

# 循環機能に関する研究

—一般学生の検査による実態—

(第1報)

畠山栄子 横内靖典

## 緒 論

最近、特に本学学生の「体力」の衰えを感じられる。その事は、城西大学研究年報に掲載されている横内靖典氏の「本学学生の体力測定結果の一考察」の第一報より第四報の内容が明らかにしている。そこで「体力」とは何を意味しているかについて少し触れてみたいと思う。ここで云う体力とは、一般の人達が考えている、筋力や敏捷性がすぐれた事が体力があると云うのではなく、「体力 (fitness)」とは、有酸素性能力 (aerobic capacity)、つまり肺を通じて多量の酸素を取り込み、心臓と循環器系によって筋肉に供給し、そこでエネルギー産出のために酸素を用いるといった身体的能力を意味している。以上の事を解り易く云いかえれば、自分の身体にいかにか酸素を取り入れ、消費する能力があるかという事である。その生活に必要なエネルギーを生み出す為の酸素は呼吸する酸素の量にかかわり、その量は、各々の人によって限界がある。安静時の呼吸について考えてみると、それは、いつも身体にちょうど見合った一定量の空気を吸ったり、吐いたりして酸素を消費している。次に運動時においては、当然呼吸量が増してくる。そしてその量は、体力のある人と無い人によって変化する。体力のある人は、運動中により多くの空気をより長時間にわたって吸入し、より多くの老廃物を吐き出す事ができる。なぜならば、その人の肺をとりまく筋肉は、体力のない人と比べて、大きな作業が出来るように強化されているからである。また心臓においては、酸素に充満した血液を全身に送り出し、炭酸ガスに満ちた血液を身体組織より取り集めるといった全ての血管系統に血液を送る壮大なエンジンなのである。この心臓についてであるが、皆さんは最近何をして来たであろうか。恐らく何もしていない人が殆んどであると思われる。また、特別心臓について注目した人は、心臓疾患あるいはスポーツに関係している者以外においては皆無に等しいであろう。では、その心臓は、毎日何拍位脈を打っていると思いますか。規則的に運動して良いコンディションにある人は、毎分60もしくはそれ以下の安静時心拍数を持ち、運動しない非鍛練者は、約80拍位の安静時心拍数を持ち、それぞれの人が例えば24時間安静状態にあるとして考えてみると、鍛練者は毎分60と考え1日に8万6,400拍であ

り、非鍛練者は毎分 80 と考え 11 万 5,200 拍となる。以上のように完全な安静状態でさえも、心臓をあまり働かせていない非鍛練者は、鍛練者と比較し、毎日約 3 万回も多く打たせなければならない。しかし、1 日 24 時間完全に安静状態を保っている人は、だれもいない。とすれば、非鍛練者の心臓は、同一の活動に対して鍛練者より、はるかに速く多く脈を打たなければならない。ゆえに鍛練されている心臓は、1 回の収縮により多くの血液を送り出す事が出来るので、ゆっくり打つことが出来るのである。また健康な心臓は心拍数の最高は 1 分間に 190 またはそれ以下であり、鍛練度の低い心臓は、疲労困憊のような身体活動時において、毎分 220 拍以上にも達する。これは非常に生命に危険な程高いものである。では、この脈拍数が少ないという事は実際に何を意味するのかと云うと、それは、安静時には心臓の活動エネルギーを節約し、運動時には、速く打ちすぎると過度の疲労の危険性を防止し、自然の防御機構となることを意味するのである。そして最後に、心臓は、トレーニングすることによって、最大心拍数を少なくするばかりでなく、心臓自体を強化し、その結果最大に近い心拍数を長時間維持できるようになるのである。そこで本学の学生に対しても、循環機能の衰えている傾向が強く見られ、体力の無さを痛感したのであるが為に、本研究に於いては、毎授業の中で、最大酸素摂取量と高い相関が認められるところの 12 分間走を実施し、心拍数を追い、12 分間走を実施していないグループと、どの程度のトレーニング効果を見る事ができるか、踏台昇降運動を行ない、その結果より今後の学生指導に寄与するものである。

## 研究方法

### 1. 対象者

本学学生で体育実技を横内・畠山の授業を選択している学生総数 535 名である。そのうち年間 4 回の踏台昇降を全て受けている学生のみを対象とし、データが欠落及び不備な者は全て除外した。対象学生の内訳は表 1 のとおりである（表 1 参照）

表 1 対象者内訳表

対象者別 グループ別	全 体	男 子	女 子
12分間走実施グループ	165 <sup>(人)</sup>	118 <sup>(人)</sup>	47 <sup>(人)</sup>
12分間走非実施グループ	153	133	20
合 計	318	251	67

### 2. 実験期間

昭和 57 年度の体育実技授業時に踏台昇降運動を 4 回実施した。第 1 回目は、4 月の授業開始より第 2 週目の授業時、第 2 回目は、夏期休暇の 1 週前の授業時、第 3 回目は、夏期休暇終了後第 2

週目の授業時、第4回目は、12月の第2週目の授業時に実施した。

### 3. 測定項目

#### 1) 踏台昇降運動

被検者の男子は 40 cm、女子は 35 cm の高さの台を毎分30回のテンポで3分間昇降を繰り返す。運動後座位の姿勢で1分～1分30秒、2分～2分30秒、3分～3分30秒と3回脈拍を測定し、次の公式により身体効率指数<Physical Efficiency Index> (PEI) を算出し、心拍数の応答状態を調べ、心臓機能を判定しようとするもので、全身持久性 (endurance系) をテストする。

$$PEI = \frac{180 \text{ (秒)}}{(3 \text{ 回の脈拍数の合計}) \times 2} \times 100$$

尚、上記の公式より得た結果の判定基準は次の通りである。(表2参照)

表 2 PEI の判定基準表

PEI	体 調
90 以上	特 に 優 秀
80 ~ 89	優 れ て い る
65 ~ 79	平 均 よ り 高 い
55 ~ 64	平 均 よ り 低 い
54 以下	劣 っ て い る

### 4. 測定場所

城西大学体育館

### 5. 測定器具

踏台昇降台 (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)・ストップウォッチを使用。

## 結果と考察

今回は、体育実技の中で12分間走を実施したグループ男女と12分間走を実施しなかったグループ男女の4グループ別に、身体効率指数と平常脈に視点をおき、それぞれの平均値と標準偏差を表3、表4にまとめてみた。

#### 1. PEI 平均値によるグループ比較 (図1-1, 図1-2参照)。

平均値より12分間走実施グループ (以後「有」とする) と12分間走実施しないグループ (以後「無」とする) とを比較してみると、測定1回目は、「有」の方が男女共に平均値が上まわっており、2

表 3 表指数の平均値・標準偏差値一覧表

曜日	時限	12分間の 走無有	性別	標本数	測定1回目		測定2回目		測定3回目		測定4回目		
					$\bar{x}$	S. D	$\bar{x}$	S. D	$\bar{x}$	S. D	$\bar{x}$	S. D	
火	1	無	男	12	49.9	1.54	51.6	1.75	49.5	1.83	51.6	2.65	
			女	20	53.8	1.94	52.6	1.54	54.6	2.04	59.0	1.78	
	2	有	男	42	54.7	1.01	58.7	0.97	57.4	1.25	61.3	1.31	
			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		無	男	32	54.2	1.45	56.6	1.06	55.6	0.87	57.3	1.11	
			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	3	有	男	26	56.7	1.71	56.9	1.62	53.6	1.04	61.9	1.78	
			女	1	59.6	0.0	55.2	0.0	49.5	0.0	55.9	0.0	
		無	男	17	57.3	1.88	56.4	2.06	57.3	2.29	58.0	1.85	
			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	木	1	有	男	10	49.6	1.45	57.6	1.81	51.8	1.63	57.2	2.43
				女	29	53.6	1.28	57.2	1.12	54.3	0.95	56.4	1.43
2		有	男	21	55.7	1.62	55.2	1.31	52.5	1.28	56.1	1.58	
			女	6	51.6	1.55	58.6	4.68	56.5	2.59	55.1	3.18	
3		有	男	19	50.7	1.43	53.8	1.20	51.4	1.22	54.6	2.08	
			女	11	49.8	1.55	56.2	2.20	49.1	1.04	51.7	1.62	
金	1	無	男	20	56.1	1.63	60.8	2.25	61.5	2.07	60.7	1.80	
	2	無	男	26	54.6	1.91	57.5	1.59	58.0	2.22	59.1	1.85	
	3	無	男	26	54.6	1.60	57.1	1.31	56.1	1.36	59.2	1.57	
12分間走 有			全男	118	54.3	0.69	56.8	0.63	54.3	0.65	59.1	0.83	
12分間走 有			全女	47	52.6	0.93	57.1	1.05	53.3	0.80	55.1	1.08	
12分間走 無			全男	133	54.7	0.72	57.0	0.68	56.7	0.76	58.1	0.72	
12分間走 無			全女	20	53.8	1.94	52.6	1.54	54.6	2.04	59.0	1.78	

回目は、男子の「無」がわずかに上まわり、女子においては「有」が大きく上まわっている。しかし男子において、1回目と2回目の平均値の「のび率」をみると、「有」の方が「無」よりものびており、女子についても「有」の方が大きくのびている。これは、「有」のトレーニング効果があったと云うことを物語っていると思われる。次に3回目をみると、男子において、両グループとも2回目の値より下っており、特に「有」は1回目の値と同値を示している。この現象は、夏期休暇の過ごし方を物語っていると思われる。なぜならば、この3回目の測定は、夏期休暇明けに実施され、そこで夏期休暇中も12分間走を実施した学生を調べた結果、皆無であっ

表 4 表平常脈の平均・値標準偏差値一覧表

曜日	時 限	12走無 分の 間有	性 別	標 本 数	測定 1 回目		測定 2 回目		測定 3 回目		測定 4 回目		
					$\bar{x}$	S. D	$\bar{x}$	S. D	$\bar{x}$	S. D	$\bar{x}$	S. D	
火	1	無	男	12	41.1	1.86	43.8	1.77	45.3	2.19	42.8	1.66	
			女	20	37.6	0.95	39.2	1.32	40.3	0.95	36.8	0.78	
	2	有	男	42	37.3	0.75	37.6	0.73	37.1	0.69	34.4	0.68	
			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		無	男	32	36.6	0.75	39.8	0.76	39.4	0.66	39.5	0.92	
			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	3	有	男	26	37.6	0.89	40.7	1.04	42.9	1.19	37.6	1.00	
			女	1	34.0	0.0	44.0	0.0	36.0	0.0	38.0	0.0	
		無	男	17	39.3	0.96	41.2	1.13	37.6	1.23	35.7	0.67	
			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	木	1	有	男	10	39.2	1.35	37.8	1.55	40.7	1.79	36.0	2.14
				女	29	39.9	1.08	38.1	0.83	39.4	0.83	39.0	0.76
2		有	男	21	36.6	1.31	40.5	1.13	38.3	1.25	36.9	1.39	
			女	6	38.0	1.64	38.0	2.24	36.7	2.00	38.7	2.02	
3		有	男	19	40.8	1.57	42.6	0.89	44.6	1.46	40.9	1.49	
			女	11	40.7	1.09	39.0	1.71	42.5	1.93	41.1	1.73	
金	1	無	男	20	39.1	1.24	37.8	1.27	37.4	1.21	39.6	1.49	
	2	無	男	26	37.5	1.01	40.4	1.31	38.0	1.28	36.8	0.96	
	3	無	男	26	40.5	0.84	40.7	1.25	42.3	0.96	38.3	0.86	
	12分間走	有	全男	118	38.0	0.51	39.6	0.48	40.1	0.58	36.8	0.54	
	12分間走	有	全女	47	39.7	0.76	38.4	0.72	39.7	0.78	39.4	0.68	
	12分間走	無	全男	133	38.6	0.44	40.4	0.50	39.7	0.51	38.5	0.46	
	12分間走	無	全女	20	37.6	0.95	39.2	1.32	40.3	0.95	36.8	0.78	

た。このことから、毎授業の12分間走の効果を大きく示されたと云える。尚、女子については、「有」は男子と同じ傾向を示しているが、「無」は逆に平均値が上っていた。4回目については、男子は当然のごとく「有」が「無」を上まわり、夏期休暇後の効果を示していた。次に女子については、予想した結果と異ったものを得たので「無」のグループを詳しくみると、このグループは、他のグループに比較して、運動クラブに入っている者の割合が多かった。そして、それらの学生の PEI の値をみると、それぞれ60点以上を得ており、一般学生の値より、はるかに高い値を示していた。尚、それらの学生は、体育の授業以外にもトレーニングの機会が多く、特

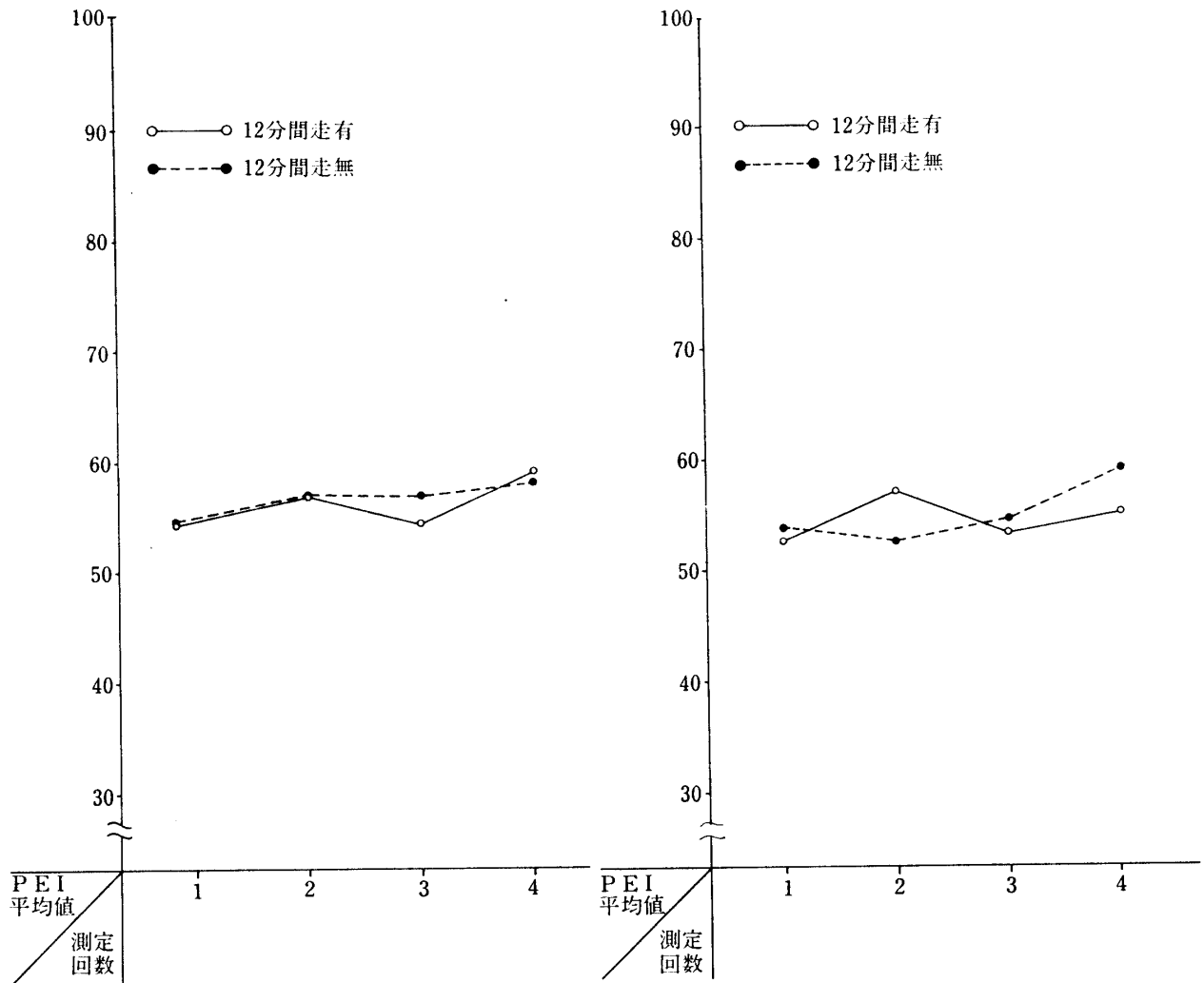


図 1-1 男子の PEI 平均値による12分間走有無比較

図 1-2 女子の PEI 平均値による分間走有無比較

に夏期休暇には、一般学生は殆んどトレーニングをしていないのに比べ、授業が行なわれている時期以上にトレーニングの量が増えている事から、3回目、4回目のそれぞれの値が大きくなっており、これらの学生の値が含まれている為、平均値やのび率に大きく影響を与えており他のグループと異った結果を示していると思われる。

## 2. 平常脈の平均値によるグループ比較 (図2-1, 図2-2参照)

平常脈においても PEI と同様に比較してみると、1回目は、男子においては、「有」より「無」の方が高い値を示しており、女子においては「有」の方が高い値を示している。2回目は、男子については、1回目と同じ傾向を示しており、女子については、「有」が低い値を示している。このことは、「有」のトレーニング効果を示していると考えられる。3回目においては、男子は「無」の値が下がっているのに「有」は再び上ってしまっている。この傾向は、PEI と同じ理由により示されていると考えられる。女子は、両グループともに多少、値が上っている。4回目

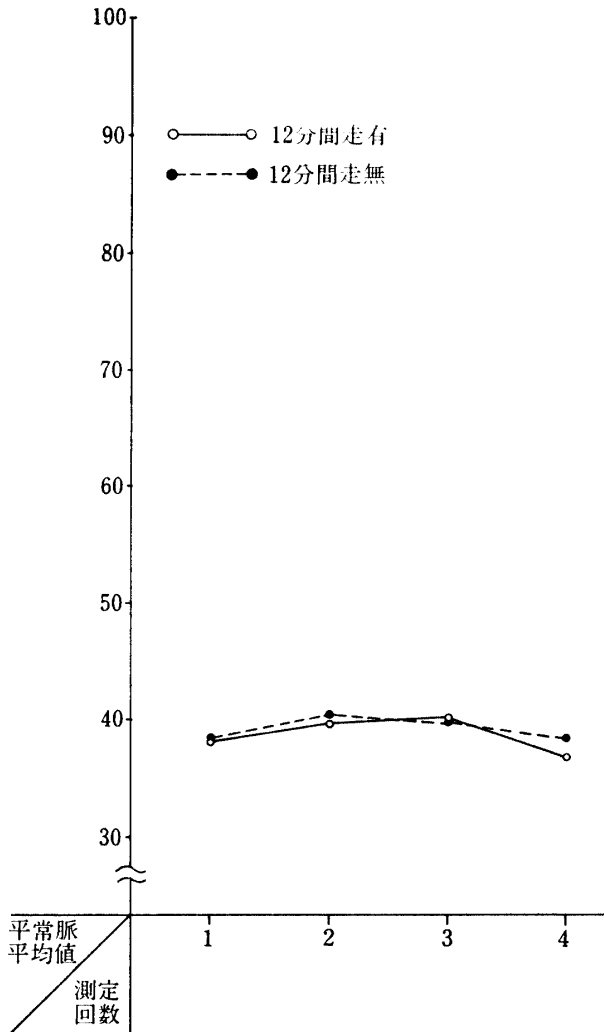


図 2-1 男子の平常脈平均値による12分間走有無比較

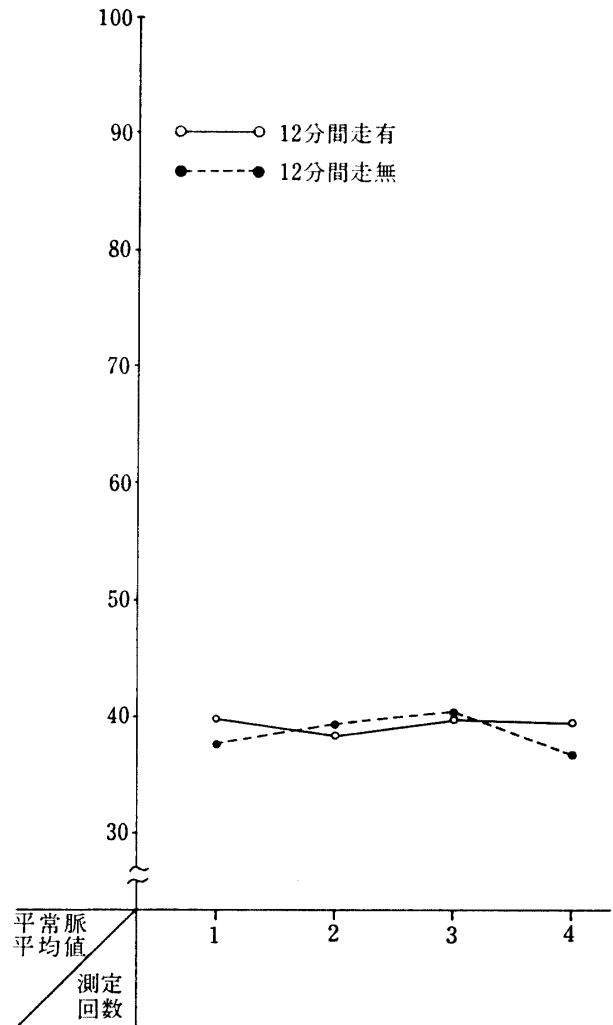


図 2-2 女子の平常脈による12分間走有無比較

おいては、男子の「有」が大きく下っている。尚、「無」の女子についても「有」の男子と同値を得て、大きく下っている。男子のこの傾向は、毎授業の際の12分間走によるトレーニング効果を意味するものであると思われるが、女子のこの傾向は、PEIと同じ理由により、「有」のグループより、よい結果をもたらしたものと思われる。

次に、PEIと平常脈の結果を測定回数ごとに10刻みに階級を設け、「有」、「無」の男女別に分布状態をパーセンテージにより、みることにした。それぞれを表5、表6に一覧表を作成した。

### 3. PEIの分布による結果(図3-1, 2, 3, 4参照)

ここで分布を各階級毎にみても、まず、「31~40」の分布状態は、1回目は、「有」、「無」の男子のみが分布しており、2・3回目においては、男女とも「無」が分布している。4回目は、全てのグループが消えており、効果がみられた。

「41~50」は、1回目は男女とも全てのグループが同じ割合に分布しており、2回目は、女子の「無」が最も多く、次いで男子の「無」、そして男女共に「有」が同値で下位を占めている。

表 5 PEI による分布一覽表

測定回数	1 回 目					2 回 目					3 回 目					4 回 目								
	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %
12分間走の有無	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %	31 %	41 %	51 %	61 %	71 %	81 %
12分間走 有	118	32	29	15	3	0	0	17	54	23	3	1	0	28	52	14	3	0	0	12	51	24	6	5
12分間走 無	133	31	50	13	5	2	1	20	50	26	4	2	1	23	53	14	8	2	0	21	43	28	8	1
12分間走 有	47	0	30	60	6	4	0	17	51	26	6	0	0	34	55	11	0	0	0	23	55	15	4	2
12分間走 無	20	0	30	55	5	10	0	35	50	5	5	0	5	40	40	5	10	0	0	10	55	15	20	0

表 6 平常脈による分布一覽表

測定回数	1 回 目					2 回 目					3 回 目					4 回 目									
	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %
12分間走の有無	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %	30 %	31 %	41 %	51 %	61 %
12分間走 有	118	6	70	19	3	0	4	54	36	3	0	4	50	36	7	0	10	65	20	3	0	0	0	0	0
12分間走 無	133	6	61	32	2	0	4	47	44	6	0	5	50	43	2	1	5	62	32	2	0	0	0	0	0
12分間走 有	47	2	53	43	2	0	6	60	34	0	0	4	45	49	2	0	4	57	36	2	0	0	0	0	0
12分間走 無	20	15	55	30	0	0	0	60	35	5	0	5	45	5	0	0	5	80	15	0	0	0	0	0	0



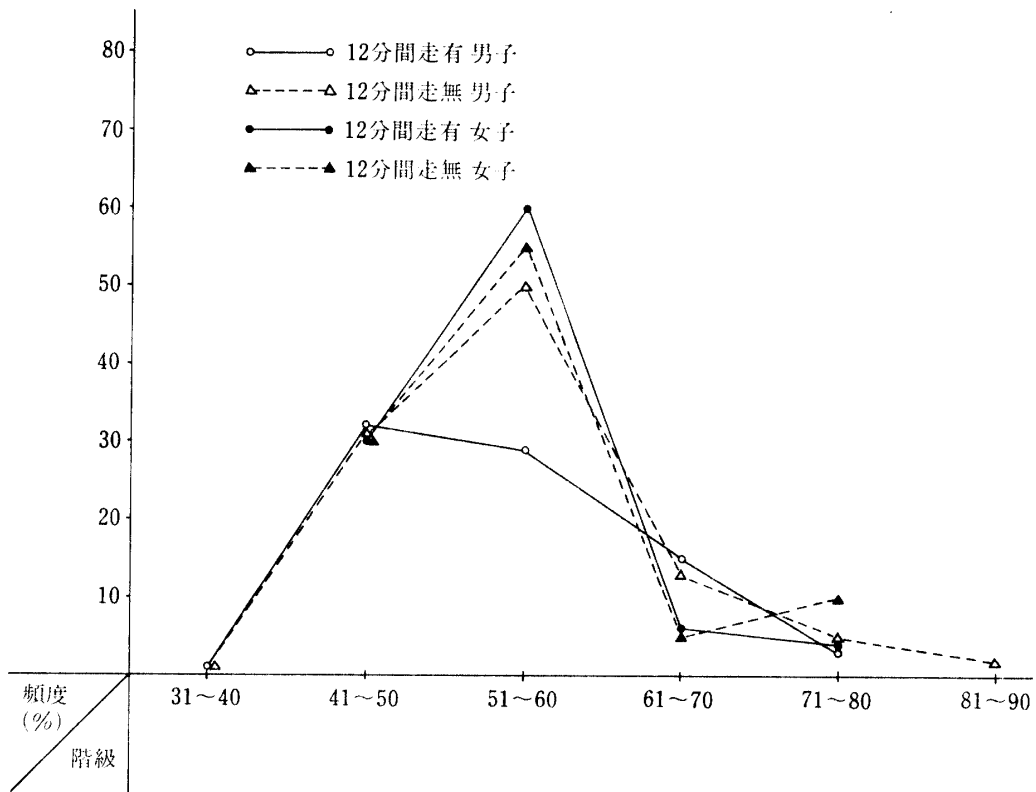


図 3-1 踏台昇降運動測定 1 回目の PEI 分布

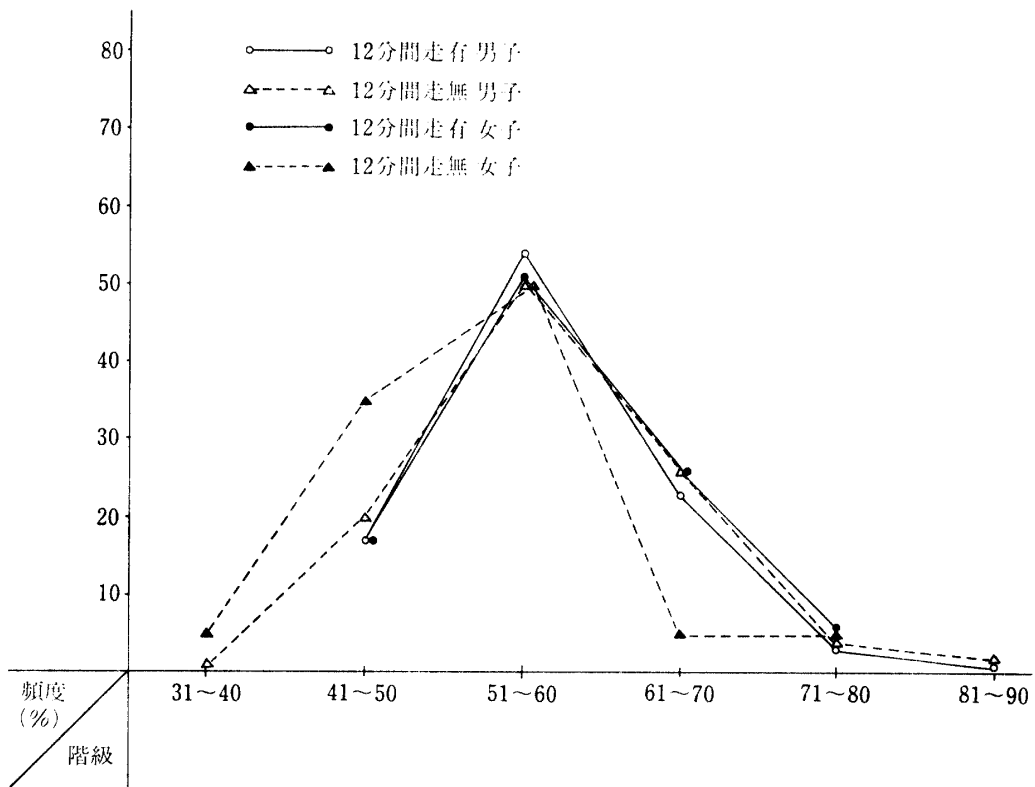


図 3-2 踏台昇降運動測定 2 回目の PEI 分布

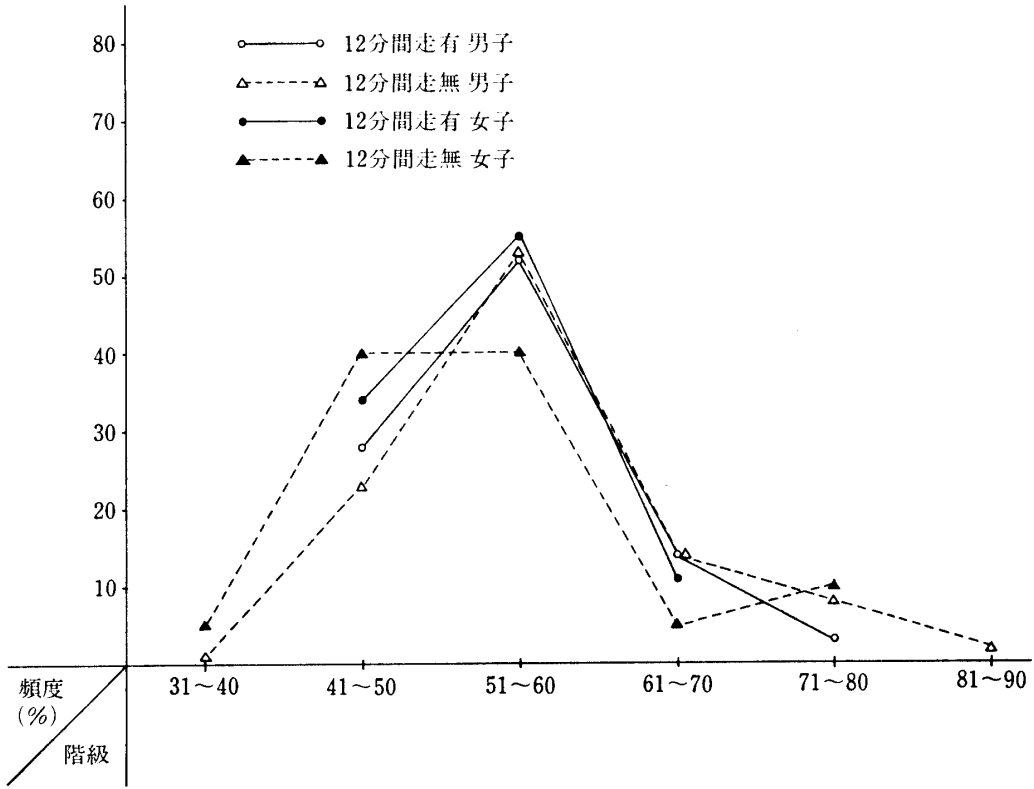


図 3-3 踏台昇降運動測定 3 回目の PEI 分布

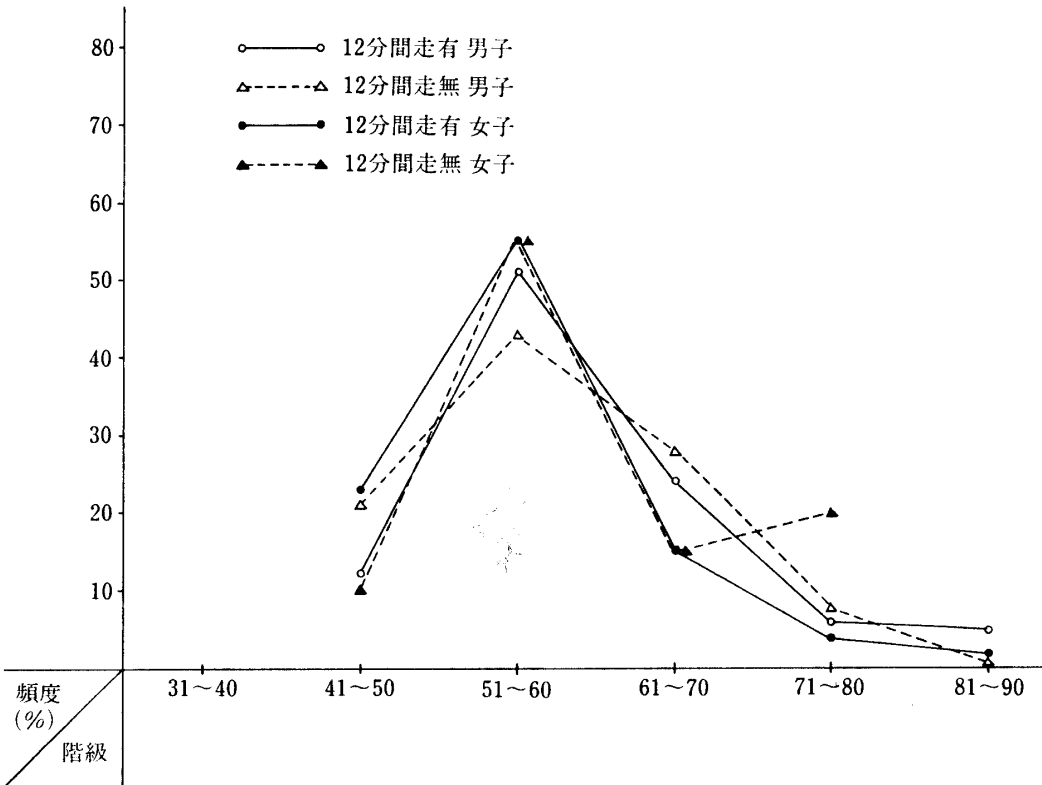


図 3-4 踏台昇降運動測定 4 回目の PEI 分布

この回に於いては、効果を顕著に示している。3回目に於いては、一番多いのが「無」の女子で、それと対比的に「無」の男子が一番少ない位置にいる。そして「有」においては、女子が2位、男子が3位を占めており、ここでも夏期休暇中のトレーニング不足を示している。4回目は、「有」の女子と「無」の男子が同じ位で位置しており、前の2グループの半数で、「有」の男子、「無」の女子の順になっている。この回では、全体的に減っている傾向を示している。

「51~60」は、「有」「無」とともに女子が上位を占めており、「有」の男子が、はるかに少ない。2回目は、1回目と逆で「有」の男子が一番多く、次いで「有」の女子で、次に「無」の男女が同値で並んでいる。この回は特に「有」のトレーニング効果を大きく示している。3回目は、やはり「有」の女子がトップで、次いで、「無」「有」の男子であるが、これらにおいては、あまり大きな差は、みられない。次に4回目においては、やはり、「有」「無」の女子が一番多く次に「有」の男子の順になっている。ここでも多少の効果を得ているように思われる。

「61~70」は、1回目においては、男子と女子が同じ様な傾向で「有」「無」の順に位置している。2回目は、「有」の女子と「無」の男子が同傾で一番多く、次いであまり差がなく「有」の男子が位置している。そして、「無」の女子がはるかに低い値で位置している。3回目には、2回目で多い値を示していたグループが減少しており、ここでも夏期休暇の影響を受けていると思われる。そして4回目においては、全体的に増えており、効果があった様に思われる。しかし、2回目と4回目を比較してみると、やはり2回目が一番トレーニング効果があったという事を顕著に示されている。

「71~80」では、1回目は「無」の女子が他の3グループより目立って多く、次いで、「無」の男子、「有」の女子、男子の順である。2回目は、「有」の女子が一番上位となり、「有」の男子には、あまり効果をみる事が出来ないようである。そして3回目においては、やはり「無」の方が高い値を示している。4回目も「無」の方が多いが、多少「有」の男女とも、増えているようである。

「81~90」は、1回目は「無」の男子のみで、2回目は「有」の男子が現われて効果のある事を示している。3回目は、やはり「無」の男子のみで、4回目においては、男女共に、「有」にも現われ、そして、なおかつ、「有」の男子が一番多く、次いで「有」の女子が大きな効果を示している。以上より各段階毎に追ってみると、やはり、どの段階とも2回目、4回目には、男女共に「有」のグループのトレーニング効果を示していると云える。

#### 4. 平常脈の分布による結果 (図4-1, 2, 3, 4参照)

平常脈も PEI と同じ様にしてみると、まず、「30以下」に分布している人は、1回目は、「無」の女子が一番多く、次に男子の両グループが同値で位置しており、「有」の女子が一番少ない傾向を示している。2回目は、1回目の時、一番多い値を示していた「無」の女子が0で、一番少なかった「有」の女子が一番多く、男子においては、両グループとも同値で減っている。ここで

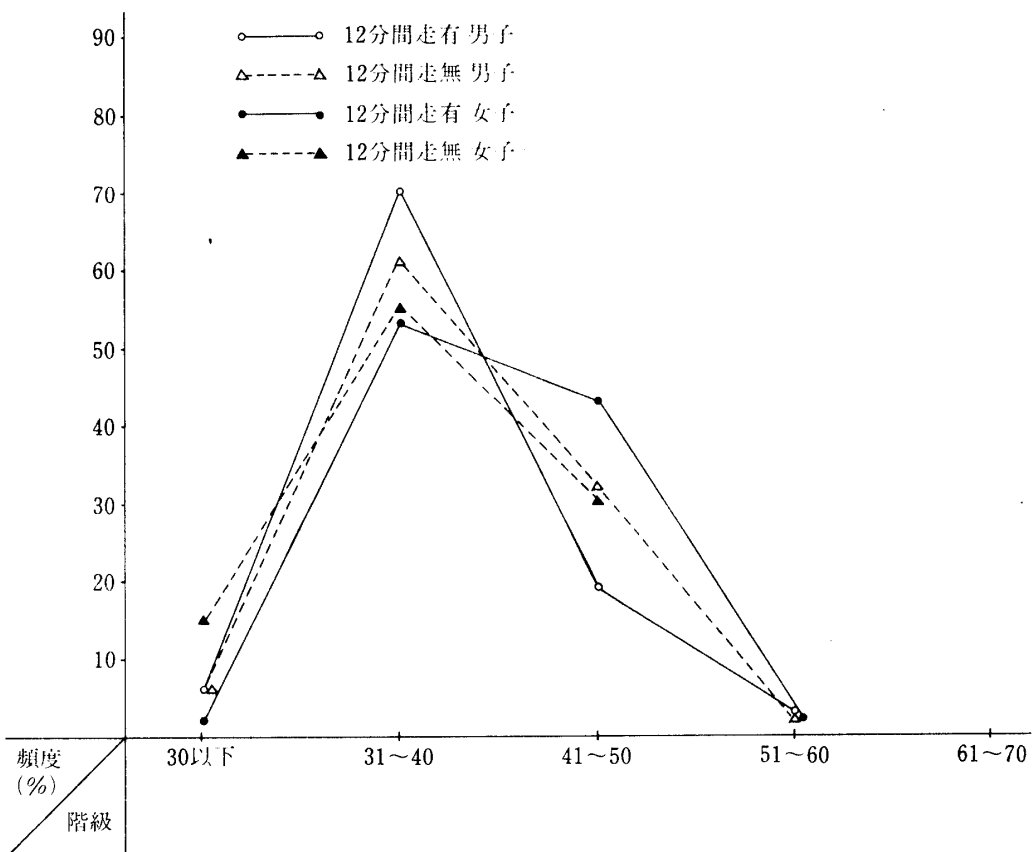


図 4-1 踏台昇降運動測定 1 回目の平常脈分布

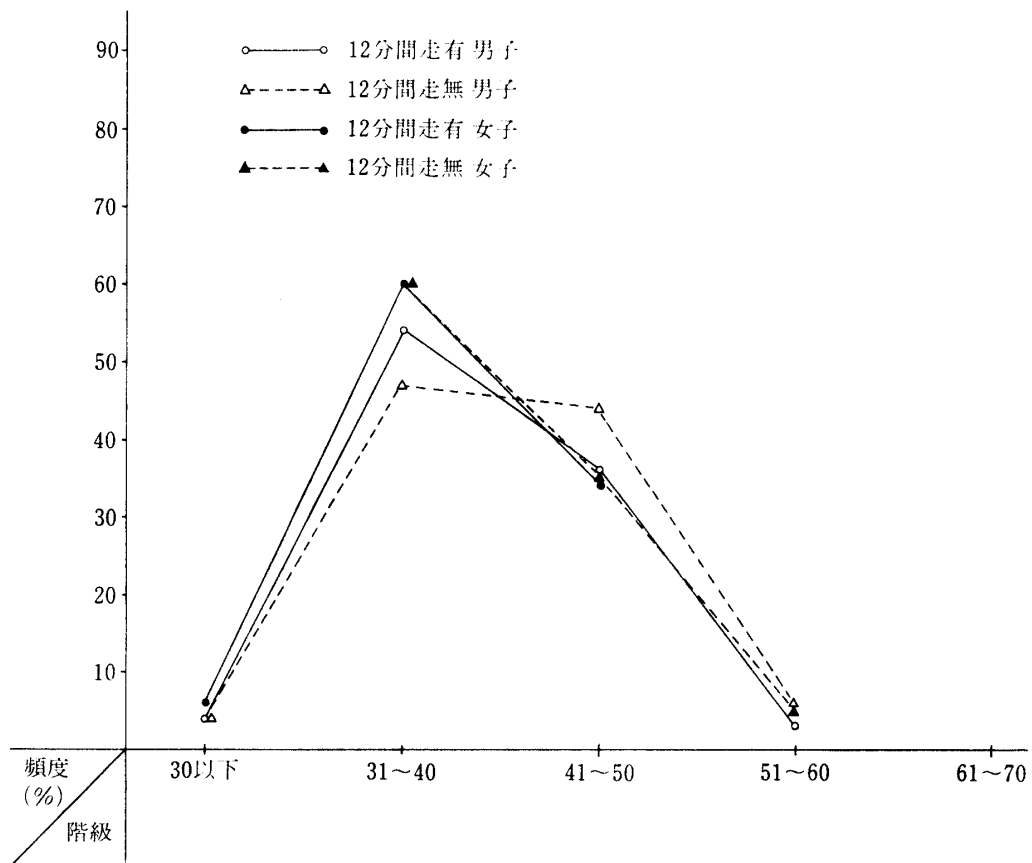


図 4-2 踏台昇降運動測定 2 回目の平常脈分布

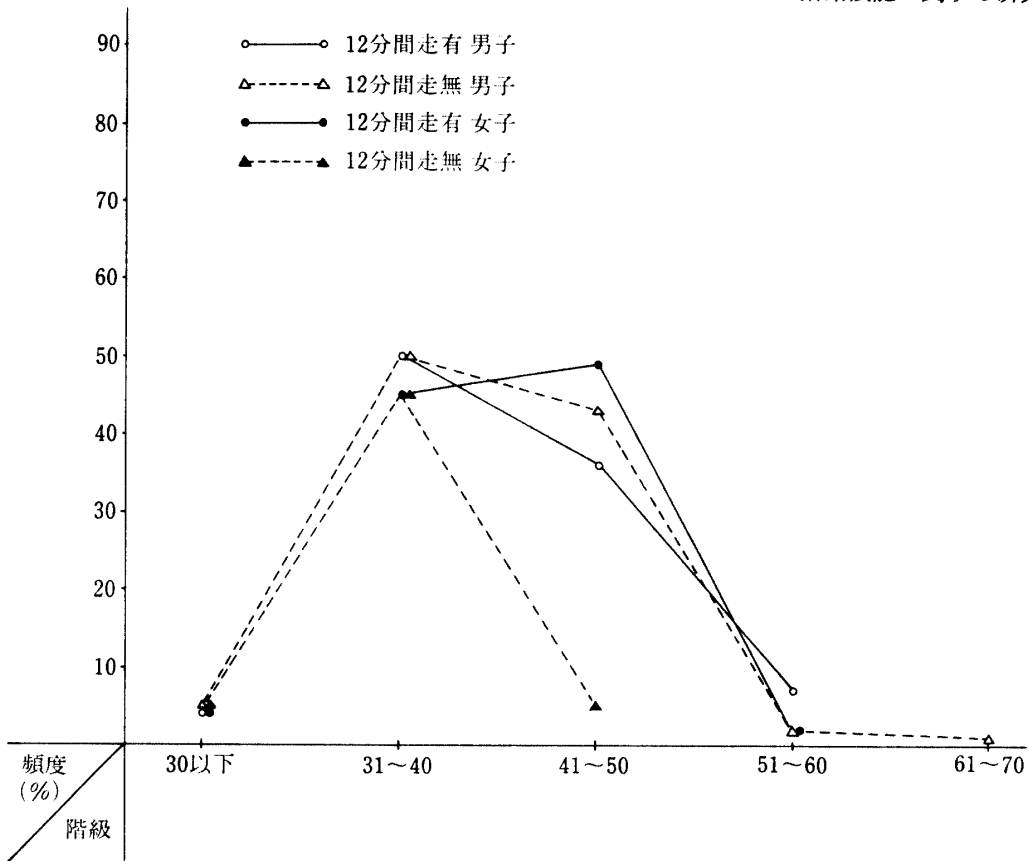


図 4-3 踏台昇降運動測定 3 回目の平常脈分布

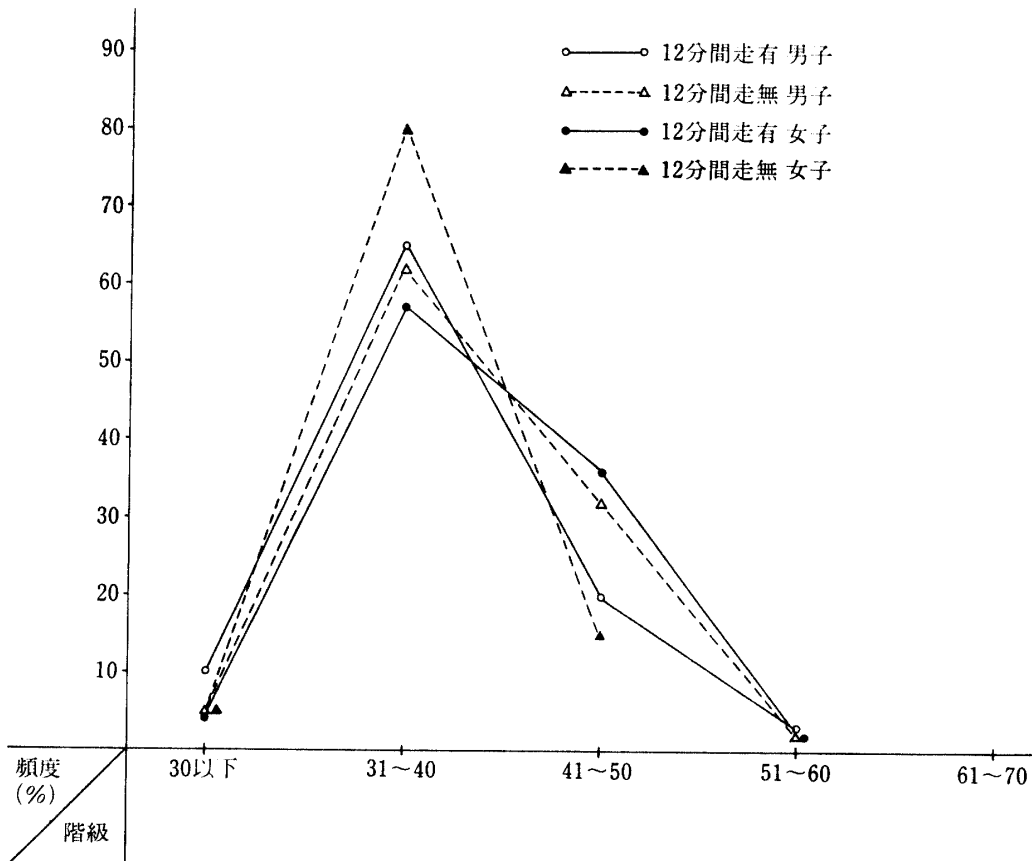


図 4-4 踏台昇降運動測定 3 回目の平常脈分布

は、「有」の女子が多少の効果を示している。3回目は、男女共に「無」がわずかの差で上まわっている。4回目は、「有」の男子が大きく効果を示して一番多い値を示している。後の3グループにおいては変化がみられなかった。

「31~40」は、1回目には、「有」の男子が一番多く、「有」の女子が一番少ない傾向を示している。2回目は、女子が両グループとも同値で増えており、男子は両グループとも減って来ている。3回目は、全グループとも同じ傾向を示している。4回目には、全グループが増えており、特に、「無」の女子が大きく増えている。

「41~50」は、1回目において、「有」の女子が一番多く、そして、「有」の男子が一番少ない傾向を示している。2回目は「有」の女子のみが減少し、良い傾向を示しているが、他のグループは増えている。3回目は、「有」の男子のみが変化なく、他の3グループは増えており、ここでも、夏期休暇の影響を受けていると思われる。4回目は、やはり「有」の男女が良い傾向を示して、減っており12分間走の効果を見せている。

「51~60」は、1回目では、「有」の男女と「無」の男子が、だいたい同じ位のところに位置している。2回目は、「有」の男子は変化なく、女子が消えて、「無」では多少増えている。ここでも「有」の女子が効果を示している。3回目は、やはり「有」の男女とも、あまり良くない傾向を示している。4回目は、「有」の男子のみが、多少効果を示して減ってきている。他のグループは変化をみない。

「61~70」では、1・2・4・回目とも0で、3回目の「無」の男子のみが存在している。以上の結果をみても、平常脈において、全体が多少左よりの傾向をみせており、このことは、12分間走を実施し、そのトレーニング効果をわずかながら見ることができたと思われる。尚、夏期休暇後の測定3回目については、PEIも平常脈についても、あまり良い傾向がみられなかったので、今後、夏期休暇の過ごし方などについても、何かトレーニングをする様に指示を与えて、指導していくべきであると考えた。

## 要 約

今回は、体育実技の毎授業時に12分間走を取り入れ、4月の授業開始より夏期休暇までと、夏期休暇終了後の9月の授業開始より12月の冬期休暇に入るまで実施してきて、そのトレーニングの効果が、どの程度みる事が出来るか、各休暇に入る前と休暇終了後に年間4回の踏台昇降運動を実施し、その結果から身体効率指数と平常脈の平均値より12分間走を実施していないグループと比較してみた。その結果、踏台昇降テストの2回目と4回目に、トレーニング効果を示している傾向を顕著に現わしており、特に12分間走を実施していたグループについては、非常に良く現われていた。尚、今回は、平常脈や踏台昇降運動を測定するについて、授業開始前の休憩時間に

体育館内で運動をしており、十分な休息が取れず、完全な安静状態を保ってから測定するのがむずかしく、特に平常脈などは、多少高い値を示していたのではないかと思われる。しかし、このような条件下においても、予想通りの結果を得ることができ、もう少し、条件を整えて測定すれば、より12分間走実施に関する効果が顕著に現われる事と思われる。尚、これらの結果より得たトレーニング効果というものを基に、更に学生の体力増進させるべく、体育実技の授業を充実させていく様努力していきたいと思う。

#### 参考・引用文献

- 1) H・ハリソン・クラーク著，保健・体育への測定の活用。
- 2) ケネス・H・クーパー著，エアロビクス。
- 3) P.-O，オスランド，K. ラダール著，運動生理学。
- 4) 横内靖典，本学学生の体力測定結果の一考察（第3報），城西大学研究年報，1981。
- 5) 横内靖典，本学学生の体力測定結果の一考察（第4報），城西大学研究年報，1982。