

循環機能に関する研究（第5報）

畠山 栄子・石井 宏*

研究目的

前回の第1報（1983年）～第4報（1993年）までの研究結果から、週に1度の授業の中での3分間の踏台昇降運動をトレーニングとして採用し、実施してきて、この方法が循環機能に刺激を与えることによって身体効率指数を高め持久性能力の向上に有効であるということは明らかにされている。そして、一般に全身持久性能力の指標として最大酸素摂取量が用いられているが、この身体効率指数と1,500 m 走や最大酸素摂取量の成績との相関関係が低いことから、近年、体育科学センターを中心に再検討が行われているとの報告が書かれているが、その後の報告に関しては確かな資料を得ていないが、今回、本研究においては、以上の事を認識しながら、本学学生においてはどのような結果を得る事ができるかを検討してみる事を試みた。

研究方法

1. 研究対象

本学学生で1994年度、スポーツ科学Iのバドミントン（畠山担当）種目を選択履修した学生135名とし、各学部・性別による踏台昇降運動テスト（H. S. T.）実施者数及び最大酸素摂取量（ $VO_{2\max}$ ）簡易テスト実施者数一覧表を作成した。（表1, 2）

表1 対象者一覧

学部	男子	女子	合計
	(人)	(人)	(人)
経済	43	—	43
理・薬	25	29	54
短大	—	38	38
合計	68	67	135

* 情報科学センター所属

表2 学部別による H. S. T. 及び VO_{2 max} 簡易テスト実施者数一覧

テスト	時期	学 部		経 済		理・薬		短 大		合 計
		性別	男子	女子	男子	女子	男子	女子		
踏台昇降運動テスト	前期開始		(人) 43	(人) —	(人) 25	(人) 26	(人) —	(人) 38	(人) 132	
	前期終了		38	—	24	29	—	36	127	
	後期開始		39	—	19	26	—	30	114	
	後期終了		38	—	24	25	—	34	121	
最大酸素摂取量簡易テスト	前期 (4月)		24	—	20	21	—	31	96	
	後期 (12月)		24	—	20	21	—	31	96	
合 計			206	—	132	148	—	200	686	

2. トレーニング方法

1994年度4月授業開始より週1回90分間の授業の中で、準備運動として、毎授業時に男子学生は高さ40cm、女子学生においては高さ35cmの台を使用し、リズムボックスを使用してテンポ1分間120の速さの音を流し、そのテンポに合わせて3分間台を昇り降りする運動を前期4～7月、後期9～12月の間実施したが、雨天時等で、他種目選択者が一緒の場合は実施できないので、実質年間を通して10回のトレーニングと今年度は少なかった。

3. 体力測定

(1) 測定項目

体力測定の項目は、文部省体力測定に準じ、垂直跳び・反復横とび・立位体前屈・背筋力・踏台昇降運動の5項目と最大酸素摂取量の簡易テストを実施。最初の5項目についての測定基準及び方法については、城西大学研究年報通巻第11巻(1987年3月)の「循環機能に関する研究(第2報)」に述べてあるので、ここでは省略した。尚、最大酸素摂取量簡易テストの方法については測定方法の項目で詳しく述べる。

〈最大酸素摂取量簡易テスト採用について〉

今日、心拍数を用いた体力テストが多く考案されているが、それらの多くは、全身持久性能力をテストするものである。一般に全身持久性能力の指標として最大酸素摂取量が用いられているが、最大酸素摂取量の測定は、測定器具の完備、測定技術の熟達等の関係から、誰でもどこでも簡単にできるとは限らない。さらに最大酸素摂取量の測定には相当強い作業(4～9分間しか持続できない最大の作業)が要求されるため、誰でも対象にするという訳にはいかない。少なくとも

も学校教育の場で多人数を短時間で、しかも安全で正確に測定することはまず不可能である。そこでそれよりも軽い負荷の作業（最大下作業）を行うことによって最大酸素摂取量を間接的に推定する方法を採用した。心拍数と運動負荷強度には高い相関関係が認められており、一定時間での運動距離と一定時間での心拍数の関係はきわめて相関が高いことが確かめられており、そこで何種類かの異なった速度での運動を行い、その時の心拍数と酸素摂取量および年齢から推定された最高心拍数との関係から最大酸素摂取量を算出する方法で、心拍数と負荷強度の関係を直線関係とみなし、回帰直線にあらしめ、この測定方法の基本的考え方は、心拍数と仕事量とが比例関係にあることと、一定の生理学的負荷強度（心拍数 170 拍/分）の時になされる仕事量はその個人の持久性能力によって異なるということにより、これまで多くの研究者によって追試研究が行われ導き出された仕事量（PWC₁₇₀）が最大酸素摂取量ときわめて高い相関関係にあるということからこの方法を採用した。

(2) 測定期間

(i) 踏台昇降運動テスト

第1回目（前期開始）1994年4月・第2回目（前期終了）1994年7月・第3回目（後期開始）1994年9月・第4回目（後期終了）1994年12月の授業開講日に実施。

(ii) 最大酸素摂取量（VO_{2max}）簡易テスト

第1回目（前期開始）1994年4月・第2回目（後期終了）1994年12月の授業開講日に実施。

(3) 測定場所

城西大学総合体育館3階アリーナ及びグラウンド（1周400mトラック）

(4) 測定器具

垂直板・立位体前屈用計測器・背筋力計・踏台昇降用台（文部省体力診断テスト規格にあったもの）・リズムボックス（テンポ測定器 T・K・K 製）・ストップウォッチ・ホイッスル・メジャー・カラーコーン・ラインカー使用。

(5) 最大酸素摂取量簡易テストのデータ採取方法（図1, 2）

1) 4種類の異なった強度のデータを採取

- ① ゆっくり歩く速度（90/分）
- ② 普通に歩く速度（120/分）
- ③ 速足で歩く又はゆっくりジョギングする速度（140/分）
- ④ やや速くジョギングする速度（160/分）

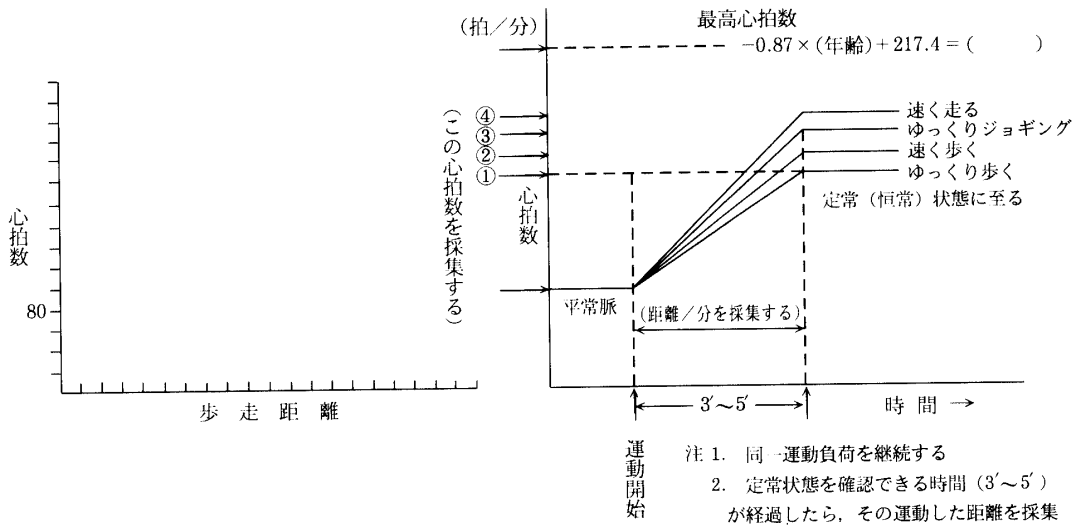


図1 最大酸素摂取量(%)の簡易測定の論理図

心拍数		最高心拍数 $-0.87 \times (\text{年齢}) + 217.4 =$				()
		平常脈	30' 測定 $\times 2 =$			()
種類		運動負荷強度	心拍数		歩・走距離(単位 M)	
			運動直後	1分毎換算値	3分間距離	1分毎換算値
		テンポ数/分	拍/15秒	15秒 $\times 4$ /分	M	3分間距離/3
①	ゆっくり歩く	90/分	()	()	()	()
②	速く歩く	120/分	()	()	()	()
③	ゆっくりジョギング	160/分	()	()	()	()
④	速く走る	180/分	()	()	()	()

図2 データ採取例

- 2) 一定強度の運動を継続するために、各テンポの運動を3分間ずつ実施。
- 3) 一定強度を維持するため、リズムボックスを使用し、各テンポの音を流し、その音に合わせて、歩く又は走るよう指示する。
- 4) 実施の合図はホイッスルで行う。
 - 1回目：スタート(400 mトラック使用)
 - 2回目：ストップ・脈拍採取開始(15秒間・立位・触診法)
 - 3回目：脈拍採取終了(2回目の合図で脈拍採取開始できなかった者のみ3回目の合図で脈拍採取開始とする)
 - 4回目：3回目合図より脈拍採取開始者のみ脈拍採取終了
- 5) 3分間の距離の計測

距離の計測は、400 m のトラック上に、10 m 間隔でラインを引き、50 m の部分は10 m のラインより長いラインを引くと同時にカラーコーンを設置し、見易いように用意し、そのトラック上をテンポに合わせて移動することによって行う。また一人で、動きながら脈を探し、3分直後の脈拍採取し、なおかつ3分間の移動した距離をも計測をするということは、ゆっくりしたテンポの場合は、余裕をもって計測できるが、速いテンポになると計測ミスを引き起こす可能性が高いため、未然に防ぐべく、2人1組のペアを組ませて、交代で測定させ、休息を取っている者が距離の確認をして、被検者に報告し記録させる様に指示した。

4. 測定結果の処理方法

(1) 分類項目

(a) 踏台昇降運動テスト

1) 学部別・性別

- i) 経済学部男子
- ii) 理・薬学部男子
- iii) 理・薬学部女子
- iv) 短大学部女子

2) 測定時期

- i) 前期開始
- ii) 前期終了
- iii) 後期開始
- iv) 後期終了

3) 踏台昇降運動テストに関連する脈拍と指数

- i) 平常脈；テスト前の安静時の脈拍 30 秒間の測定値
- ii) 1 回目；運動終了 1 分後の脈拍 30 秒間の測定値
- iii) 2 回目；運動終了 2 分後の脈拍 30 秒間の測定値
- iv) 3 回目；運動終了 3 分後の脈拍 30 秒間の測定値
- v) 指数；身体効率指数（Physical Efficiency Index）

(b) 最大酸素摂取量簡易テスト

1) 学部別・性別

踏台昇降運動テスト同様

2) 測定時期

- i) 前期開始時（4月）
- ii) 後期終了時（12月）

3) $VO_{2\max}$ 100%に値する距離 (表4)

- i) 前期より距離が増加した者
- ii) 前期より距離が維持・減少した者

(2) 集計・処理

上記の分類項目に基づいて、測定結果の不備及び欠落のあるデータを除外し、原簿を作成し、富士通 M 360 を使用し、データの集計・処理をした。(城西大学情報処理センター所属石井宏担当。統計解析プログラム・マイクロシステム^株使用)

結果と考察

1994年度のスポーツ科学Iバドミントン選択者の踏台昇降運動テストの結果を学部別・性別・測定時期別に測定値の平均値により、比較・検討をし、表3の通り一覧表を作成した。

1. 踏台昇降運動テスト

(1) 身体効率指数 (PEI)

平均値による学部別・測定時期別比較 (図3)

3分間の踏台昇降運動を行って、運動終了1分後・2分後・3分後とそれぞれ30秒間の脈拍を測定し、それらの脈拍値を使用して、計算式に代入し、身体効率指数を算出し、その値が大きければ大きい程、身体持久性に優れていると評価することができる。尚、PEIの算出方法・判定基準については、城西大学研究年報(自然科学編)通巻第17巻(1993年3月)の「循環機能に関する研究(第4報)」に掲載されているので、ここでは省略する。

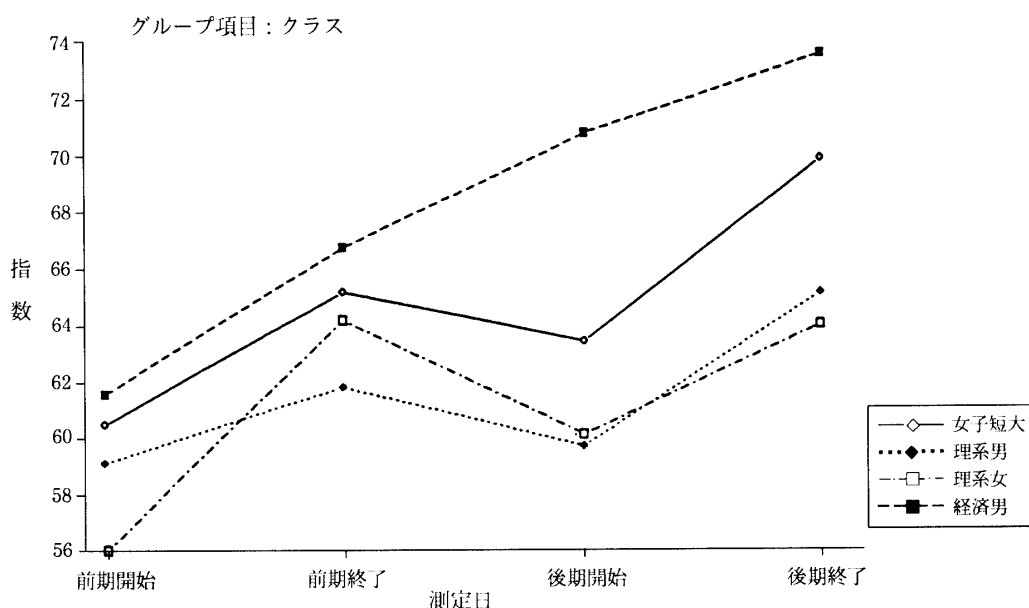


図3 学部別・測定時期別身体効率指数の平均値

表3 踏台昇降運動テストの項目別平均値・標準偏差一覽表

テスト 時期	H. S. T.															拍/30秒						
	前 期					後 期					期											
	開始時 (4月)					終了時 (7月)					開始時 (9月)						終了時 (12月)					
学部	項目	指数	平常脈	1回目 脈拍	2回目 脈拍	3回目 脈拍	指数	平常脈	1回目 脈拍	2回目 脈拍	3回目 脈拍	指数	平常脈	1回目 脈拍	2回目 脈拍	3回目 脈拍	指数	平常脈	1回目 脈拍	2回目 脈拍	3回目 脈拍	
経済 (男)	N	43	43	43	43	43	38	38	38	38	38	39	39	39	39	39	39	38	38	38	38	38
	\bar{X}	61.6	35.8	55.1	48.4	45.7	66.8	39.8	50.8	45.4	43.1	43.1	70.8	36.9	48.4	43.1	40.9	73.6	35.8	46.2	41.2	39.5
	S.D.	9.4	4.9	9.3	7.1	7.1	13.5	5.5	9.3	7.8	7.3	14.2	6.6	6.6	9.3	9.5	10.5	14.1	5.5	8.4	9.3	10.0
	Max.	86.0	49.0	72.0	64.0	62.0	105.0	50.0	66.0	60.0	58.0	86.0	102.0	55.0	67.0	78.0	86.0	106.0	54.0	61.0	78.0	86.0
	Min.	45.0	22.0	33.0	34.0	30.0	49.0	25.0	32.0	27.0	27.0	27.0	40.0	22.0	34.0	29.0	25.0	40.0	26.0	30.0	27.0	27.0
理・薬 (男)	N	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24	19	19	19	19	19	19	24	24	24	24	24
	\bar{X}	59.4	37.9	58.5	51.4	46.9	62.1	40.5	55.2	49.1	45.3	59.8	39.7	57.5	49.5	45.4	65.5	37.3	52.0	45.5	43.0	
	S.D.	13.0	6.0	10.5	9.7	8.1	12.9	5.6	9.4	8.1	7.2	6.9	4.8	6.3	5.9	6.4	11.3	4.9	8.1	6.5	5.5	
	Max.	106.0	52.0	74.0	67.0	59.0	111.0	50.0	67.0	63.0	60.0	72.0	54.0	68.0	61.0	58.0	108.0	50.0	63.0	55.0	53.0	
	Min.	46.0	27.0	29.0	28.0	28.0	48.0	26.0	27.0	27.0	27.0	48.0	32.0	46.0	37.0	30.0	54.0	27.0	28.0	27.0	28.0	
理・薬 (女)	N	26	26	26	26	26	29	29	29	29	29	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
	\bar{X}	56.0	38.5	61.2	54.0	48.0	64.2	38.3	53.9	46.3	42.7	60.2	38.2	56.1	49.7	45.5	64.1	37.0	54.0	46.2	42.6	
	S.D.	7.4	5.0	8.6	7.6	6.0	9.0	5.0	7.3	7.4	7.1	6.3	5.1	5.9	5.8	6.6	8.3	6.7	7.2	6.6	6.5	
	Max.	76.0	54.0	78.0	71.0	57.0	83.0	50.0	73.0	67.0	60.0	73.0	47.0	72.0	67.0	65.0	80.0	62.0	69.0	64.0	61.0	
	Min.	44.0	29.0	39.0	42.0	37.0	45.0	31.0	40.0	32.0	30.0	44.0	31.0	47.0	39.0	36.0	46.0	31.0	41.0	36.0	33.0	
短大 (女)	N	38	38	38	38	38	36	36	36	36	36	30	30	30	30	30	30	34	34	34	34	34
	\bar{X}	60.5	39.5	56.7	46.3	43.5	65.2	40.0	52.6	45.7	42.6	63.5	40.6	53.3	47.1	43.8	70.0	38.3	48.7	42.5	40.4	
	S.D.	11.9	5.2	10.4	7.8	7.2	9.9	5.0	7.8	6.8	6.2	8.8	4.6	6.7	6.7	6.0	10.9	5.2	8.1	6.8	6.4	
	Max.	95.0	49.0	80.0	69.0	65.0	95.0	53.0	72.0	63.0	60.0	89.0	48.0	68.0	63.0	57.0	95.0	50.0	66.0	57.0	53.0	
	Min.	42.0	29.0	31.0	30.0	29.0	46.0	33.0	33.0	30.0	32.0	48.0	31.0	36.0	32.0	30.0	51.0	29.0	31.0	31.0	30.0	

① 「前期開始」の結果より

各学部の平均値を見てみると「経済」61.6、「短大」60.5、「理・薬男子」59.4、「理・薬女子」56.0の順で高い値を示していた。各グループとも、それぞれの結果を基準にして今後のトレーニング効果を見ていくもので、これから各測定時期の平均値がどの様に推移していくかのベースとなるものである。

② 「前期終了」の結果より

前回同様に「経済」が66.8と一番高い値を示しており、前回より5.2平均値が上昇しており、トレーニング効果を顕著に示している。次いで、「短大」は、4.7上昇、「理・薬女子」が8.2、「理・薬男子」2.7とそれぞれ上昇しているが、結果的には、一番伸びを見せたつまりトレーニング効果を上げたのは、「前期開始」時に一番低い値を示していた「理・薬女子」であった。

③ 「後期開始」の結果より

この時期は、前期授業が終了して、約2ヶ月間の試験及び夏期休暇に入り、週1回の授業もなく、各学生の行動はだいたい推測できるので、例年の通りの結果が生じる、つまりどのグループも当然「前期終了」時の値より低い値を示すと仮説をたてた。そこで結果を見てみると、「短大」が1.7「理・薬女子」が4.0「理・薬男子」が2.3とそれぞれ、仮説通り下降傾向を示している。しかし、その中で、「経済」は、「前期終了」時より、4.0も指数を上昇させている結果を得た。この結果の理由としては、2ヶ月間の行動を調査した訳ではないので正確な事はいえないが恐らく、他学部のグループより、積極的に行動する学生が多いという結果を示している。つまり、本学部生は、他学部生よりも運動部や同好会に所属している割合が多いので、行動派が多く休暇中も、生活の中で3分間のトレーニングに必的する行動、あるいはそれ以上の行動をしていたと考えられるところから、この様な結果を得たものと思われる。そしてもう一つの注目したことは、「前期終了」時に一番伸びを見せた「理・薬女子」が、「後期開始」で一番大きく下降を示したことである。この結果については、次のことが考えられる。つまり、一般的には「持久性」の高い低いにかかわらず、同一期間同一負荷を与えて循環機能を刺激してやると、低い値を示している者程、大きな効果を示す傾向にあり、長期間かけてトレーニングをして効果を上げたものは長い間、その効果を持続するが、短期間で効果を上げたものは、その効果も短期間で失うといわれているところから、この「理・薬女子」の結果も、以上の事を裏付けていると思われる。この様に3グループとも下降傾向を示しているが、どのグループも「前期開始」時の値にまでは落ちておらず、多少なりともトレーニング効果を残していると考えられる。そしてまたそれぞれの値が、後期のトレーニング効果を見るベースとなる。

④ 「後期終了」の結果より

「経済」が73.6, 「短大」が70.0, 「理・薬男子」65.5, 「理・薬女子」64.1の順に高い値を示しており, 後期のトレーニング効果は, 「短大」6.5, 「理・薬男子」5.7, 「理・薬女子」3.9, 「経済」2.8の順にそれぞれ効果を示していることがみられた。そして, 「後期終了」の結果から1年間のトレーニング効果を把えてみると, 「経済」12.0, 「短大」9.5, 「理・薬女子」8.1, 「理・薬男子」6.1とそれぞれののびを見せて, 94年度の学生においても, 週一度の授業時に3分間の踏台昇降運動トレーニングは, しっかりとトレーニング効果を示している事がわかった。

(2) 平常脈

平均値による学部別・測定時期別比較 (図4)

平常脈においても, これまでの持久性トレーニングの報告によれば, 一般に長期間のトレーニングを続けている者は, 安静時心拍数にもトレーニング効果を示し, 低い値を示して, 心臓の余裕力を増大するといわれていることから, 今回においても, 平常脈からは, どのような結果を得るか検討してみた。

① 「前期開始」の結果より

この結果は, 身体効率指数同様これからのトレーニング効果をみるためのベースになるものである。まず, 30秒間で「経済」が35.8, 「理・薬男子」37.9, 「理・薬女子」38.5, 「短大」39.5という結果を得た。

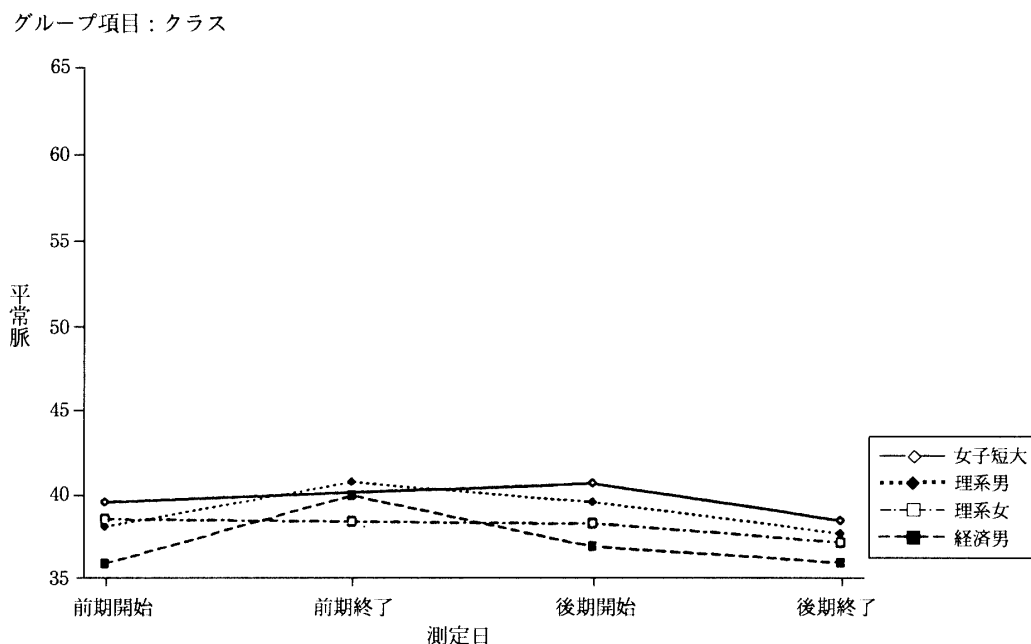


図4 学部別・測定時期別平常脈の平均値

② 「前期終了」の結果より

身体効率指数においては充分トレーニング効果を示しているにもかかわらず、平常脈においては、次の様な結果を示している。図4の通り、「理・薬女子」において38.5の値が38.3とわずかに0.2拍下降を示しているが、その他の3グループにおいては、上昇傾向を見せている。特に「経済」は4.0拍、「理・薬男子」は2.6拍、「短大」0.5拍とそれぞれ上昇しており、前期の期間だけではトレーニング効果を見るどころか、むしろ維持・上昇という結果を示している。心拍数というものは、あらゆる条件によって変化しやすいといわれているので、時期的に7月という非常に暑い条件も大きく影響しているのではないかと考えられる。

③ 「後期開始」の結果より

ここでは、「経済」は「前期終了」よりは2.9拍下降を示している。そして「理・薬男子」・「理・薬女子」も数字上では低い値を示しているが1拍にも値しないので、ほとんど変化なく、「短大」も0.6拍上昇しているがこれも変化なしとみて良い。従ってこの時期は、「経済」のみが身体効率指数の上昇を見ているが、平常脈においても同様な結果を示していることがわかった。

④ 「後期終了」の結果より

全般にどのグループも下降傾向を示している。「後期開始」と比較してみると、一番下降を見せているのが「理・薬男子」2.4拍で「短大」2.3拍、「理・薬女子」1.2拍、「経済」1.1拍の順で1拍～2拍程度下降を示しているが、更に「前期開始」と比較してみた結果は、「短大」1.2拍、「理・薬男子」0.6拍、「理・薬女子」0.3拍、「経済」0拍の下降傾向又は変化無しであった。以上の結果から推測できることは、平常脈にトレーニング効果を見るためには、もっと長期間のトレーニングを持続させる必要があるのではないかとと思われる。

(3) 運動終了1分～1分30秒の脈拍（脈1）

平均値による学部別・測定時期別比較（図5）

3分間の踏台昇降運動終了1分後に、どの程度脈拍が上昇するかによって持久性能力の判断を行うものである。

① 「前期開始」の結果より

平常脈の平均値より大きく上昇しない方が持久性能力が良いとされている。今回の結果は、30秒間でどの位の値を示しているかを見てみると、「経済」55.1拍、「短大」56.7拍、「理・薬男子」58.5拍、「理・薬女子」61.2拍と低い順を示している。この結果からいえることは、「理・薬女子」が持久性能力が低く、また「理・薬男子」が次に低いことを示しているため、特に大学

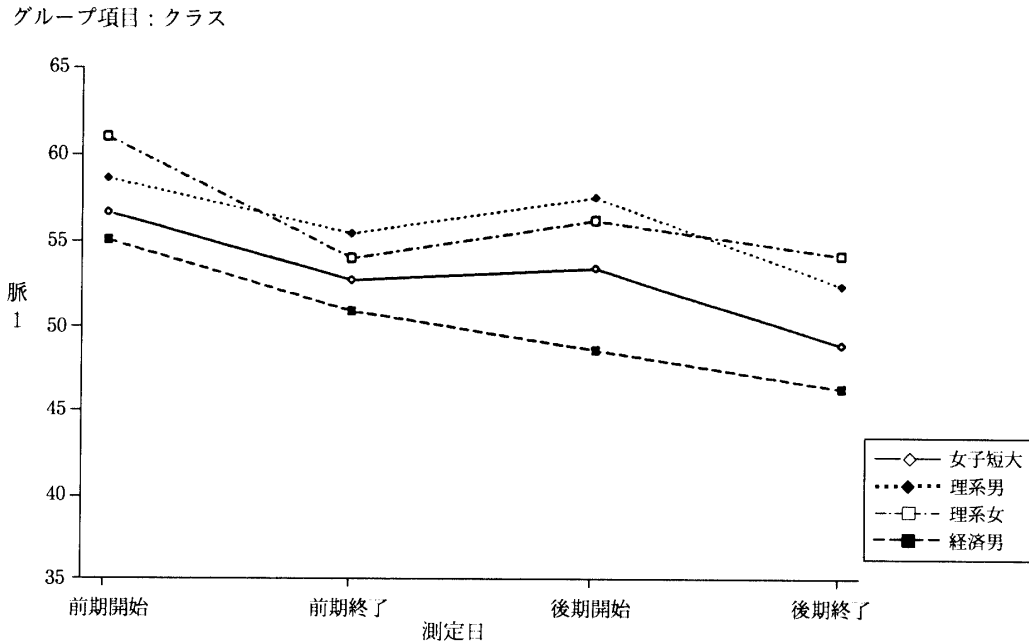


図5 学部別・測定時期別運動後1回目の脈拍の平均値

受験の為に身体活動を極力避けて勉強の方に時間を費やしてきたという学部の特性を見せている様に思われた。

② 「前期終了」の結果より

ここでは、どのグループも下降傾向を示しており、特に「理・薬女子」については、30秒間に7.3拍も低い値を示して、トレーニング効果を大きく見せている。このことからやはり同一負荷を同一時間与えると持久性の低い者の方がより大きな効果を示すということを証明している。

③ 「後期開始」の結果より

ここでも、「経済」を除いて他のグループにおいては、夏期休業中トレーニング中断したことの結果を平均値の上昇によって示している。

④ 「後期終了」の結果より

全てのグループにおいて、下降傾向を示しており、後期の授業時のトレーニング効果は勿論のこと、年間を通してのトレーニング効果を見ても図5の通り「前期開始」の値より30秒間で7拍～9拍低い値を示し、充分トレーニング効果を得ていることを示している。

(4) 運動終了後2分～2分30秒の脈拍（脈2）

平均値による学部別・測定時期別比較（図6）

運動終了1分後に測定した脈拍が、運動終了2分後には、どの程度回復しているかによって、

グループ項目：クラス

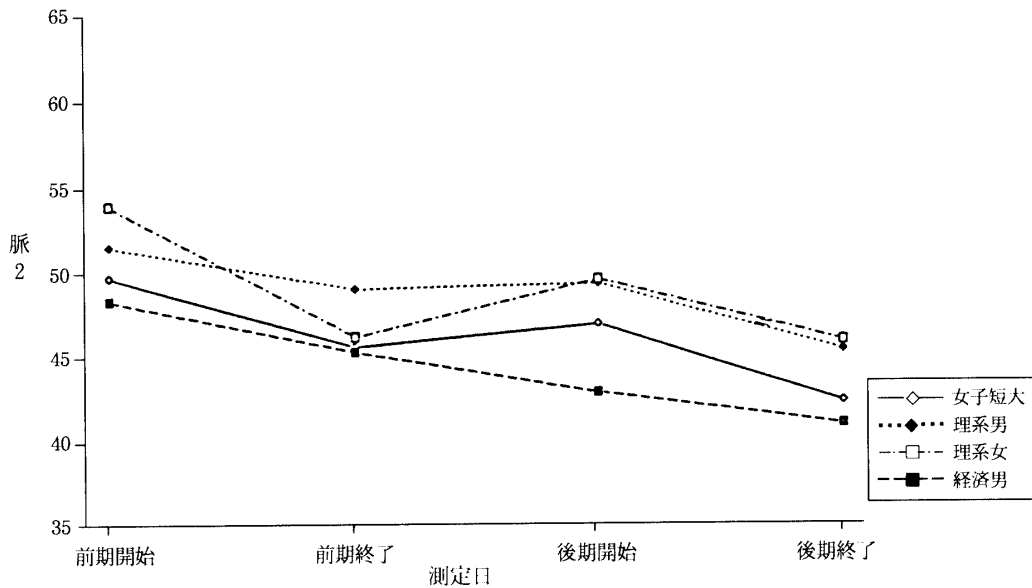


図6 学部別・測定時期別運動後2回目の脈拍の平均値

循環機能の優劣つまり持久性能力が高いか低いかを判断するもので、できるだけ平常脈に近い値にまで回復することが望ましいのである。

① 「前期開始」の結果より

一番低い値を示している順に「経済」48.4拍、「短大」49.8拍、「理・薬男子」51.4拍、「理・薬女子」54.0拍という結果を得た。これらは平常脈の何%位までに回復しているか検討した結果、「経済」は約74%、「短大」79%、「理・薬男子」74%、「理・薬女子」71%とそれぞれ回復していることがわかったが、回復力の良さに関しては「短大」が一番良かったということがわかった。

② 「前期終了」の結果より

やはり平均値が一番低い値を示しているのは「経済」の45.4拍で、平常脈の87.6%にまで回復している。次いで「短大」で45.7拍を示しており、平常脈の87.5%、「理・薬女子」の46.3拍で平常脈の82.3%、「理・薬男子」が49.1拍で平常脈の82.4%で全てのグループが平常脈の82%以上にまで回復力を見せて、条件的には夏の暑さという悪条件にもかかわらず、トレーニング効果を十分に表していることが証明された。

③ 「後期開始」の結果より

夏休みが終わり、初めての授業の中での測定であるが、回復力を見てみると、やはり「経済」が一番低い値を示して43.1拍で平常脈の85.6%の回復で2.0%程回復力が落ちている。2番目は

「短大」で 47.1 拍で平常脈の 86.1%，「理・薬男子」は 49.5 拍で平常脈の 80.2%，「理・薬女子」は 49.7 拍で平常脈の 76.8%とやはり夏休みの影響を受けて回復力が低下していることを顕著に示している。

④ 「後期終了」の結果より

後期授業中でのトレーニングの結果が、どの程度回復に影響しているか見てみると、やはり「経済」が一番近い値を示して、41.2 拍で平常脈の 89.5%，「短大」42.5 拍で平常脈の 95.5%，「理・薬男子」45.5 拍で平常脈の 87.2%，そして「理・薬女子」46.2 拍で平常脈の 82.6%と運動後 2 分～2 分 30 秒の間にすでにそれぞれの学部において、平常脈の 80～95%にまで回復を見せていることがわかった。

(5) 運動終了後 3 分～3 分 30 秒の脈拍（脈 3）

平均値による学部別・測定時期別比較（図 7）

運動終了直後の急上昇した脈拍が運動終了後 1 分～1 分 30 秒の間に平常脈の 60%台までに回復を見せていたものが、運動終了後 3 分～3 分 30 秒の間に平常脈の値の何%まで回復できているかによって、一年間のトレーニングを実施した結果の評価とするものである。

① 「前期開始」の結果より

低い順に「経済」45.7 拍で平常脈の 78.3%，「短大」47.1 拍で平常脈の 83.8%，「理・薬男子」46.9 拍で平常脈の 80.8%，「理・薬女子」48.0 拍で平常脈の 80.2%という結果を得た。

グループ項目：クラス

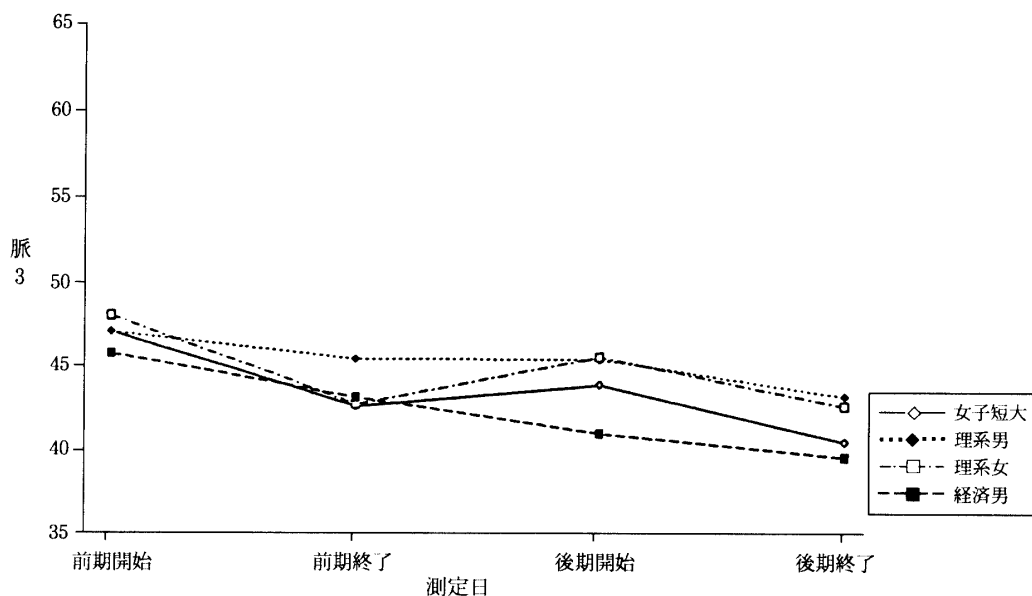


図 7 学部別・測定時期別運動後 3 回目の脈拍の平均値

② 「前期終了」の結果より

前期授業中のトレーニングの結果、「短大」が42.6拍で平常脈の93.8%にまで回復を見せ、次に「理・薬女子」が「短大」とほぼ同じ脈拍数で42.7拍と平常脈の89.6%にまで回復を見せた。尚、脈拍数はほとんど同数に近いにもかかわらず、回復率に4.2%もの開きがあるということは、つまり、平常脈が、「短大」の方は高い値を示していたので、結果的には、良い回復率と判断せざるを得なかった。そして「前期開始」時において一番低い値を示していた「経済」は43.1拍で平常脈の92.3%、「理・薬男子」は45.3拍で平常脈の89.4%とどのグループも非常に高い回復力を示している結果を見ることができた。

③ 「後期開始」の結果より

ここでは、「経済」が一番低い値を示し、40.9拍、平常脈90.2%で、次に「短大」で43.8拍、平常脈の92.6%、「理・薬男子」が45.4拍で平常脈の87.4%、「理・薬女子」が45.5拍、平常脈の83.9%という結果を得た。このようにやはり夏休みの影響で多少回復率も下がったようである。

④ 「後期終了」の結果より

運動終了後3分後の脈拍は全グループにおいて下降傾向を示している。「経済」は39.5拍で平常脈の90.6%まで回復しており、次に「短大」が40.4拍で平常脈の94.8%、「理・薬男子」は43.0拍で平常脈の86.7%、そして「理・薬女子」が42.6拍で平常脈の86.8%とそれぞれが回復している。そこで「前期開始」の値がベースとなっているので、一年間のトレーニング効果はどうか、「前期開始」の平常脈に対してどの位の回復率を見せているのかを検討した結果次の通りの回復率を見せていた。「経済」は90.6%、「短大」は97.7%、「理・薬男子」は88.1%、「理・薬女子」は90.3%という結果を得、「理・薬男子」を除いた3つのグループにおいては、回復率90%以上という好成績を示しており、特に「短大」においては97.7%と非常に高い回復力を見せていた。今回94年度の学生においては、「理・薬男子」は回復率90%に満たないとはいえ88%まで回復しているので、全学部においてのトレーニング効果は、充分高い評価に値すると考えて良いであろう。

2. 最大酸素摂取量 ($VO_{2\max}$) 簡易テスト

$VO_{2\max}$ の100%に値する距離の平均値による学部・性別・測定時期別比較 (図8～図11)

最大酸素摂取量簡易テストにより、最大酸素摂取量の100%に値する距離を算出し、その結果を基に学部別・性別及び測定時期別に比較・検討し表4を作成した。

表4 VO_{2max} 100%に値する1分間の距離及び身体効率指数の項目別平均値・標準偏差値一覧表

学部 増・減		テスト 時期 項目		VO _{2max} 100%に値する1分間の距離 (m/分)							
		前期 (4月)					後期 (12月)				
		N	\bar{X}	S.D.	Max.	Min.	N	\bar{X}	S.D.	Max.	Min.
経 済	T	24	317.02	93.93	504.7	167.6	24	311.77	123.30	712.9	123.6
	1	12	300.95	76.36	484.9	236.8	12	348.52	124.63	712.9	239.8
	0	12	333.09	109.76	504.7	167.6	12	275.02	115.36	479.1	123.6
理男 ・ 薬子	T	22	295.69	81.57	495.4	167.6	22	402.19	202.43	1,021.8	137.1
	1	14	269.72	62.20	420.6	167.6	14	476.37	209.30	1,021.8	277.3
	0	8	341.14	95.22	495.4	231.7	8	272.36	106.41	469.2	137.1
理女 ・ 薬子	T	21	309.55	104.93	534.7	195.7	21	268.58	69.40	431.2	168.8
	1	8	227.30	33.90	293.1	195.7	8	308.16	81.74	431.2	225.3
	0	13	360.16	101.96	534.7	206.1	13	244.23	49.43	339.6	168.8
短 大	T	31	264.05	79.96	536.4	177.4	31	300.13	69.40	497.8	184.4
	1	22	237.73	41.86	327.1	177.4	22	319.19	71.39	497.8	203.4
	0	9	328.40	113.20	536.4	186.2	9	253.52	35.23	289.2	184.4
学部 増・減		テスト 時期 項目		身体効率指数							
		前期 (4月)					後期 (12月)				
		N	\bar{X}	S.D.	Max.	Min.	N	\bar{X}	S.D.	Max.	Min.
経 済	T	24	59.6	9.1	86.0	45.0	24	74.1	14.4	106.0	40.0
	1	12	61.8	9.4	86.0	51.0	12	76.0	12.5	106.0	56.0
	0	12	57.1	8.6	76.0	45.0	12	72.2	16.3	100.0	40.0
理男 ・ 薬子	T	22	60.7	14.0	106.0	46.0	22	65.8	12.2	108.0	54.0
	1	14	62.4	16.2	106.0	47.0	14	67.7	14.6	108.0	55.0
	0	8	58.0	10.1	78.0	46.0	8	63.1	8.0	74.0	54.0
理女 ・ 薬子	T	21	56.1	7.9	76.0	44.0	21	62.8	7.9	76.0	46.0
	1	8	57.0	10.1	76.0	48.0	8	67.5	7.3	76.0	53.0
	0	13	55.5	6.3	66.0	44.0	13	59.8	7.0	69.0	46.0
短 大	T	31	60.0	11.4	95.0	42.0	31	69.7	11.2	95.0	51.0
	1	22	61.2	12.7	95.0	42.0	22	73.1	11.2	95.0	54.0
	0	9	57.1	7.4	66.0	43.0	9	62.5	7.7	77.0	51.0

1; VO_{2max} 100%に値する1分間の距離が増加した者 0; 維持及び減少した者

① 測定1回目の結果より

測定1回目の1分当たりの距離の平均値を見ると、293.88 m という値を示しており、心拍数の関係より、身体作業能力を5段階評価するノモグラムを採用してみると、ここでの評価は「劣る」に近い「やや劣る」の範囲に位置していた。次に学部間の比較をみると、一番長い距離が伸びている順に「経済」が1分間に317.02 m、「理・薬女子」が309.55 m、「理・薬男子」が295.69 m、「短大」が264.05 m という結果を得た。また身体作業能力の5段階評価によってみると、「短大」が「劣る」の評価で、他の3グループにおいては、「やや劣る」の範囲に位置して

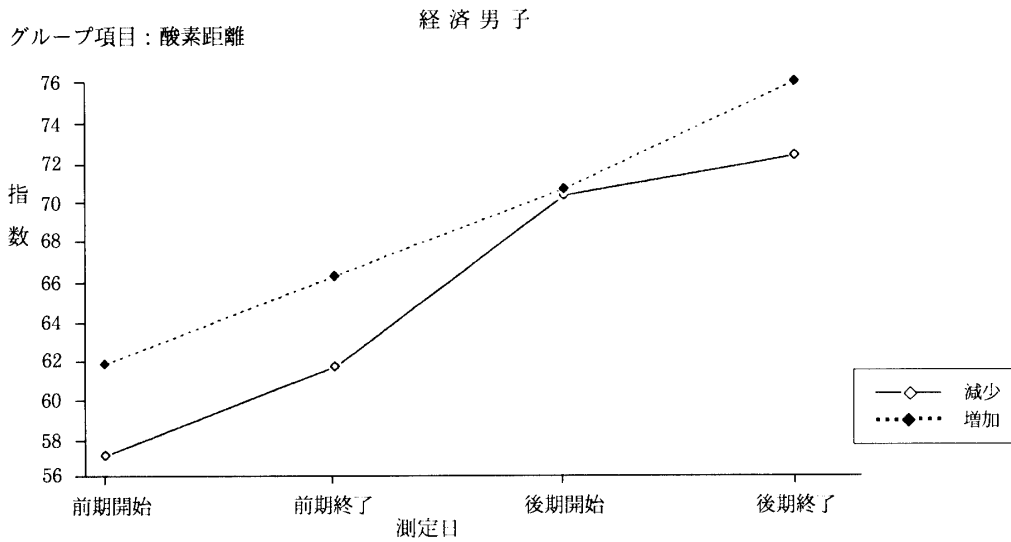


図8 VO_{2 max} 100%に値する距離の増減と指数との関係図

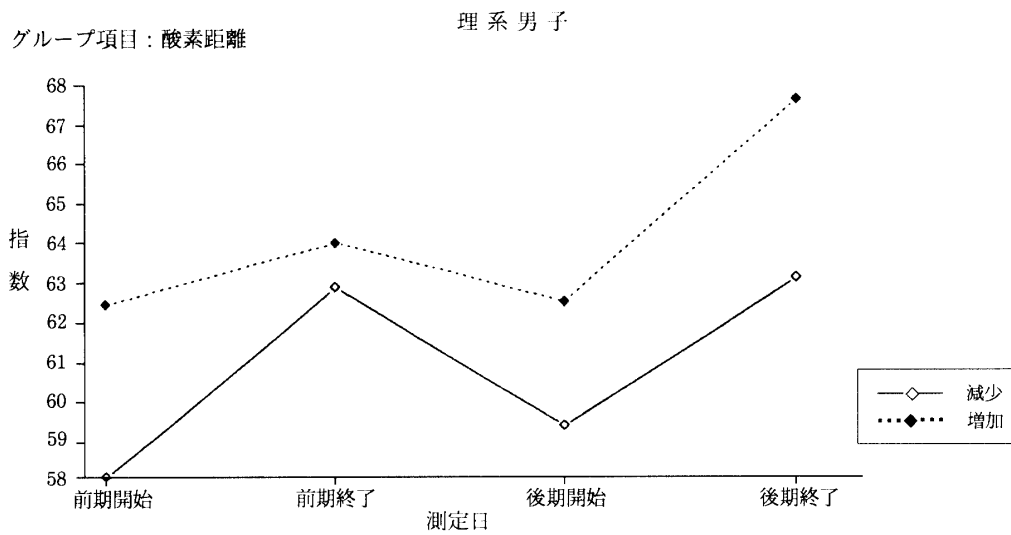


図9 VO_{2 max} 100%に値する距離の増減と指数との関係図

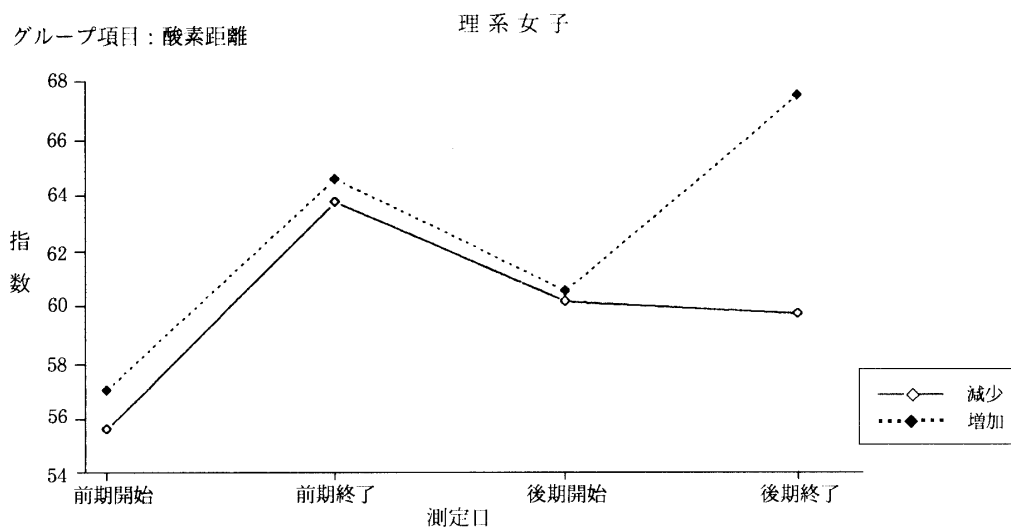


図10 VO_{2 max} 100%に値する距離の増減と指数との関係図

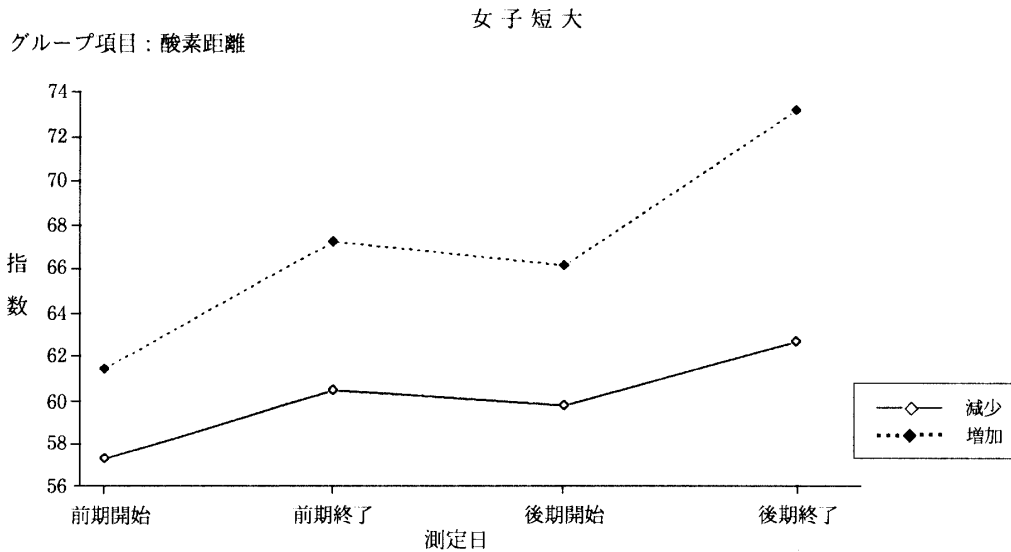


図 11 VO₂ max 100%に値する距離の増減と指数との関係図

いた。

② 測定2回目の結果より（図9）

全体の平均値は1分間に319.13 mであり、評価としては「やや劣る」の範囲ではあるが、「普通」の範囲に限りなく近い位置にまで伸びている結果を得た。次に学部間での比較を見ると、距離が多い順に「理・薬男子」が1分間に355.20 mを示し、次に「経済」311.77 m、「短大」300.13 m、「理・薬女子」268.58 mという結果を得た。評価を見ると、「理・薬男子」が「よい」の範囲の入口に達し、「経済」と「短大」は「やや劣る」そして「理・薬女子」は「劣る」とそれぞれの範囲に位置していた。

③ 測定1回目と測定2回目との比較（表4）

全体としては、2回目の結果の方が1分間の距離において、25.25 m 伸びている結果を見ることができた。そこでもう少し詳しく、各学部を見ると、1回目の測定結果よりも2回目の測定結果の方が伸びていることを示しているのは、「短大」と「理・薬男子」で、「短大」は36.07 m、「理・薬男子」は59.51 mの伸びを見せ多少のトレーニング効果を見ることが出来たと思われる一方、「経済」と「理・薬女子」においては、それぞれ-5.25 m、-40.97 mという結果で「理・薬女子」は大きく後退した結果となってしまった。では、それぞれの学部の状況をもっと詳しく掘り下げて、1回目の測定の結果と2回目の測定の結果を個人のレベルにまで下げて、増減の移動がどの位の割合で見ることが出来るか検討した結果、次の通りに示された。まず、1回目の値より2回目の値の方が上回っていた学生が多かったのは、「短大」が70.9%、「理・薬男子」が63.1%で、「経済」においては距離が伸びた人とそうでない人の割合が50%ずつであり、「理・薬女子」については、距離が伸びた学生は、38.0%であったということがわかった。

そこで、これらの結果と身体効率指数との関係についてはどうであるかを平均値により検討した結果、 $VO_2 \text{ max}$ 100%に値する距離が1回目の測定平均値より2回目の測定平均値が伸びているグループの身体効率指数も「経済」14.2, 「短大」11.9, 「理・薬女子」10.5, 「理・薬男子」5.3の順に1回目の測定平均値より2回目の測定平均値の方がそれぞれに伸びを見せており、次に、 $VO_2 \text{ max}$ 100%に値する1分間の距離が1回目の測定平均値より2回目の測定平均値の方が減少傾向にあるグループについての結果を検討したが、距離平均値が減少しているため、当然身体効率指数も下降していると仮説したがそうではなく、「経済」15.6, 「短大」5.4, 「理・薬男子」5.1, 「理・薬女子」4.3の順に1回目の測定平均値より2回目の測定平均値の方が上昇していた。しかし、その上昇の大きさについては、「経済」は距離が伸びているグループより距離が減少しているグループの方が、身体効率指数の「前期」より「後期」の上昇している値が大きい結果を得ているが、残りの3学部においては、やはり距離が伸びているグループより減少しているグループの方が身体効率指数の「前期」と「後期」の測定平均値の上昇の大きさが小さいことがわかった。これらの結果よりいえることは、 $VO_2 \text{ max}$ に値する1分間の距離が踏台昇降運動トレーニングを同じ条件で実施してきた者でも皆同様の結果を得て必ず伸びるとは限らず、又、身体効率指数がトレーニング効果を得て上昇傾向を示しているため、距離が伸びるものであるとはいきれないが、距離が減少している者は、身体効率指数の上昇傾向が小さいということがわかったことと、全員が距離を伸ばすことができるトレーニング効果を得るには、もう少し、強度を上げるか、あるいは長期間トレーニングを継続させなければならないのかというところに疑問が残ったところから、今回の結果からは、最大酸素摂取量と身体効率指数との相関に関しては、はっきりしたことがいえなかった。

要 約

今回対象者が選択者のみのため、サンプル数が各グループとも100名程度と前回までと比較して少ないが、むしろ、積極的に取り組んでくれて、「前期開始」より身体持久力が高いレベルにあり、回を重ねるに従ってトレーニング効果を顕著に示す結果を得ることができた。身体効率指数が上昇することは、効果を上げているということであるが、それだけでなく、「前期開始」時の値、つまりベースとなる値からトレーニングの実施により、どれだけ、伸びを見せたかに注目され、結論的にはベースとなる値が低い者の伸び率がより大きいことを示し、また、急激に伸びを見せた者が低下を示す場合は、低下する率も大きいことを示していることが証明され、そして平常脈へのトレーニング効果については、長期間のトレーニングを必要とし、運動終了後の脈拍についても、同一負荷を同一時間与えた結果やはり、能力の低い者程伸びを見せ、今回1年間のトレーニングにより、全ての学部において「前期開始」時においては、運動終了後3分～3分30

秒つまり3回目の脈拍を採取した結果、平常脈の70~75%の回復率であったものが「後期終了」時においては、平常脈の88~98%の回復率を見せて、週1回、高さ35 cm及び40 cmの台の昇降運動を120/分のテンポでたった3分間続けるといったトレーニングでも、一般学生には、循環機能への十分な刺激を与えることができ、身体持久力の増進への役割を大きく果たしているという証明を得ることができた。尚、最大酸素摂取量簡易テストの結果からは、全体としては、 $VO_{2\max}$ 100%に値する距離において、1回目の測定値よりも2回目の測定値の方が距離が伸びている者が約57%で距離が維持及び減少している者が、43%と、学部別に見ると減少しているのが「理・薬女子」のみという結果で、また5段階評価を見ても「劣る」に近い「やや劣る」から「普通」に限りなく近い「やや劣る」の位置に移動しているので、方向としては良い方向に向いていると考えて良いのではないかと評価しているが、踏台昇降運動テストの結果からの脈拍の回復率のように絶対的な効果を得ているという確信を持たたか否かについては、そうであるという自信を得るまでには至ることはできなかった。つまり最大酸素摂取量の簡易テストは、集団で行った為に、3分間の歩行及び走行を各テンポに合わせて実施させてはいたものの、歩幅の大きさ等については、各学生の要求度によって、多勢の流れに任せてしまうか否かで、微妙に変化し、測定値に大きな影響を与えるということを、十分に理解させてテストに望ませることが、重要なポイントであるのではないかと反省している点から絶対という自信が持てないところである。また短期間のトレーニングでは、平常脈と同様に十分な効果を得るには、不十分であるのかも知れないので、今後、このトレーニングをどの位の期間持続させれば、平常脈及び最大酸素摂取量にトレーニング効果を顕著に示す結果を得ることができるか、ということを経後の課題にしていきたいと思う。

参考・引用文献

- 1) 山地啓司著「心拍数の科学」、大修館書店、1981。
- 2) 城西大学保健体育研究室「生涯への体育・健康」、犀書房、1990。
- 3) H・ハリソン・クラーク著「保健・体育への測定の活用」、ベースボール・マガジン社、1977。
- 4) 猪飼道夫著「現代トレーニングの科学」、大修館書店、1968。
- 5) 猪飼道夫著「身体運動の生理学」、杏林書院、1978。
- 6) 畠山栄子「循環機能に関する研究（第1報~第4報）」、城西大学研究年報、1983~1991。