は認められなかった。しかし，28℃ レベルの被検者 B と D の午後を除けば，28℃ レベルでは平均 156.9 mmHg (SD 13.43 mmHg) となり，各被検者共，室温の上昇に伴った収縮期血圧の上昇がみられた。

また，安静時に対して，全体で 34.3% の上昇がみられ，室温別では，それぞれ30.9%，37.4%，34.7% であった。

Table 14 に拡張期血圧平均値を示す。室温 18℃ で 74.0 mmHg (SD 6.05 mmHg)，23℃ で 74.0 mmHg (SD 6.05 mmHg)，28℃ で 72.6 mmHg (SD 10.02 mmHg) で，室温の違いによる有意差は認められなかった。

また，安静時に対しては，それぞれ 10.8%，8.5%，3.7% と収縮期血圧の増加に比べて上昇率が低かった。

また，運動時の収縮期血圧の最大値と最大値に達した時間（分）を Table 15 に示す。

全体平均は 157.7 mmHg (SD 15.27 mmHg)，室温 18℃ で 154.0 mmHg (SD 10.78 mmHg)，23℃ で 161.2 mmHg (SD 9.97 mmHg)，28℃ で 153.6 mmHg (SD 19.64 mmHg) となった。

最大値に達した時間は，それぞれ 6.7 分 (SD 2.11 分)，7.0 分 (SD 3.16 分)，6.9 分 (SD 1.62 分) で運動開始後 6～7 分で最大値に達した。

心拍数の最大値に至る時間は，約 10 分であったが，約 3～4 分，収縮期血圧の方が心拍数に比べて，最大値に達する時間が早い結果となった。

また，脈圧は (Table 16) 室温 18℃ で 71.3 mmHg (SD 5.62 mmHg)，23℃ で 75.9 mmHg (SD 5.34 mmHg)，28℃ で 75.5 mmHg (SD 12.6 mmHg) となった。被検者 B と D の28℃ レベル（午後）を除けば，各被検者共，室温の上昇に伴い，脈圧も増加する結果となった。

室温別にみた安静時の脈圧は，室温の上昇に伴う減少傾向がみられたが，運動することにより，全く逆の増加傾向がみられた。

脈圧は心拍数の上昇に伴って有意に増加することが知られているが[9)]，運動前安静時に対して，運動時の室温 18℃ で 61.3%，23℃ で 84.2%，さらには 28℃ で 89.7% の脈圧の増加がみられた。

Table 13　室温別にみた運動時の収縮期血圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	141.0	142.3	138.9		157.4	157.8	140.2	139.8	145.3
SD					6.10	5.57	2.07	0.09	7.81
23	146.3	146.3	139.8	143.8	169.7	160.5	146.9	148.0	150.2
SD	3.59	4.04	4.20	6.82	8.47	3.08	3.41	1.78	9.23
28	145.5	148.4	148.8	109.6	177.1	174.5	147.1	132.4	147.9
SD	4.16	0.62	4.28		1.65	2.10	5.05		20.23

＊

＊ $P < 0.01$

Table 14　室温別にみた運動時の拡張期血圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	69.3	64.6	77.7		82.5	80.3	74.0	69.5	74.0
SD					6.41	5.17	5.19	1.30	6.05
23	67.9	64.0	74.0	71.7	89.3	77.7	74.4	72.8	74.0
SD	4.44	1.00	2.17	2.81	6.47	1.06	2.28	3.33	7.00
28	64.4	63.4	74.3	61.1	90.0	86.0	74.4	67.1	72.6
SD	2.10	0.69	4.49		5.60	3.25	2.28		10.02

Table 15　運動時の収縮期血圧の最大値と最大値に達した時間

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	147.0	147.0	148.0		172.0	170.0	147.7	146.3	154.0
SD					7.35	8.04	3.30	1.70	10.78
TIME	8.0	10.0	8.0		4.0	4.0	7.3	5.3	6.7
SD					1.63	1.63	0.94	0.94	2.11
23	160.0	155.0	148.0	150.6	178.5	171.7	168.0	157.7	161.2
SD	6.38	6.96	6.67	7.86	14.00	2.62	14.68	4.50	9.97
TIME	4.0	4.5	9.5	6.0	5.0	3.7	11.2	12.0	7.0
SD		0.87	3.84	2.31	1.91	2.05	2.04	1.63	3.16
28	152.8	162.8	163.2	115.0	183.5	185.0	155.7	142.0	153.6
SD	5.21	8.61	16.80		0.50	6.16	5.31		19.64
TIME	8.5	6.0	6.8	8.0	5.0	4.0	8.7	8.0	6.9
SD	3.28	2.00	2.71		1.00	1.63	2.49		1.62

Table 16　室温別にみた運動時の脈圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	71.7	77.7	61.2		74.9	77.4	66.1	70.3	71.3
SD					2.16	3.02	4.98	1.36	5.62
23	78.4	82.3	65.8	72.0	78.0	82.8	72.6	75.2	75.9
SD	3.19	3.30	2.10	4.12	5.12	2.45	3.81	1.70	5.34
28	80.9	85.1	74.5	48.5	87.1	88.5	74.4	65.3	75.5
SD	5.10	0.68	6.88		3.95	2.08	2.86		12.60

心拍数の上昇に伴って脈圧が増加したことはもちろん，室温が上昇するに従い，脈圧も漸次増加しており，すなわち，室温の違いによる影響がみられた。

運動によって，収縮期血圧は上昇する一方，拡張期血圧は，やや上昇するか，あるいは，ほとんど不変であり，脈圧の増加は収縮期血圧を上昇させることによって代償するのが一般的であるとされており[9]，本実験においても同様であった。

すなわち，収縮期血圧が上昇することは，心臓拍出量が増加するためであり，拡張期血圧が低下することは，末梢血管が拡大し，いわゆる末梢抵抗が減少するためである[11]。

しかし，拡張期血圧の反応性は[9]，極めて個人差が大きく，有酸素的作業能力の差や運動強度によって，異なることも考慮しなければならない。

回復期の室温別，収縮期血圧平均値を Table 17 に示す。室温 18℃ で 116.8 mmHg (SD 5.82 mmHg)，23℃ で 112.9 mmHg (SD 7.01 mmHg)，28℃ で 115.2 mmHg (SD 10.14 mmHg) で，室温の違いによる統計的有意差は認められなかった。

各室温時共，運動前安静時の値にほぼ戻っているが，安静時に比べて，約 3～5 %，高い値であった。

また，拡張期血圧は，(Table 18) 各室温時それぞれ，73.1 mmHg (SD 6.82 mmHg) 71.0 mmHg (SD 3.61 mmHg)，72.2 mmHg (SD 6.82 mmHg) となっており，収縮期血圧同様，室温

Table 17　室温別にみた回復期の収縮期血圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	120.1	118.6	118.9		120.5	123.6	106.7	109.3	116.8
SD					1.30	4.07	0.25	1.56	5.82
23	111.3	112.3	106.6	108.5	126.9	121.9	106.9	108.7	112.9
SD	2.61	3.03	2.12	3.20	6.37	2.28	3.18	0.78	7.01
28	109.2	116.7	113.6	108.2	130.3	132.8	104.9	105.8	115.2
SD	2.90	2.55	17.10		1.40	3.07	1.55		10.14

Table 18　室温別にみた回復期の拡張期血圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	77.7	71.4	67.6		75.1	78.7	71.0	70.4	73.1
SD					1.11	2.68	0.63	1.78	3.81
23	67.7	68.4	68.7	64.8	80.9	76.0	70.8	71.0	71.0
SD	2.50	4.80	3.26	4.24	5.64	4.57	2.06	0.69	4.80
28	69.3	70.9	65.0	65.5	83.3	83.7	69.2	70.9	72.2
SD	2.59	1.62	3.82		3.00	2.29	1.67		6.82

Table 19　室温別にみた回復期の脈圧平均値

AIR-TEMPERATURE ℃	A AM	PM	B AM	PM	C AM	PM	D AM	PM	MEAN
18	42.4	47.2	51.3		45.4	44.9	35.7	38.9	43.7
SD					1.08	2.19	0.40	0.90	4.83
23	43.6	45.8	37.9	43.7	45.9	45.9	36.1	37.7	42.1
SD	0.37	1.64	4.10	1.84	3.87	2.30	1.72	0.66	3.88
28	40.0	45.8	49.2	42.7	47.0	49.1	35.7	34.9	43.1
SD	3.19	1.46	16.03		4.40	1.90	2.70		5.33

の違いによる有意差は認められなかった。

安静時に対しては，約3～9％高い値で，ほぼ運動前の値に戻っていた。

脈圧も（Table 19），収縮期血圧，拡張期血圧と同様，運動前の値に戻っており，室温18℃で43.7 mmHg (SD 4.83 mmHg)，23℃で42.1 mmHg (SD 3.88 mmHg)，28℃で43.1 mmHg (SD 5.33 mmHg) であった。

運動前測定値よりも，18℃レベルでは1.1％低い結果となり，23℃レベルでは2.2％，28℃レベルでは8.3％高い結果となった。

4) 運動の「つらさ」自己申告（5段階評価）

エルゴメーター運動時（15分間）に，他の測定と同様，2分間隔で「つらさ」の自己申告（主観的運動強度）[2]を5段階評価（1～5点の得点式）で行った。(1. とても楽だ 2. 楽だ 3. 楽でもつらくもない 4. つらい 5. とてもつらい)

各室温時の得点平均は，18℃で3.8点 (SD 0.35点)，23℃で4.0点 (SD 0.15点)，28℃で4.1点 (SD 0.4点) となり，全体平均は4.0点 (SD 0.33点) であった。

すなわち，室温の上昇に伴い「つらさ」の度合も増し，室温の違いによる影響がみられた。しかし，「つらさ」の自覚は各実験時の体調や気分，また，体力差等個人差が大きいと思われた。

IV 結 語

1. 舌下温（体温）

体温は，安静時，運動時，回復時のすべてにおいて，室温の上昇に伴った上昇傾向を示した。安静時18℃と23℃ ($P < 0.01$)，23℃と28℃ ($P < 0.05$)，18℃と28℃ ($P < 0.01$)，運動時18℃と23℃ ($P < 0.01$)，回復期18℃と23℃ ($P < 0.05$)，18℃と28℃ ($P < 0.05$) でそれぞれ有意差が認められた。

また，運動時は安静時に対して，各室温それぞれ，1.1％，0.5％，0.7％の上昇，回復期は，さらに上昇し，運動時に対して，それぞれ1.1％，1％，0.9％上昇した。

2. 心拍数

安静時においては，室温の違いによる影響はみられなかった。しかし，運動時においては，室温の上昇に伴った心拍数の増加傾向が認められた。(18℃と28℃，$P < 0.05$)

安静時に対して運動時の心拍数増加率は，18℃で60.9％，23℃で63％，28℃で67％で，室温の上昇に伴い増加率も高くなった。

運動時の最大心拍数は，18℃で152.2拍 (SD 10.26拍)，23℃で157拍 (SD 7.57拍)，28℃で156.4拍 (SD 7.99拍) となり，室温の違いによる有意差は認められなかったが，最大値に達する時間は，それぞれ11.6分 (SD 2.2分)，11.7分 (SD 2.53分)，10.4分 (SD 2.27分) で，室温が高くなる程短かった。

回復期は，室温28℃レベルが他に比べ，心拍数減少率，すなわち回復率（それぞれ28.1％，27.8％，40.7％）が高かった。

3. 血圧

安静時では，室温の上昇に伴い，収縮期血圧はわずかに下降し18℃で111.0 mmHg (SD 7.93 mmHg) 23℃で109.3 mmHg (SD 10.6 mmHg) 28℃で109.8 mmHg (SD 12.3 mmHg)，拡張期血圧は上昇した。18℃で66.8 mmHg (SD 5.62 mmHg) 23℃で68.2 mmHg (SD 7.07

mmHg) 28℃で70.0mmHg (SD8.38mmHg) すなわち脈圧は，室温の上昇に伴い減少した。(有意差は認められなかった。)

運動時では，収縮期血圧は18℃と23℃ ($P < 0.01$) で有意差が認められたものの他では認められなかった。ただし，28℃ レベルの被検者BとDの午後を除くと18℃で145.3 mmHg (SD 7.81 mmHg)，23℃で150.2 mmHg (SD 9.23 mmHg)，28℃で156.9 mmHg (SD 13.43 mmHg) となり，室温の上昇に伴った，収縮期血圧の上昇がみられた。

拡張期血圧は，室温の違いによる影響は認められなかった。

安静時に対して，収縮期血圧で，各室温時それぞれ30.9%，37.4%，34.7%，また，拡張期血圧でそれぞれ10.8%，8.5%，3.7%上昇した。

また，運動時における収縮期血圧最大値は，18℃で154.0 mmHg (SD 10.78 mmHg)，23℃で161.2 mmHg (SD 9.97 mmHg)，28℃で153.6 mmHg (SD 19.64 mmHg) であった。最大値に達した時間は，それぞれ6.7分 (SD 2.11分)，7.0分 (SD 3.16分)，6.9分 (SD 1.62分) であった。

回復期では，収縮期血圧及び拡張期血圧とも，室温の違いによる影響は認められなかった。収縮期血圧は安静時に対して，各室温時約3〜5%高い値で，また拡張期血圧は約3〜9%高い値で，ほぼ運動前の値に回復した。脈圧も各室温時とも安静時の値にほぼ回復しており，18℃ レベルでは1.1% さらに低下した。

4. 運動の「つらさ」自己申告 (5段階評価)

運動時に「つらさ」の自己申告 (主観的運動強度) を5段階評価 (1〜5の得点式) で行った。18℃で3.8点 (SD 0.35点)，23℃で4.0点 (SD 0.15点)，28℃で4.1点 (SD 0.4点) で室温の上昇に伴い，「つらさ」の度合いも増し，室温の違いによる影響がみられた。

引用・参考文献

1) 山口 明「高血圧と運動」保健の科学 第27巻 第4号 1985年
2) 山地啓司「心臓とスポーツ」共立出版 1982年
3) 加藤和三「血圧のバラツキ」呼吸と循環 第17巻 第4号 1969年
4) 市川秀一，藤江政雄，村田和彦「体位と血圧」臨床水電解質 Vol 7, No. 2 1987年
5) 大塚邦明，大森啓義，鈴木真由美，渡辺晴雄「血圧の日内変動」呼吸と循環 第37巻 第10号 1989年
6) 早川和代，磯田憲生，梁瀬度子「気温と運動強度が運動時の人体に及ぼす影響に関する研究」日本建築学会計画系論文報告集 第384号 1988年
7) 菅屋潤壺「運動時の体温調節」日本体育学会第42回大会 運動生理学シンポジウム 1991年
8) 江橋 博，芝山秀太郎，大森浩明「成人の体力に及ぼす長時間の運動習慣形成の影響」Annals Physical. Anthrop 5 (2) 1986年
9) 片岡幸雄，今野広隆，佐野裕司「自転車エルゴメーターによる最大下並びに最大運動時の血圧変動」千葉大学教養部研究報告B—18 1985年
10) 阿部政治，中根 央，大森俊一，丸山仁司「等尺性運動時の生理的反応」運動生理 第2巻 第1号 1987年
11) 猪飼道夫，杉本良一，石河利寛「スポーツの生理学」東京同文書院 1969年