

トレッドミル法による 持久性測定に関する研究 (そのⅡ)

(回復過程時の姿勢の影響について)

長 嶋 次 男
藤 松 博

緒 言

トレッドミル法による持久性測定の方法として現行の方法に2通り考えられる。即ち、一定の強度の負荷に対する継続時間による方法と、ある強度の負荷後の回復過程における生理的变化様相から、負荷に対する適応性を探索せんとする方法である。

後者の場合、理論的には Cureton T.K. の云う、¹⁾「持久性能力は、一定の強度の負荷に対する作業可能な持続時間である」との考え方を、測定の経済的条件を考慮に入れた方法であり、負荷後の static な状態で二次的観察を行ない持久性を推察しようとするもので、基本的には、全く同じ考え方から出発しているものと思われる。即ち、極めて限られた時間内に限界負荷を与え、各機能をオールアウトかもしくは、ニヤオールアウト近くまで追いこみ、その後の生理変化を追跡して各機能の回復効率から、持久性を判断するものと思われる。しかし、この方法の場合多くの困難な問題が残る。① 負荷量の処方、② 負荷の継続時間、③ 回復過程時の条件の相異、④ 回復時の生理変化の推移を持久性とを結びつける理論的根拠とその方法などがそれである。

我々の研究室でも、昭和38年以来この問題を取りあげ研究を続けて参り

ましたが、現在までのところ、経済的負荷の処方に関する面である程度の結論を発見するにいたったが、今回は、その第2段階として、回復過程の条件、特に姿勢条件をテーマとして調査をいたしましたのでご報告申し上げます。

回復時の姿勢が回復効率に影響を与えるか否かについて、調査の必要を感じたのは、循環機能を中心にして持久力測定を行なった場合に野外でのテレメーターを利用した測定と、研究室内でのトレッドミルを使ったのそれとは、同じようにオールアウト近くまで追いこんだ後の回復様相に極めて大きな個人差がある点に気づいたからである。これは他にも種々の要因があると思われるが、主たる要因としては姿勢の相異にある様に思われた。即ち、野外の場合、オールアウト後の姿勢は個人の最も楽だと思われる姿勢をいちはやくとるのに対し、トレッドミル法の場合では、限られた環境にある為、ほとんどの場合、脚座位の姿勢をとっている。そこで今回の調査のために pre-test として、個人別の回復姿勢を① 立位、② 座位、③ 仰臥位、④ ジョッキングと4種の方法を用いて調べた結果、明らかに変化のあることを発見したのでこれを多くの測定項目を用い多面的に追求をすることにした。

また、この個人差の生ずる原因が単純な姿勢変化によるだけのものか、それとも現在までの生活習慣などの他の要素が内在するのについても調査の必要性を感じた。

即ち、被検者の中には、毎日陸上長距離選手のようなインターバル走様式のトレーニングをしている者も居るし、体操、弓道などのように比較的休息時の姿勢に座位を多く用いているようなトレーニングをしている者も居る。トレーニング方式の相異から来る、回復姿勢の習慣化の影響がどの程度のものかも合わせ調査する必要を感じた。今回は、こうした問題を次の2点にしぼって調査をいたしました。

- ① トレッドミル法での回復姿勢は現行の座位で良いのかどうか。
- ② トレーニング方式の相異が個人差の上に与える影響についての探索次に現在までの調査結果を報告いたします。

実験方法

① 負荷条件

運動負荷の方法では、トレッドミルを用いた。負荷条件は、安全速度を考慮にいれて、200m/min、5分の負荷でこれを行なった。持久性測定の仕事量としては軽る過ぎると思われるが、²⁾ 今回は姿勢変化による個人差を中心的課題としているので、循環、呼吸の各機能が負荷によってある程度の適応変化を起こす程度の負荷量で可とした。

被検者には、オーミングアップを兼ねて、十分のトレッドミル走を行なわせた。また180m/min程度の低速度の場合、トレッドミル速度針の指針が条件速度を示していても、被検者の体重抵抗によって若干の変化を来たすので、これを補正して行なった。

② 被検者

被検者群一覽表

	氏名	年齢	身長	体重	胸 囲	座 高	体表面積	肺活量	握力(右)	握力(左)	背筋力
陸上 長距離	Y.K.	22	158.4	47.0	82.0	87.0	1.464	3400	40	37	119
	T.I.	21	164.5	57.0	90.0	88.0	1.634	4260	46	47	158
	T.O.	18	160.0	52.5	83.0	87.0	1.546	4000	41	36	110
	T.I.	20	164.7	58.0	92.0	90.0	1.647	4200	52	45	160
	T.K.	19	164.5	57.0	87.0		1.632	4250	50	43	117
	M.T.	19	166.2	53.0	85.0		1.596	4000	51	41	150
陸上 投てき 短距離	K.M.	21	167.5	62.0	96.0	88.0	1.712	5200	60	60	240
	K.Y.	19	166.9	62.0		91.2	1.714	5600	56	44	154
	M.I.	19	169.8	67.0			1.790	4850	47	50	
	T.A.	19	176.0	72.5	98.5	95.0	1.901	5300	66	69	190
	S.K.	19	164.7	70.0	99.0	88.0	1.794	4400	55	50	220
体操 (器械)	T.U.	18	172.0	67.0	93.0	93.0	1.8075	4800	50	55	170
	I.A.	19	158.0	53.0	87.0		1.532	3800	47	43	150
	T.N.	19	167.2	65.0	94.5	89.0	1.748	4800	44	44	180
	T.H.	18	160.0	53.0	91.0	89.8	1.552	3350	36	38	155
	A.H.	18	161.0	53.0			1.585	3850	44	40	140
	K.U.	19	160.0	59.0	93.0	87.0	1.625	4450	50	48	162
球 技	M.S.	20	171.0	63.0	91.0	92.0	1.753	4200	50	40	140
	T.S.	21	176.0	70.0	94.0	93.0	1.872	5140	46	49	150
	S.H.	21	170.5	64.0	92.0	92.0	1.770	3700	48	42	125
	A.K.	20	160.0	52.0	86.0	84.0	1.539	3300	40	36	130
	M.K.	19	164.0	62.0	89.0	88.0	1.6895	3600	42	42	164
文化 部員	T.A.		157.3	50.0			1.496	3300	38	42	120
	K.F.	19	162.0	51.0	88.0	87.0	1.541	3700	55	45	140
	T.O.	18	166.5	55.0			1.624	4000	45	42	140

被検者は、トレーニング様式の影響についての調査も合わせ行なうためにグループ別にした。即ち、

(1) 陸上競技グループ 11名 (長距離6, 短距離・投てき5)

- (ロ) 球 技グループ 5名 (ハンドボール1, バスケット2)
(サッカー1, 卓球1)
- (ハ) 体操競技グループ 6名 (器械6)
- (ニ) 対 照グループ 3名 (文化部員3)

いずれも中京大学学生を使い、各グループとも経験年数5年以上の選手をこれにあてた。

③ 回復時の姿勢（体位）条件

負荷後の回復体位を立位 (Standing), 座位 (脚座位) (Sitting), 仰臥位 (Supine Posture) の3種にわけ、個人別の回復効率の比較を行なった。また参考までに許されるまでの範囲内で軽いジョックの回復についても調査したが、他の方法と条件が異なるので今回は参考記録にとどめた。

④ 測定項目

① 動脈血圧の測定

血圧測定には聴診法を用い、Riva-Rocci 型血圧計によって、右上腕動脈圧を常に心臓の高さで計測するように心掛けた。

安静時の値については、トレッドミルのオーミングアップ以前に、各体位毎にこれをとらせ、血圧の安定するまで数回これを行なった。回復時の値は、負荷中止後、直ちに各々の回復姿勢をとらせて、1分間隔で15分間測定した。血圧の回復様相の追跡指標としては、(i) 最高血圧回復率、(ii) 脈圧増加率を求めた。則ち最高血圧増加率は、安静時の値を0%とした場合の回復時、各時点の最高血圧を百分率で示したものである。脈圧についても同じようにした。

$$\text{最高血圧増加率} = \frac{\text{回復時最高血圧} - \text{安静時最高血圧}}{\text{安静時の最高血圧}} \times 100$$

$$\text{脈 圧 増 加 率} = \frac{\text{回復時の脈圧} - \text{安静時の脈圧}}{\text{安静時の脈圧}} \times 100$$

② 心拍数測定

負荷前、中、回復時にわたって、心拍数測定をするために、福田エレクトロ製、2チャンネル心電計によって、³⁾ 胸部有線誘導によって心電図を記録し、V₂ V₄ の誘導記録のR—R棘波を計測し、各時点の心拍数の変動経過を観察した。観察の指標には、増加率、回復率を算出した。即ち、

$$\text{心拍数増加率} = \frac{\text{運動中の心拍数} - \text{安静時心拍数}}{\text{安静時心拍数}} \times 100$$

$$\text{心拍数回復率} = \frac{\text{負荷直後の心拍数} - \text{各時点での心拍数}}{\text{負荷直後の心拍数} - \text{安静時心拍数}} \times 100$$

またリードは、特殊患者⁴⁾用リード線を用い胸骨誘導で行なった。極は小銀板で出来ておりコロジオンで固定し更にバンソーコーで固定させた。計測間隔は、30秒毎に記録した。

③ 呼吸量と酸素摂取量の測定

上記血圧，心電図の計測記録と平行して呼吸量，酸素摂取率，炭酸ガス排出量の測定を行なった。これらは Douglas Bag 法で行ない安静時，負荷中，回復時とも1分間隔で採取，計測した。

ガス分析についても同様に毎回採気の中から，サンプリングをして実施し，分析には Godart の呼気ガス分析器を用いた。変化様相指標としては，酸素摂取率を用いた。

$$\text{酸素摂取率} = \frac{\text{毎分酸素摂取量 (cc)}}{\text{毎分呼吸量 (ℓ)}}$$

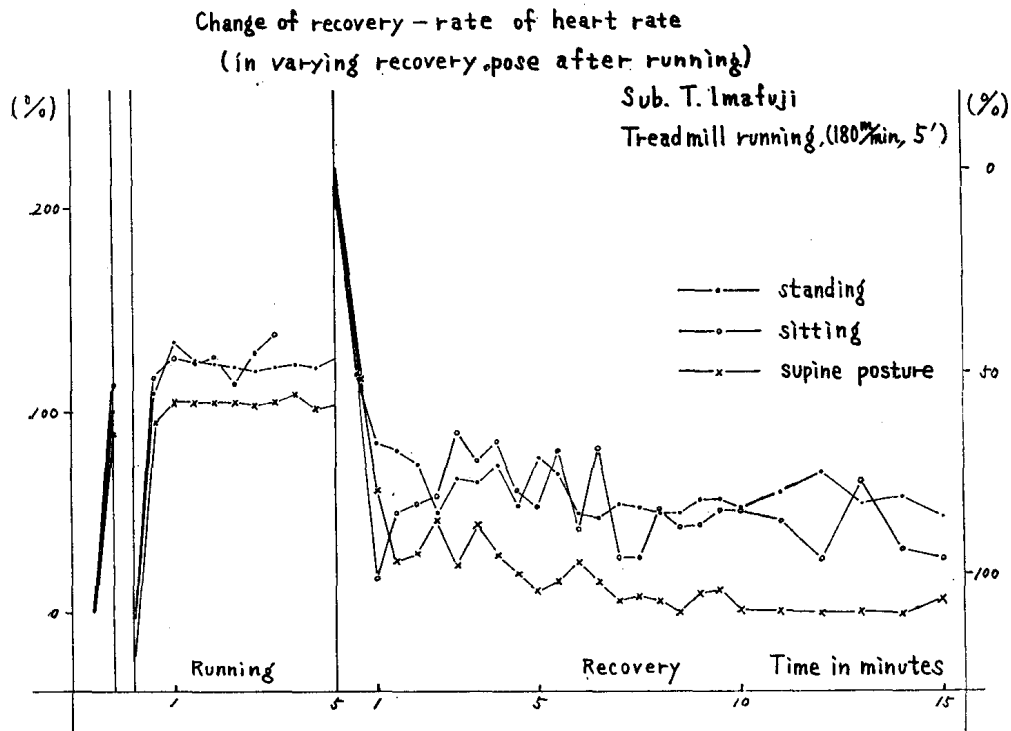
測定結果

① 回復時の姿勢（体位）変化による，群別に抽出した被検者による一般的傾向について

(a) 心拍数の推移について

トレッドミル負荷による心拍数変動を安静時を基準とした百分率で示せば，負荷によって，心臓が安静時に比較して，どのくらいの活動水準に達しているかを示すことが出来る。（即ち，トレッドミル負荷によって加えられた仕事量に生体が対応する最高の変化値（適応値）と安静値との間を百分率で示せば，その仕事量に対する個人別回復効率を求めることが出来る。以後これを回復率とする。）

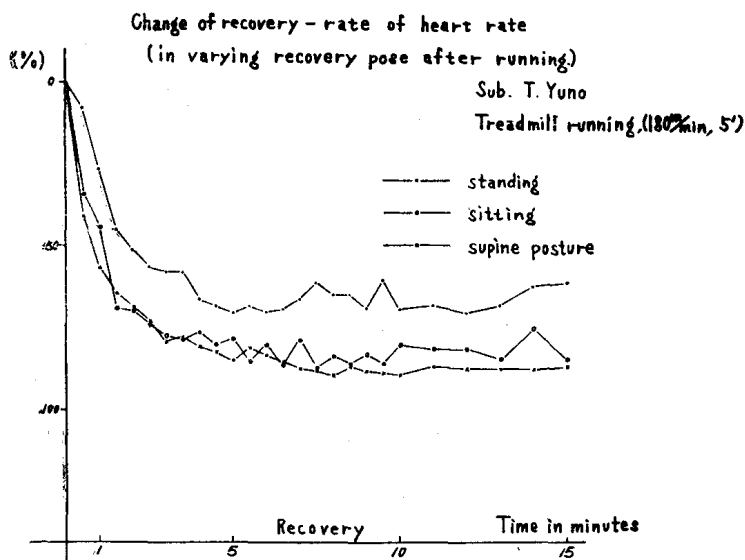
（図1）は，同一被検者（陸上，長距離選手）に対し回復時の姿勢を変化させて，回復率の比較をしたものである。図の如く，増加率については，各姿勢とも類似の傾向を示すが，回復率は，仰臥位が極めて早い回復を示し，次いで立位，座位の順になっている。



(図1) 同一被検者における, 回復時姿勢変化による心拍数増加率, 回復率の変化

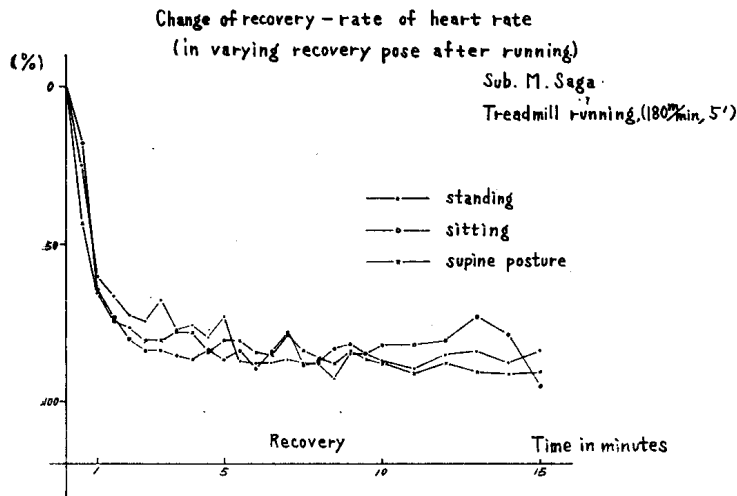
次に今回の研究目標である, 各被検者群別の回復率の変化を比較する為各群の代表的傾向を示していると思われる者, 各群から3名選び心拍数, 回復様相を比較してみると(図2)のようになる。

(図2) 回復時の姿勢変化による回復率推移
体操群

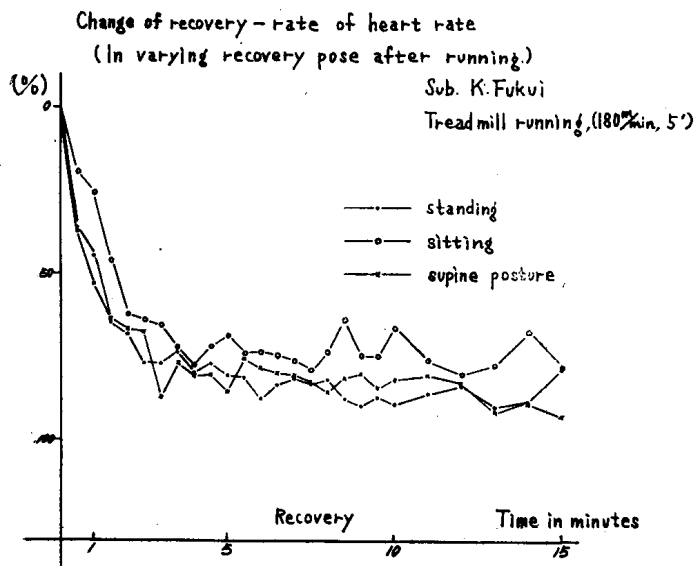


即ち(図1), (図2)によって回復効率の比較をするに, 推移の全般的な傾向としては, エネルギー消費の小さいと思われる姿勢の順に早い回復を示している。但し, 体操群の場合は立位の回復率が極めて悪く, 負荷後10分で65%程度の回復しかしていない。(この点

球 技 群



対 照 群



については後記の専門種目別の独特な回復姿勢の問題点にしたい)。

しかし全体的な傾向としては、仰臥位、座位、立位の順で回復率の良さを順序づけている。そしてその間の偏差は、平均して4%~7%程度であった。

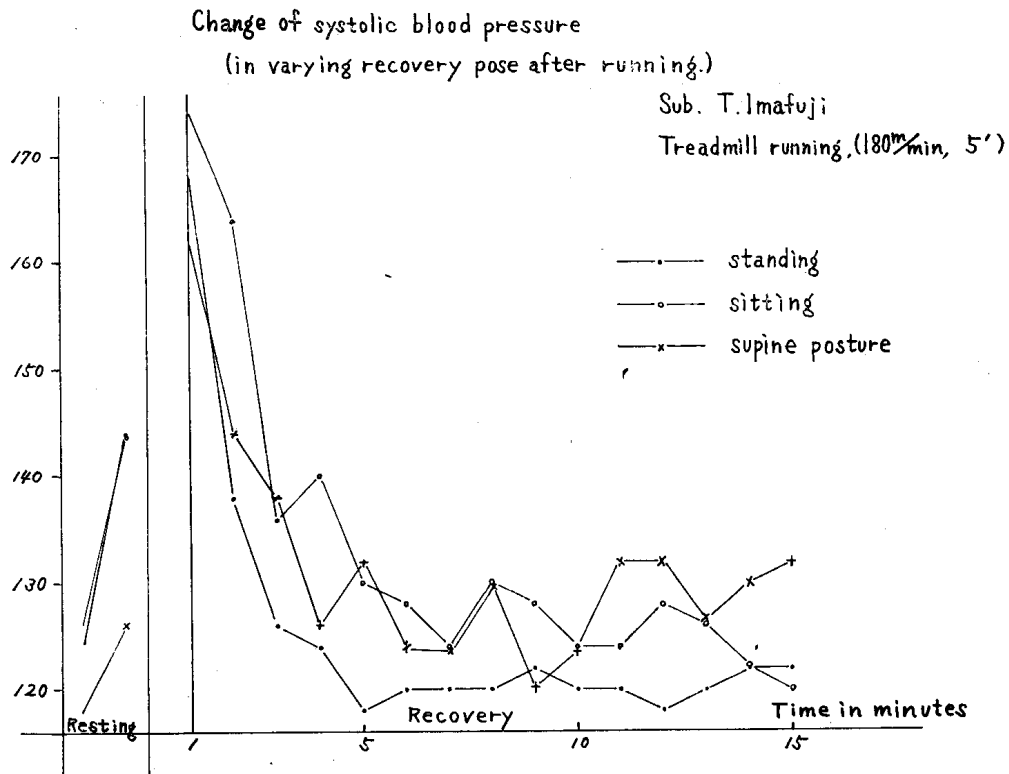
(b) 最高血圧の回復率について

血圧を問題としてとりあげる場合、一般に最高血圧値をとりあげることが多い。そこで血圧変動の様相追求のために、安静時の最高血圧値を基準とした回復時の最高血圧の推移を百分率としてあらわ

し、変化様相の追求を行なった。

(図3)でみるように血圧変動値は、変動の中が大きく、統一性に欠ける。故に最高血圧値推移のみでは、群別の傾向追求も困難であった。変動様相は百分率でこれを整理した。

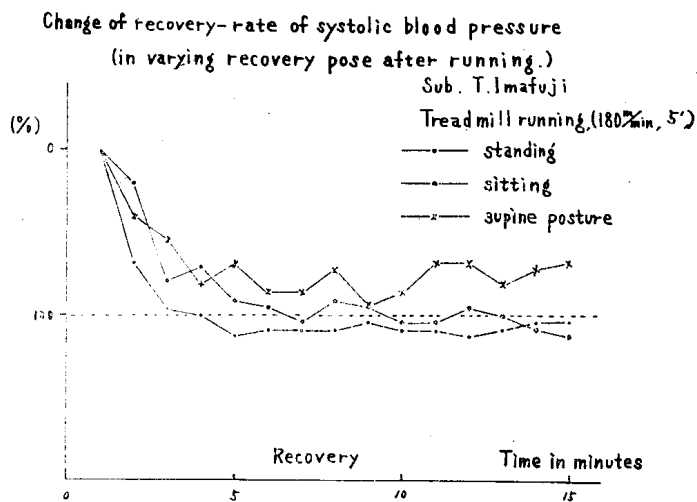
（図3） 姿勢変化別の最高血圧変動様相



次に回復過程を中心にして、回復率を整理すると（図4）の様な傾向を示している。

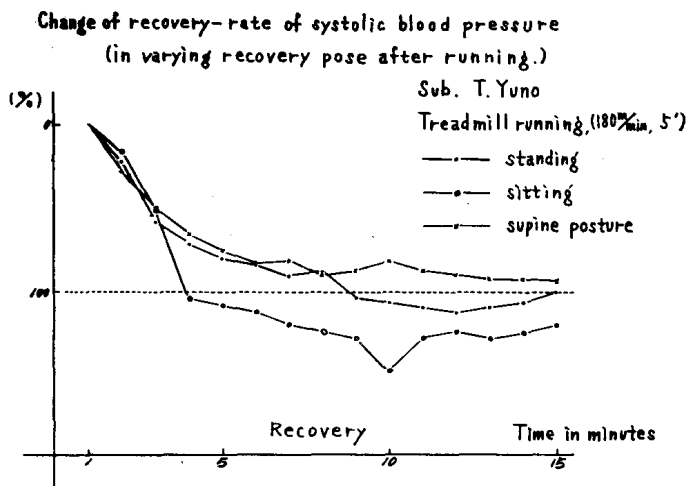
（図4）でみるように非鍛練者群と球技群の立位の回復が極めて顕著であり、それに比して、体操群の座位の回復が、回復に要する時間の相異はあるけれども、割合良い傾向を示している。全般的にみて、陸上群

（図4） 姿勢変化別、最高血圧増加率

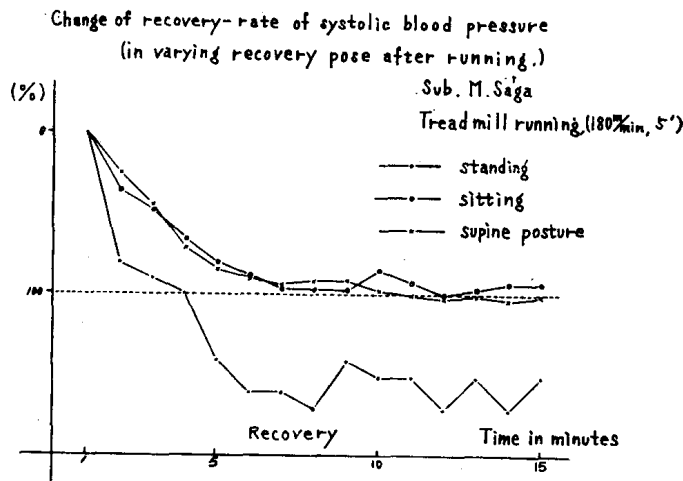


(a) 陸上競技群

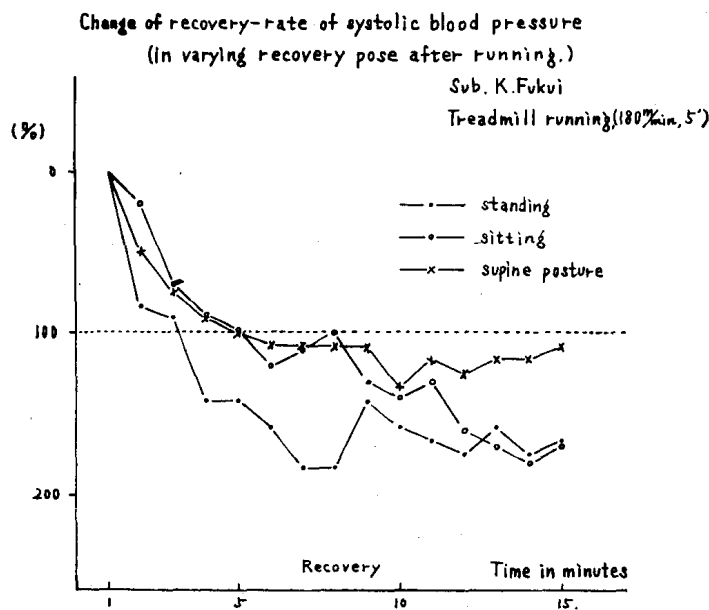
はいずれの姿勢の場合でも、大差の無い回復様相をみせているが、他の群については、それぞれ固有の姿勢が顕著な回復率の良い結果を示しているように思われる。



(b) 体操競技群



(c) 球技群



(d) 非鍛練者群

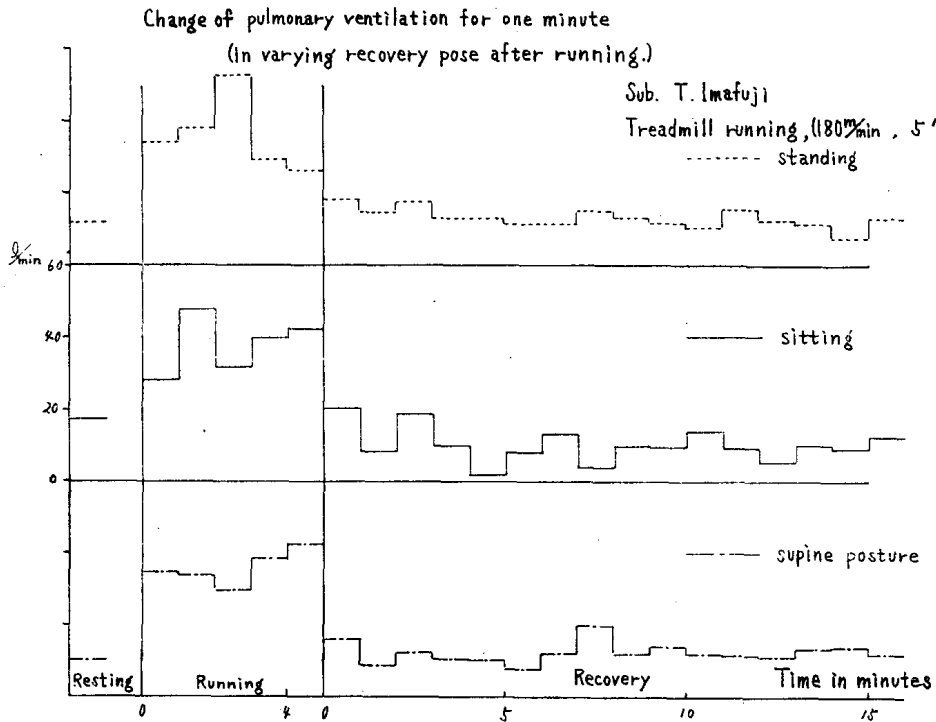
(c) 酸素摂取量と呼吸量の推移

運動の負荷は、体内の組織にたいし、負荷量に相当する O_2 の消費を要求することにつながる。従って前記循環機能は、組織に O_2 を供給する能力としても評価されうる。即ち心拍出量ならば、その絶対値の大きいことが必要条件であり、 O_2 供給能力の高いことが十分条件として考えられる。そこで O_2 摂取量と前記血圧中の脈圧の関係をみることによって、その関係をおおよそ推測しうる。故に回復過程での O_2 摂取量と呼吸量の変化を追跡することによって、トレッドミル負荷に対する適応性をも探索することが出来ると思います。

(図5) は被検者 T. I. の姿勢別の呼吸量変

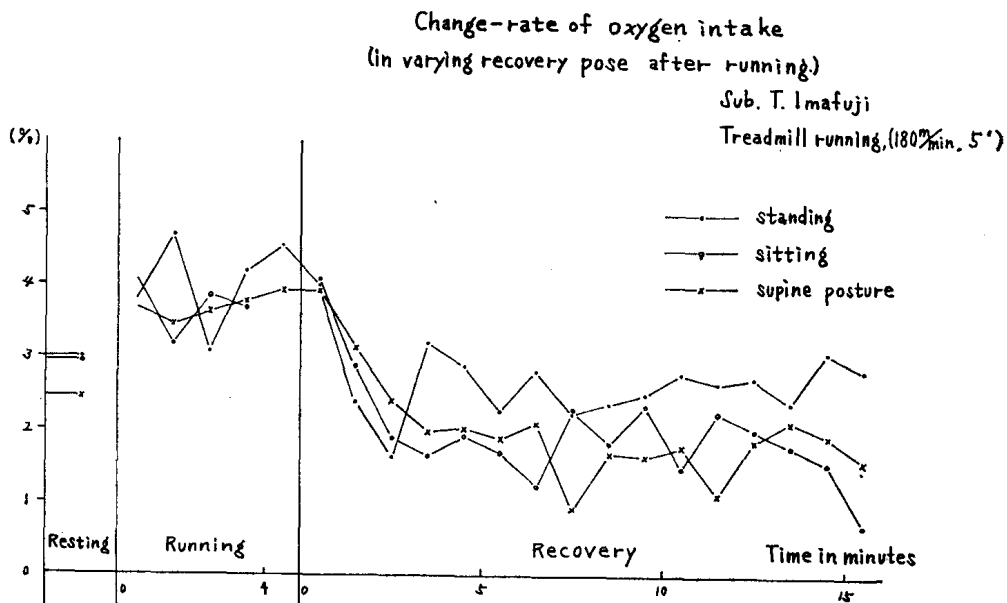
化様相を示すものであるが、安静時における量変化はほとんどみられないが、回復時の呼吸量は各姿勢によって異なっている。

(図5) 姿勢変化別の呼吸量の推移



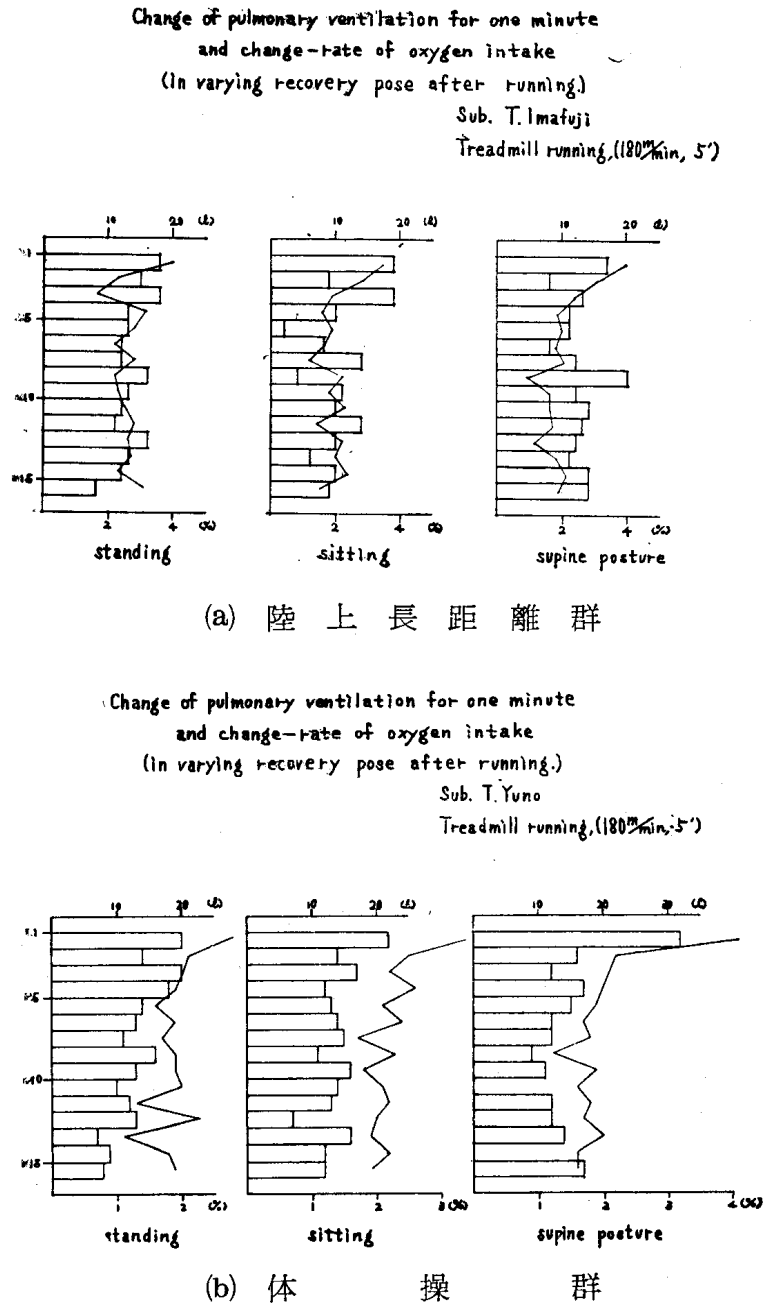
もちろん、呼吸量変化の比較だけでは、効率の面での比較が出来ないので、 O_2 摂取率についても合わせ行なった。(図6) が同被検者の O_2 摂取率の推移を示すものである。

(図6) 姿勢変化別、 O_2 摂取率の推移



次にこうした観点で全体的な比較をする為に、各群別抽出被検者による呼吸量、 O_2 摂取率のグラフを整理した。即ち、立位、座位、仰臥位の各姿勢毎の回復時における各時点毎の O_2 摂取量の推測をするためのグラフである。(図7)

(図7) 各姿勢別、回復時における呼吸量、 O_2 摂取率

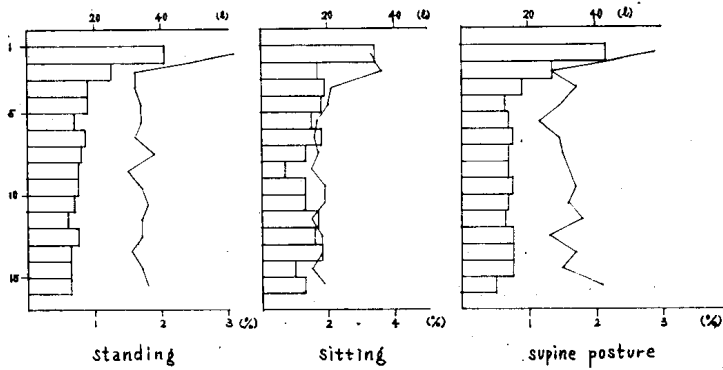


各群別被検者の共通傾向としては、循環機能の回復様相とは全く異なった仰臥位の回復の悪さが目立った。

各姿勢別個人の比較についても同じことが考えられ、仰臥位の呼吸量の増大に比して O_2 摂取率の低いことを指している。比較的その傾向の顕著なものとしては、体操群、非鍛練群の被検者に多かった。これは、循環機能の回復とは相異なる傾向であり、心拍数の回復が、エネルギー代謝量の小さい姿勢ほど、早く回復するのに比し、全く逆の結果を示している。

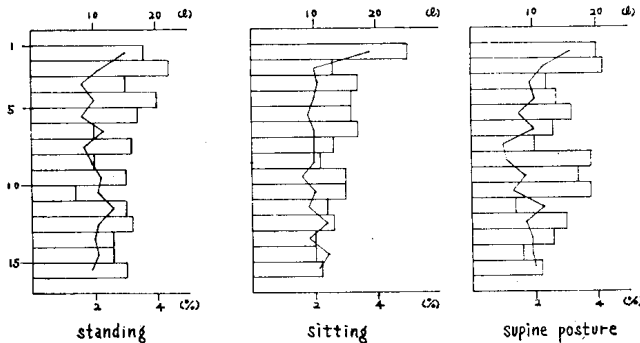
その原因については、種々考えられるが、最も大きな原因は、胸部の構造から来るものと思われる。即ち、仰臥位で呼吸をする際、頭部を

Change of pulmonary ventilation for one minute
and change-rate of oxygen intake
(in varying recovery pose after running.)
Sub. M. Saga
Treadmill running, (180%min, 5')



(c) 球 技 群

Change of pulmonary ventilation for one minute
and change-rate of oxygen intake
(in varying recovery pose after running.)
Sub. K. Fukui
Treadmill running, (180%min, 5')



(d) 非 鍛 練 者 群

フラットな面につけて
いるような姿勢は呼吸
動作に不適當な姿勢だ
と考えられる。ある程
度頭部と腰部に傾斜を
つけたような仰臥姿勢
が必要であると思われ
ます。その証として、
座位の結果が、仰臥位
より優れた結果を示し
ている点からもうかが
える。今回の座位は、
脚座位であり、各被検
者とも割合あさく腰を
かけて安靜な姿勢をと
っていた為に仰臥位に
近い安靜座位姿勢だと
も考えられる。

(d) 酸素脈及び分時
拍出量について

呼吸機能変化と循環

機能変化の両面的觀察の方法として種々考えられるが、我々は今回の実
験で、 O_2 摂取量と脈圧との関係を側面的支持をする指標として酸素脈
を用い、更に心拍動量と O_2 供給の傾向を推測する方法として、〔脈圧
×心拍数〕の指数によって、分時拍出量の指標として両機能の複合的觀
察を行なった。

即ち、酸素脈は一定時間内に摂取された O_2 の量を同時間内の心拍数
で除したものであり、一心拍数あたりの O_2 を量的に示したものである。
(一般に⁵⁾ 安靜時 3~5 cc の酸素脈は負荷によって、2 cc 以上の上昇

を示し、回復過程に入ると1~2分程度で安静時のレベルまでもどり、次後、negative phase を経て旧態に復すとされている。

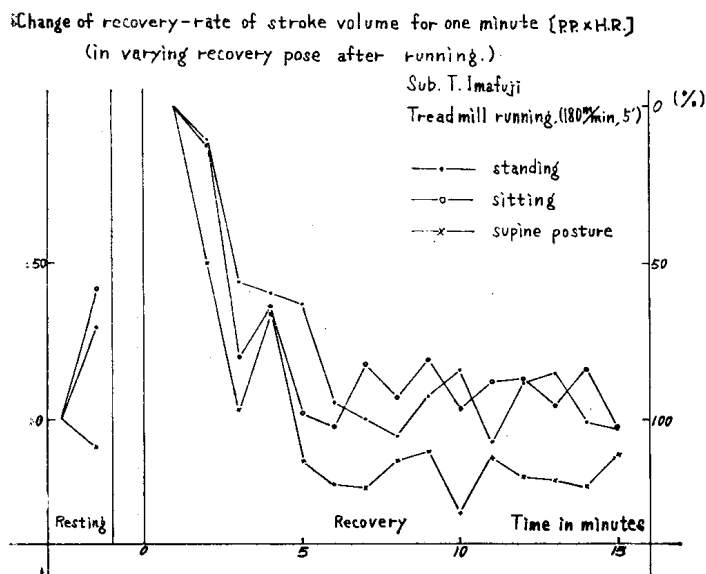
分時拍出量の測定については、古くから種々の方法が用いられているが、そのいずれについても技術的に極めてむづかしいので、今回のように多面的同時観察の際は時間的制限その他の問題で仲々実施出来ない。そこで今回は、各姿勢別の比較が研究の目標であったので、単純な比較の出来る指標 (指数) が採用出来れば良いと考え、次のような方法でその指数の算出を行なった。

即ち、血圧の測定値から、拍出量の変化を類推させる脈圧を求めて、この変化を観察すれば、心血管反応の傾向としてこれをとらえることが出来、また、〔脈圧×心拍数〕の指数を用いれば、分時の心拍出量の変化をも推定することが出来ると考えた。

また、一般に O_2 摂取量と分時拍出量とは、その傾向として、一義的關係にあると言われているので、この指数によって、心拍出量と合わせ、 O_2 供給量の傾向についても推測しうるものと考えられる。

以上のように呼吸、循環の両機能の側面的観察の方法として、酸素脈、〔脈圧×心拍数〕について各被検者につき、結果を集計したので次

(図8) 各姿勢別、分時心拍出量の指数
〔脈圧×心拍数〕の変化



(a) 陸上長距離群

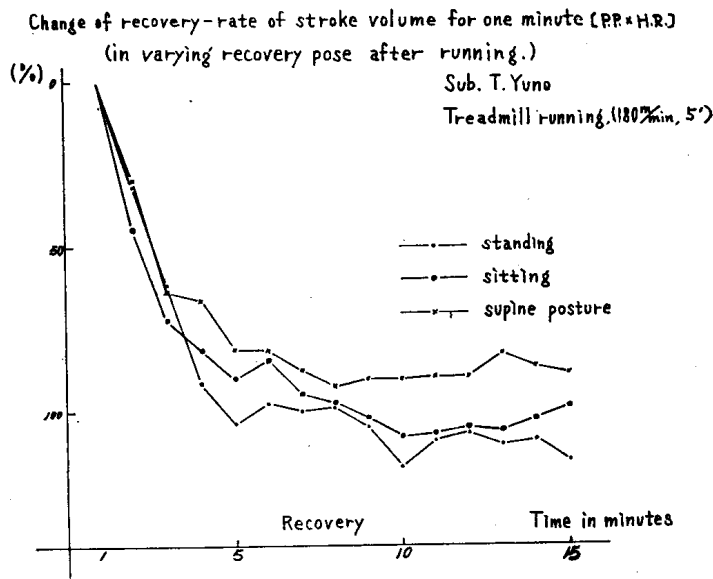
にあげる。今回は特にそのうち〔脈圧×心拍数〕の分時拍出量の指数について述べてみよう。

全般的に負荷強度の小さかった為か O_2 消費量の顕著な傾向のみられなかったと同じようにきわだった変化はみられなかった。

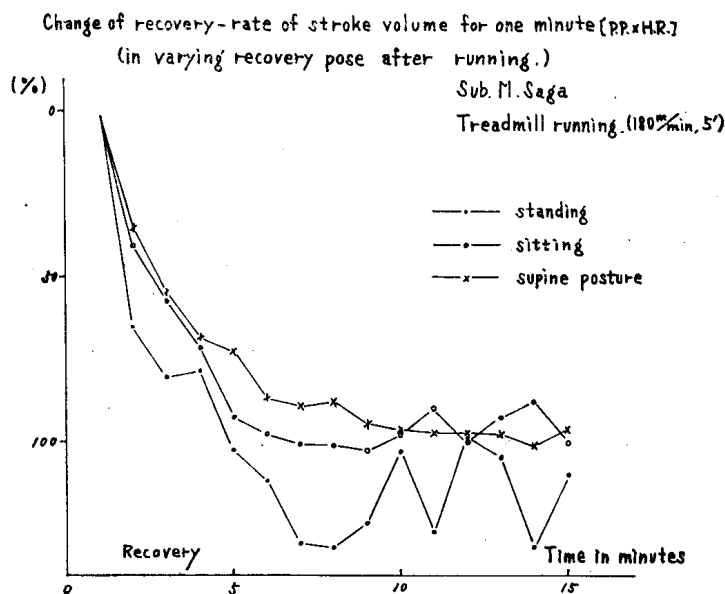
陸上長距離群の (T.

I.), 非鍛練者群の (K. F.) などが似たような変動を示すのもそのあたりに原因があるようだ。ただ立位の回復が, 陸上群, 球技群など比較的鍛練度の高いと思われる被検者で負荷後数分で, **negative phase** を示している点が問題である。しかもそのいずれも一過性のものであり, 旧態に復すのにそれ程時間がかかっていない点注目する必要がある。

体操群の (T. Y.) の場合, この指数では各姿勢とも類似傾向を示し, いずれも安定しているかのように思われるが, 心拍数の単独変化様相と



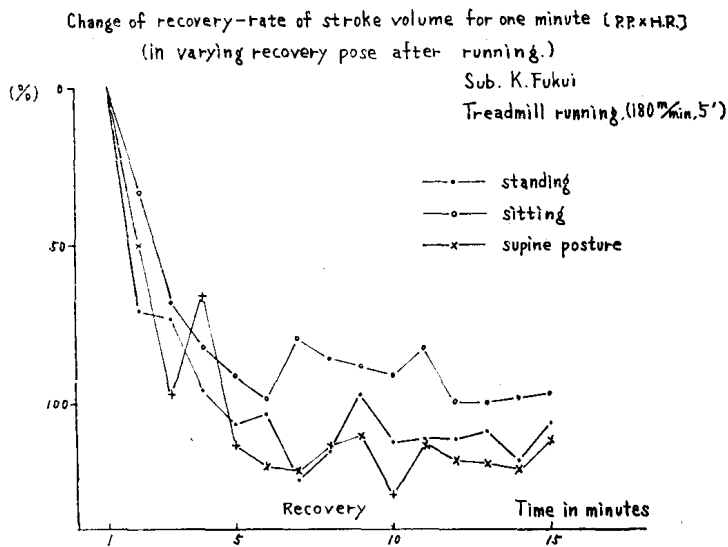
(b) 体 操 群



(c) 球 技 群

比較して観察すると
〔(図2) ①を参照〕あ
きらかにその回復の負
担を脈圧に求めている
ことがうかがえる。こ
れは, 負荷に対する適
応が循環機能測定の場合, 単に心拍数の変化
にのみにたよる判断に
一考を要することを示
している。即ち, 循環
機能の適応は心拍数,
血圧 (とりわけ脈圧)
の両面によるものであ
り, 一見して心拍数の
増加, 減少がそれ程顕
著と思われない場合で
も, 脈圧の変化を合わ
せ考えた場合負荷の消
化の限界点に近い場合
が時々みられる。

持久力測定の場合そ



(d) 非 鍛 練 者 群

の点が重大な問題となり、単純な心拍数変化の追求では、負荷量の決定の場合危険を伴う場合が考えられる。我々の今までの調査によれば、比較的持久力に乏しいと思われるような者ほど、血圧により負担のかかった適応

を示すと思われる。これは増田⁶⁾の報告とも一致している。

いずれにしても今回の調査結果では、立位、座位、仰臥位の順で早い回復率を示し、各被検者とも個人差の大きいことを示している。

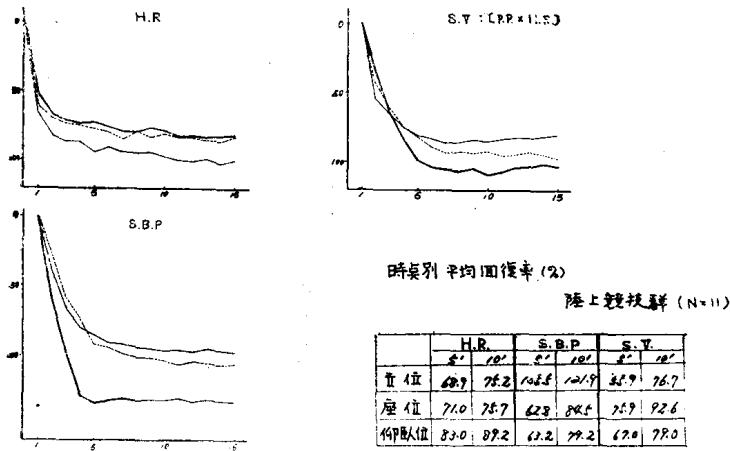
〔2〕 トレーニング様式の相違と回復時の姿勢について

前述の各測定項目別の傾向探索は、各グループの極めて一般的な特性をもったものについて、被検者を抽出し、個人の比較を試みたが、次に全被検者の平均値を中心にして、グループ別の傾向を調べてみることにする。

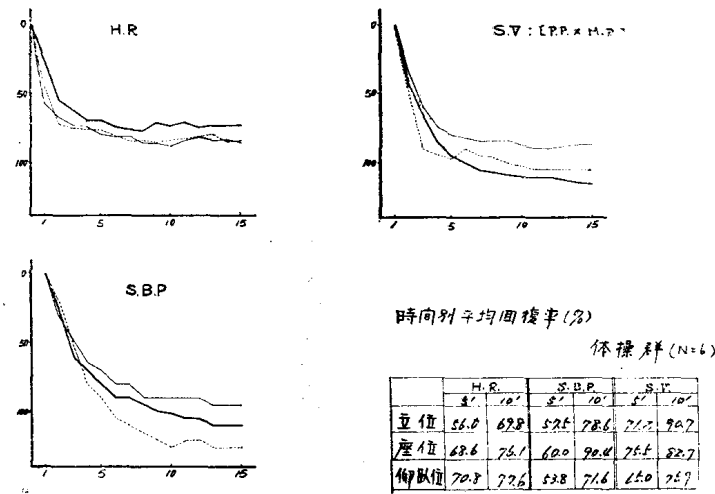
一定の負荷量に対する適応性の良し悪しを回復時の効率から二次的に推測せんとする為に回復率ですべての記録を整理してみたが、各被検者群とも比較的大きな個人差があり、必ずしも一般化した結論を出すことが出来なかった。しかし、各被検者群の平均値（各時点での平均百分率）で各測定項目別に記録を整理することによって、ある程度の回復効率のより良い姿勢についての追求を行なった。調査項目としては、心拍数回復率、最高血圧回復率、分時心拍出量指数〔P. P. × H. R.〕についてのみ行なった。この際呼吸量、O₂ 摂取量についてこれを行なわなかったのは、負荷量の小さかった関係からか、顕著な変化がみられなかったのをこれを省略した。

次に各グループ別の平均値グラフを示すと次のようになる。

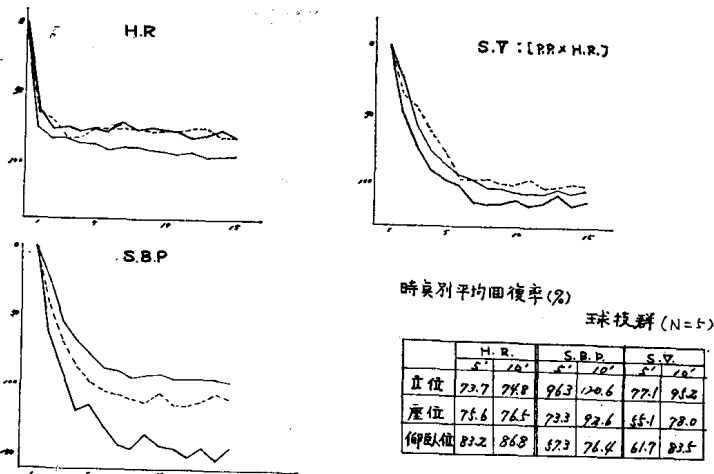
(図9) 各グループ別, 回復率図及び
時点別回復率表



(a) 陸上競技群



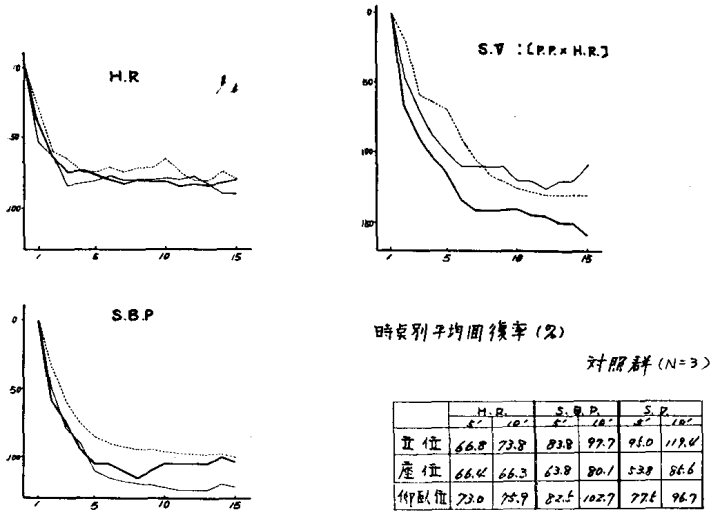
(b) 体操群



(c) 球技群

全般的な傾向として各グループとも, 心拍数回復率は同一の傾向を示し, 仰臥位, 座位, 立位の順で回復率の良さを示している。ただその%には差があり, 球技, 陸上競技のように比較的トレーニング時において立位の回復に慣れている傾向のあるグループは, 立位で早い回復を示している。その点体操グループではそれほどこれが顕著ではない。

最高血圧の回復率, 分時拍出量回復率ではその傾向が更に顕著に現われ, 陸上グループの(立位), 球技グループの(立位), 体操グループの(座位)の回復率の良い結果を示した。非鍛練者については極めて不明確であり, この点からも回復時の姿勢とトレーニング型式との間に何らか



(d) 非 鍛 練 者 群

の有意の差が存在する
かのように思われた。

しかし最高血圧の回復率と抽出量指数の回復率のもつ negative phase は、必ずしも回復の良さと断言することは出来なかった。即ち、安静値にかえる時間の計測の必要がある

ように思われる（それをするには、更に長い時間をかけての回復調査を必要とする）。この点で更に細かい点の追求が必要だと思ふ。そこで全般の単純な比較の意味から、負荷後5分と10分の時点での各グループ別の回復率を全被検者の平均値によって比較してみた。

(表Ⅱ) 時 点 別 回 復 率 比 較 表
全 被 検 者

	H. R.		S. B. P.		S. V.	
	5分	10分	5分	10分	5分	10分
立 位	66.3	71.9	89.1	107.3	75.3	95.2
座 位	72.0	75.2	64.7	89.1	68.9	77.1
仰臥位	78.3	83.0	69.8	82.8	67.5	80.5
陸 上 競 技 群 (N: 11)						
立 位	68.9	75.2	105.5	121.9	55.9	76.7
座 位	71.0	75.7	62.8	84.5	75.9	92.6
仰臥位	83.0	89.2	63.2	79.2	67.0	79.0
体 操 群 (N: 6)						
立 位	56.0	69.8	57.5	78.6	71.2	90.7
座 位	68.6	76.1	60.0	90.4	75.5	82.7
仰臥位	70.8	77.6	53.8	71.6	65.0	75.9

球 技 群 (N: 5)

立 位	73.7	74.8	96.3	120.6	77.1	95.2
座 位	75.6	76.5	73.3	92.6	55.1	78.0
仰臥位	83.2	86.8	57.3	76.4	61.7	83.5

非 鍛 練 者 群 (N: 3)

立 位	66.8	73.8	83.8	97.7	95.0	119.4
座 位	66.4	66.3	63.8	80.1	53.8	85.6
仰臥位	73.0	75.9	82.5	102.7	77.5	96.7

上記の表からも心拍数については、有意の差はみとめられないが、血圧、拍出量の両面からはその差は著明に認められる。陸上群、球技群の5分の時点での血圧の回復率は全平均に対し、立位で+16.4%（陸上群）+4.2%（球技群）、また10分の時点では、前者+14.6%、後者+13.3%と良い回復率を示している。

その結果当然「P.P. × H.R.」指数でもって表わされる分時心拍出量にもその影響があらわれ、総体的比較の上では良い結果を示す。また個人差での比較についても同じような結果を示し、陸上群と球技群で立位の優位が目立ち、体操群、非鍛練者群ではその点が不明確であった。あえて体操群についてその傾向を求めるならば、座位の回復の良さをみとめるにすぎない。

以上のように全被検者に対する比較、個人差（平均値での）の比較について、回復時の姿勢に対するトレーニング様式の有意差を探索するに、① 陸上群、球技群では、血圧に関してその有意性をみとめる。② 心拍数については、その有意の差はほとんど考えられない。③ 果たしてその有意の差が持久性の鍛練度から来るものか、長い間のトレーニング様式の中で生れた最も都合の良い回復姿勢なるが故にのものであるかは、今後の研究にまたないと断言出来ない。④ いずれにしても、血圧測定値をもとにした指標にそれが著明に表われる点は注目する必要がある。

〔3〕 回復時の姿勢と記録の安定性について

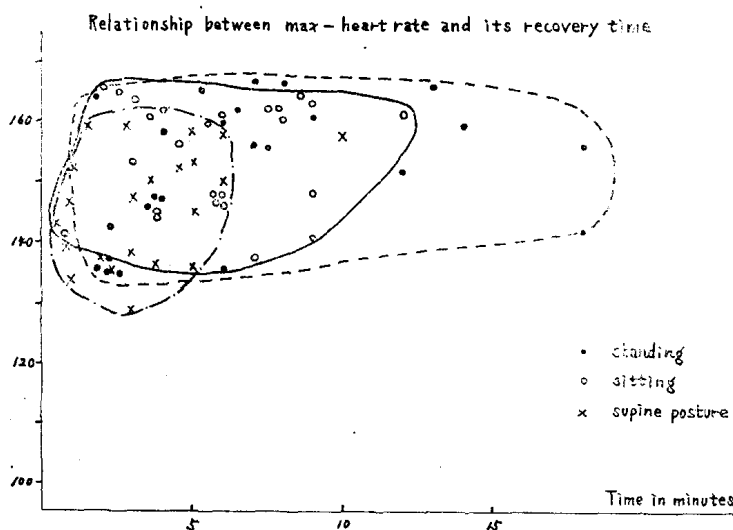
現在トレッドミルを使って調査をする場合その回復時の姿勢をほとんど脚座位によって行なっている。果たしてこの姿勢が回復姿勢として妥当なものであるのか否かについては、ほとんどの場合あまり問題にされていない。しかし、前述のように各測定項目別に姿勢の影響が現われたり、トレーニングの様式の相違によってその問題が提示されるようになると、現行の脚座位姿勢の妥当性の吟味の必要を感じる。そこで我々はその一つの方法として、記録の安定性に重点をおいて、妥当性の一つの要素の追求を行なってみたのでその結果を整理してみます。

整理の方法としては、各項目別に全被検者の負荷直後の値と、安静値にもどるまでに要した時間の関係図を作成し、各姿勢毎の記録の散布状態を観察した。

記録の妥当性を各姿勢変化によって考える場合、記録の安定性が先ず問題となる。即ち、その散布度が大きいことは、その姿勢から生まれる結果に個人差が大きく、あまり信頼がおけないものと考えられる。故に回復時の姿勢を記録の安定性の面から考えて、最も安定している結果をもたらす回復姿勢で調査をする必要があると思います。

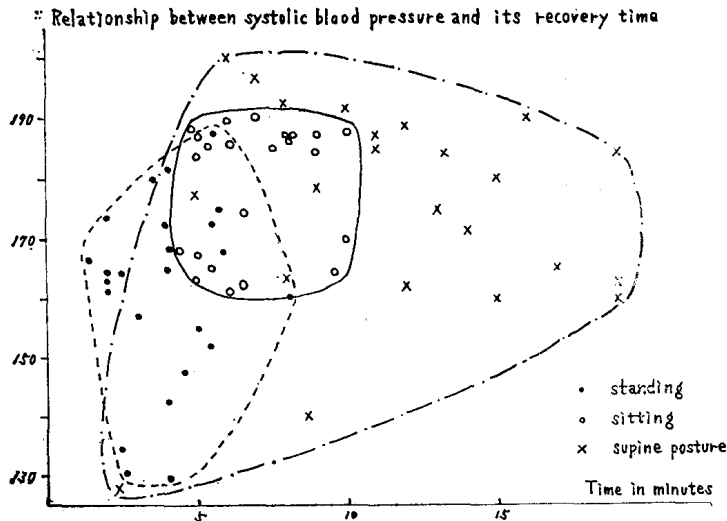
(図10) によって次のような傾向を得た。

(図10) 測定項目別、記録の散布図

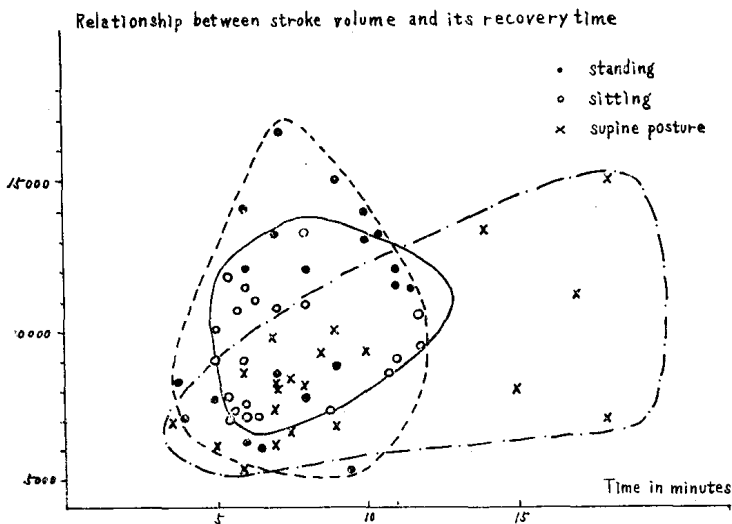


(1) 心拍数の分散図

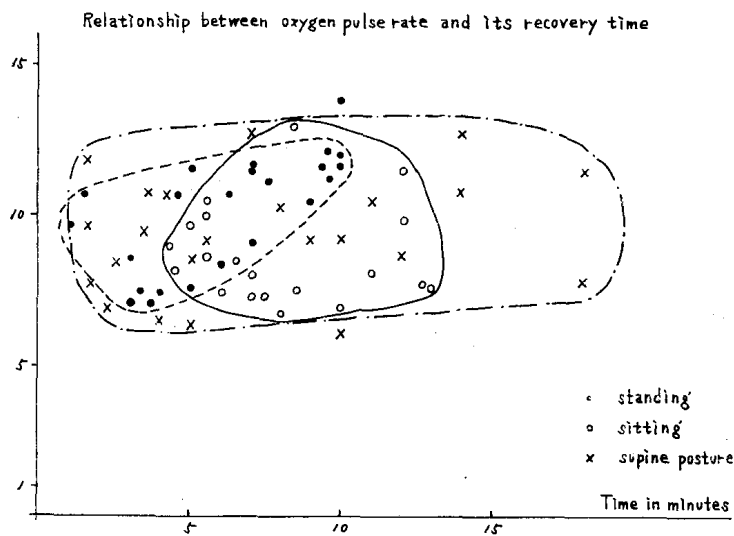
即ち、心拍数変動の測定では、(仰臥位) — (座位) — (立位)の順でその分散値が小さく、仰臥位が最も分散度が小さかった。次に最高血圧値測定では、(座位) — (立位) — (仰臥位)の順で座位の分散が目立って小さい。酸素脈、拍出量については、前



(ロ) 最高血圧の分散図



(ハ) 拍出量の分散図



(ニ) 酸素脈の分散図

二項目とはその程度において著明でないが、拍出量の項目では(座位)―(立位)―(仰臥位)の順であり、酸素脈については(座位)―(立位)―(仰臥位)の順であった。

全般的にみて、各項目とも座位の分散度が他の姿勢に比較して小さい傾向を示している。ただ、心拍数についてのみ仰臥位の分散が極端に小さい点、今迄の種々の調査事項と一致する。しかし、その場合でも、仰臥位と座位とは必ずしも大きな差ではなく、座位の安定性を否定することは出来ない。

以上、各項目について回復姿勢の記録の分散状態を整理してみると、全体的にみて、心拍数の例外を除けば座位が比較的安定した姿勢であるとの結論を出

すことが出来る。

プロットされている記録の位置とその分散状態で、必ずしも統一した結論とは言えないが、一応現行の脚座位での回復姿勢が回復過程の記録に最も安定した方法だと言える。

考 察

本研究のねらいは、緒言でも述べた如く、トレッドミル負荷後の各機能の回復能力を安静値に対する百分率によって作られた指標によって、負荷に対する適応性を調べ、持久性能力を static な状態で推測せんとしたものである。なおその際の回復時の姿勢がどのような影響を記録の上に与えるかにつき、同一負荷に対する個人差を中心に調査を行なった。更にまた、現行の脚座位の姿勢が果たして妥当なものであるか否かについても吟味を行なった。

姿勢変化による個人差を中心にしての調査であった為に不必要なトレッドミル負荷を避け、比較的軽い毎分 180m で 5 分間の負荷によって行なったが、結果的には負荷量が小さすぎ期待した程の結果を求めるに至らなかった。特に呼吸機能面での呼吸量、 O_2 摂取率については差の有意性を云々する段階に至らない結果に終わった。この点負荷条件につき再考を要すると思う。これに対し循環機能系の計測値は、比較的その差も顕著であり、姿勢別の有意の差を追求することが出来た。

一般に負荷に対する適応性につき調査をする場合最も簡易で信頼度も高いとされているのは⁷⁾ 脈拍増加率であるが、たしかに顕著な変化様相を示すが、脈拍数の変動を指標とする場合、注意をせねばならない点がある。これは、比較的持久性に欠けると思われる非鍛練者の場合、負荷強度が強くなればなる程、循環機能の適応が血圧の増加によるところが大きくなる。その為単なる脈拍の変化にのみたよった結論は早急であり間違った結論を導くように思われる。

即ち、鍛練者、非鍛練者ともに運動の負荷に対し生体はその酸素補給の

要求にこたえ、心拍出量を増してこれに答えんとする一連の生体循環反応がおこる。この場合鍛練者と非鍛練者ではその傾向を異にし、非鍛練者の場合は血圧の増高によってこれを補償せんとする生理的な秩序の存在するように思われる。

こうした傾向は今回の実験においてもみられ、(図10)にみられるように陸上群、球技群の循環機能の適応は比較的類似しているが、体操群、非鍛練者群の傾向とは異にしている。これは Astrand⁸⁾ らによる健康男子のエルゴメーターを用いての実験と一致している。こうした原因がいずれにあるかについては今回の実験では明らかにすることは出来ないが、一般に心拍数の増加は軽度な負荷に対してはそれ程鍛練度の影響を示さないが、被検者の許容量をこえるような負荷レベル以上になると、心拍数増加に比して、急激な血圧の増加が高まるとされている (Starr⁹⁾ の ballistocardiography を用いての実験結果より)。

これは、鍛練度によってある程度の心拍出量の強弱があり、非鍛練者ほどそれが小さく、負荷に対する適応としての循環系の負担は大きく、中高年層にみられるものと同じような傾向として、血圧、特に脈圧にその負担がかかるものと思われる。

以上のような結果から、今回の実験に際しては全被検者について、単純な心拍数変動、血圧変動値のみでなく、その両面での変化様相指標として、「脈圧×心拍数」の指数を算出し、これを分時心拍出量の指標として用いた。その結果姿勢変化による個人差の複合的な観察に極めて有利な探索が出来たように思われる。

次に現行のトレッドミル法の回復時における姿勢がほとんどの場合安静脚座位で行なわれているが、果たしてこの姿勢が他の姿勢に優るものか否かを被検者の個人差を中心にして、記録の安定性の面から追求した。この際記録の安定性が直ちに姿勢の妥当性に通づるものでは無いが、記録の信頼度をたしかめる点では意味があった。結果的には、座位姿勢が全般を通じて最も安定した結果をもたらしたが、ただ、循環機能測定で最も信頼度の高い心拍数変動測定面が他の測定項目とは多少異なっていた点に問題が

残るが、この点については更に細かい検討を要すると思われる。

また、本研究の第二の目標とも言える、被検者個人の特有な回復姿勢が、一般的にみて良好だと思われる姿勢にどの程度の影響を与えているか、また仮りにそれが存在するとした場合、一般論的に良好だと思われる回復姿勢を結論づけることが許されるか否かについて、二、三の試行を行なった。その方法としては被検者をグループ別にして、その平均値及び散布度の両面から、全被検者の平均に対しどの程度の差があり、その差が有意なものか否かを調べてみた。

結果的には、それ程顕著な有意差を認めるまでにはいたらなかったが、測定の際ある程度の配慮の必要がある。特に呼吸機能測定面でそれがいちじるしく、心拍数変動で極めて安定性の高い仰臥位が、効率の悪い結果を示していた。特にその傾向は、陸上群、球技群などの比較的立位で回復を要求されるようなトレーニング様式を採用している種目に多い。

これら各種の姿勢変化による個体差についての調査を、主として循環機能を中心に回復率の立場から検討してみたが、鍛練者と非鍛練者との間の生理的な適応能力に本質的な相違を認めることは出来なかった。しかし、トレーニング様式からくる影響については、著明な有意な差とは言えないが、一応ある程度の相違を認めることが出来た。この点についての説明は後日の研究にまたなければならぬが、スポーツ心臓につながる心円血液の予備量の過不足に問題があるように思われる。故にこうした面が脈圧、拍出量、 O_2 脈あたりにあらわれるかに思われる。従って負荷条件の増大により強度の **physical stress** を加えられた場合ある程度の解答が得られるような結果が出るものと思います。

本研究はトレッドミルの持久性測定の研究の一環としてとりあげたのであるが、同一被検者による更に強度な負荷条件下で再度調査をする必要を感じる。

総 括

トレッドミル法による持久力測定の研究の一環として回復時における姿勢の影響を回復効率を中心にして循環，呼吸の両面から各測定項目別に指標を作り，① トレッドミル法による回復過程調査にはいかなる姿勢が最も妥当なものか。② その際の姿勢を決定した場合，長期の専門トレーニングの結果によって習慣づけられた特有の回復姿勢を考慮に入れる必要は無いかの2点を中心に調査をした。

被検者には，専門トレーニング5年以上の各運動部選手を無作為抽出法により抽出し，対照として文化部員学生と比較検討した。その結果次のような結論を得た。

- 1) 全被検者の〔立位と座位〕〔座位と仰臥位〕の間には，平均して4%～12%の有意の差があり，回復姿勢による回復効率に与える影響について一応の考慮の必要がある。
- 2) 但し，測定項目別にその影響は異なり，心拍数変動の回復率では（仰→座→立）の順であるが，呼吸機能面では（座→仰→立）の順であった。こうした点を考慮してみるに回復率で適応性を追求する場合，呼吸，循環両面を包含した複合指標による判断が必要だ。
- 3) 記録の安定性から判断した回復姿勢の妥当性を考えた場合〔座位〕による方法が最も優れた値を示した。
- 4) 長期の専門トレーニングによる種目別の固有な回復姿勢についてどの程度の影響を与えているかについての調査では，陸上群，球技群あたりに（18%～7%）あたりの差が存在するが個体差が大きく，果たしてそれが有意なものか否かについては，負荷強度を変えながら更に研究を続ける必要がある。
- 5) 継続研究の一つの課題として残されていた循環機能測定の際の，心拍数変動と血圧変動との間の関連について，非鍛練者の負荷に対する身体適応が，負荷強度の大きくなればなる程，血圧の変動に傾きやすいとの

傾向について、本研究においても前回の調査結果と一致する点を得ることが出来た。

本研究は、体育生理学研究室の継続研究の一環として行なわれたものであり、助手の森君はじめ、多数の研究室生の努力に対し深く感謝いたします。

文 献

- 1) Cureton, T. K. (1956) : Physical fitness of champion athletes, The University of Illinois press, III.
- 2) 猪飼道夫他 (1966) : 持久性の限界因子について, 体力科学, 14 (4), 173—180.
- 3) 4) 中京体育学論叢 (1965) 藤松 : トレッドミル法による持久力測定の予備実験
- 5) 体力研究 (No. 9) 増田他 : 柔道選手の体力について—主として循環機能の立場からの考察—明治生命体力医学研究所報告
- 6) 増田 允 (1966) 運動時の心血管反応(2), 第43回日本生理学会, 於信州大学
- 7) 猪飼道夫他 (1966) : 持久性の限界因子について, 体力科学, 14 (4), 173—180.
- 8) Astrand, P. Q. et al (1961) : Maximal oxygen uptake and heart rate in variouse types of muscular activity J. Applied Physiology, 16 (6), 977—981.
- 9) Starr, I, (1945) : Federation Proc, 47, 195.