

第 1 篇

船員の資質能力に関する研究

1. 操船技術者の生理的機能についてⅡ
2. 操船技術者の情報処理能力についてⅡ
3. 船員志望者の体位の傾向と採用基準について

1. 操船技術者の生理的機能に

ついて II

目 次

まえがき	2
(1) 測定値の分布	3
(2) 測定値の平均と偏差	4
(3) 相 関 係 数	8
(4) 判 定	10

まえがき

日常労働する場合に外界へ直接動作として活動するものは、昨年扱った筋系であるが、この筋の活動を保持継続させる器官が今年扱った呼吸器系に外ならない。こうした重要な役割を担当している呼吸循環器系の能力如何が、比較的に労作強度は低い、長時間にわたる立位を余儀なくされる条件のもとで、精神的には相当に大きい負荷の考えられる操船労働においては、密接な関係があることが当然考えられるわけである。ここでは、呼吸器、循環器、血圧に関して測定した結果を資として、形態測定との関係を考察し、操船労働におけるそれらの意味を、身

体的適性という面から眺めてみた次第である。

A 測定の対象と時期

測定対象は水先人国家試験の受験者から高年層を選び、昭和39年6月14日東京商船大学内の航法実験室において41名を、そして海技大学に在学中の学生83名を同年6月30日から7月2日にわたって測定した。

なお被検者の年令別構成は表1の如くであり、表に示される6群に分けて被検者の群を構成し、相互比較を行った。

ただし、心搏数の測定には相当の時間が必要であったために、6月14日の被検者数には、心搏測定者は上表より若干少なくなっている。

B 測定の方法

測定は海技大学校講堂において実施し各項目とも連続して実施した。測定時刻は午前10時より午後3時までの休み時間と放課後を利用した。然し測定値には各項目とも、その変動に対する修正は加えなかった。

測定項目は、循環器系として血圧、心搏数、肺活量を形態として身長、体重、胸囲の6項目を選び、これに指数、係数を算出して考察した。形態測定は martin 化の人体計測器を使用

表1 年令別構成表

年令	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
員数	0	1	2	4	9	8	2	4	6	5	6	6	2	2	3
群	16					25					19				
年令	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
員数	6	3	2	5	3	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
群	23														
年令	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	70			
員数	0	0	3	8	2	8	7	6	2	3	1	1			
群	13					28									

した。又循環器の測定は、下記要領により実施した。

肺活量：廻転式の T. K. S. 肺活量計を用い、読取りは二度測定を繰り返して大きい方の値とした。被検者は開脚立位で、手に肺活量計の吸込口をもち、大きく呼気した後できるだけ吐き出す方法を用いた。

血圧：血圧の測定方法はその統一化が強く望まれており、WHO で血圧測定 of 諸条件について述べているが、今測定においては基礎血圧の測定は時間的に不可能であったため、随時血圧を測定した。しかし随時血圧とはいっても、血圧変動に作用する影響因子は出来るだけ除いた環境で、精神的、肉体的ストレスを与えないように注意を払いつつ実施した。測定は坐位において安静を与えた後、心臓高における右腕肘窩の上腕動脈の搏動部位におけるものを、リバ・ロッチ型の血圧計にて測定した。血圧の測定値は非常に動揺し易いので、諸測定 of 最初に実施し、二回測定して信頼性の高いと思われるもの最高血圧と最低血圧とを記録した。

心搏数：心搏数の測定はテレメーターを使用し、瞬時値を記録した。尚測定には階段昇降の運動負荷を与え、運動後の心搏変化をみた。昇降は高さ 35cm とし 1 分間に 30 回の割合で行わせ、メトロノームに合わせて 3 分間の連続昇降運動を実施させた。心搏の記録は被検者を坐位にて約 3 分間安静にさせ、その時の心搏数を H として記録し、以後負荷運動を与えた後にもとの椅坐位に戻らせそれぞれ直後 H_0 、30 秒後 H_{05} 、1 分後 H_{10} 、1 分 30 秒後 H_{15} 、2 分後 H_{20} 、2 分 30 秒後 H_{25} 、3 分後 H_F として読取り、記録した。

尚水先人国家試験受験者に対する負荷運動

は、高さと速度は同じであるが、継続時間は 1 分間で打切った。

C 考 察

1. 測定値の分布

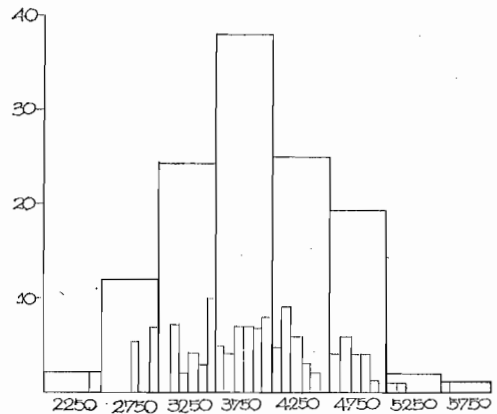


図 1a 肺 活 量

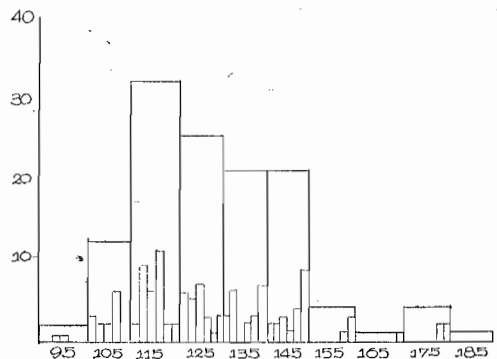


図 1b 最 高 血 圧

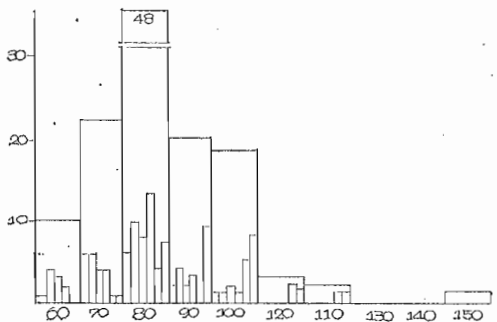


図 1c 最 低 血 圧

測定値の分布を、前述した年齢群別に分けてヒストグラフにしたものが、図1a～eにみられるものである。この図からわかるように全体

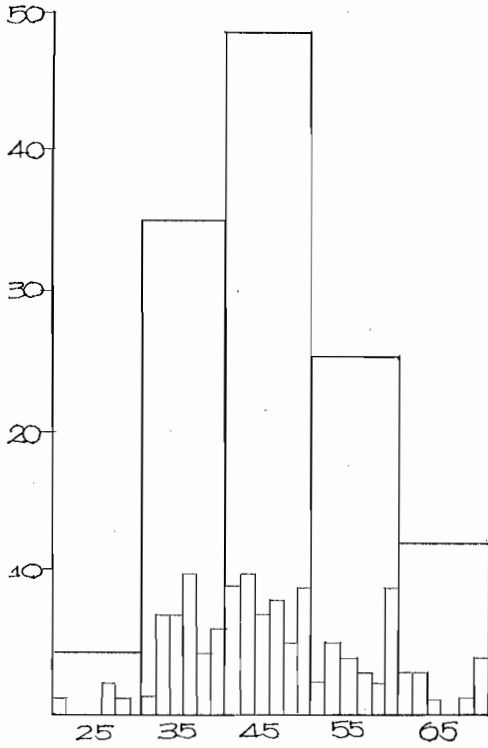


図1d 脈 圧

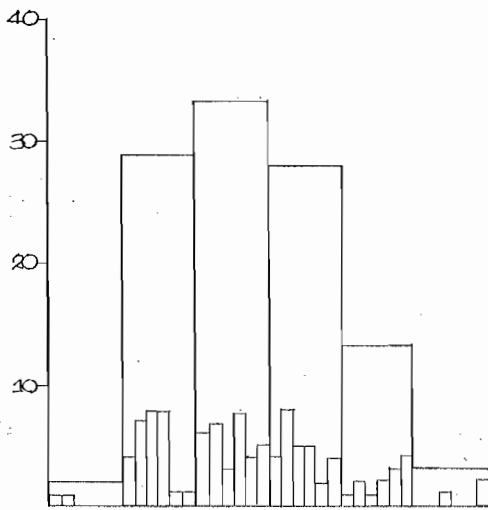


図1e 心 搏 数

としてみると、ここに測定した循環器系の機能値も、略正規分布に近いものとみることが出来る。年齢群別にみると中には少しく否んだものがみられるが、部分構成も比較的全体に近いものになっていることがわかる。

2. 測定値の平均と偏差

各測定値及び算出した指数の平均値及び標準偏差を算出してみると、表2 a～cの如くなり、群別の平均値をグラフにしたものが図2 a, bである。

(1) 肺 活 量

平均値を全体的にみると、全国的基準値として挙げられているものより大きく上回るが、その量は年齢の進むにつれて漸減する傾向をみせている。

ここに比較のため労働衛生ハンドブックより、各年齢群にみられる基準値を掲げてみると表3の如くである。

尚漸減傾向については対象をもっと多く測定

表2a 体位平均値

年 令	数	身長	体重	胸 囲	V指数	B指数
		M σ	M σ	M σ	M σ	M σ
20～24	16	167.5 4.53	60.2 4.59	86.9 2.64	87.9 4.21	59.7 2.47
25～29	25	165.3 4.50	61.6 6.06	89.3 3.89	91.3 5.69	58.7 3.15
30～34	19	164.9 5.00	59.6 5.98	87.7 4.35	89.3 4.85	59.0 3.67
35～46	23	165.6 4.10	60.8 8.82	88.0 4.60	90.1 6.55	59.7 3.44
小 計	83	165.7 4.61	60.7 6.74	88.0 4.10	89.9 5.64	59.2 3.63
～54	13	165.1 4.15	61.9 9.12	87.5 5.80	90.4 9.17	61.2 3.87
55～	28	162.9 5.68	64.0 8.41	90.3 5.84	94.8 9.21	60.5 2.61
合 計	124	165.1 4.96	61.6 7.52	88.5 4.84	91.4 7.32	59.7 3.52

表 2b 血圧, 肺活量の平均値

年 令	数	最高血圧		最低血圧		脈 圧		血 圧 指 数		肺活量	
		M	σ	M	σ	M	σ	M	σ	M	σ
20~24	16	122.7	10.4	76.5	9.7	46.2	10.6	37.5	7.2	4,309	554.5
25~29	25	121.8	11.6	76.5	10.4	45.3	9.3	37.5	6.4	4,144	556.7
40~34	19	119.2	13.4	77.0	11.3	42.2	8.6	35.4	6.0	4,040	480.4
35~46	23	116.3	10.7	77.8	8.6	38.4	7.3	32.7	5.4	3,621	646.6
小 計	83	120.0	11.9	77.0	10.0	43.0	9.5	35.7	5.7	4,007	621.5
~54	13	140.2	17.6	95.8	14.5	44.3	9.7	31.7	5.8	3,798	416.1
55~	28	142.1	16.9	94.1	14.5	47.9	9.3	33.8	5.1	3,185	462.5
合 計	124	127.0	17.2	82.8	14.4	44.2	9.7	34.8	6.3	3,814	629.7

表 2c 心搏平均値

年 令	数	H		H ₁₀		H ₂₀		H ₀ -H ₂₀ /H ₀		判定指数
		M	σ	M	σ	M	σ	M	σ	
20~24	16	74.2	8.5	152.1	12.6	103.2	13.6	32.4	4.5	58.8
25~29	25	74.7	10.0	148.2	13.8	99.4	12.7	33.1	4.9	61.0
30~34	18	76.6	12.0	151.4	11.3	103.9	11.2	31.3	5.0	57.9
35~46	22	75.9	9.1	152.0	13.1	106.5	14.4	30.1	4.4	57.1
小 計	81	75.3	10.0	150.7	13.2	103.1	13.3	31.8	4.9	58.8
~54	10	82.1	10.0	131.5	11.0	91.7	10.8	30.2	6.4	22.0
55~	16	85.1	10.5	131.8	10.0	96.6	11.7	26.7	6.8	20.9
合 計	26	83.9	10.3	131.7	10.6	94.7	11.4	28.0	6.7	21.4

し続けなければ明確にとらえることは出来ないが、船舶における生活環境を考えると、この傾向は一応妥当なものとして推測することが可能である。これは若年層における優れた結果からで、船舶における労働や生活の諸条件を考えた際、

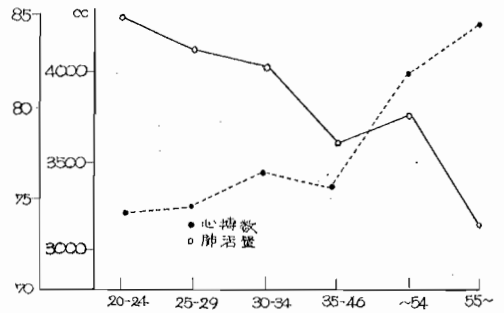


図 2a 心搏数と肺活量

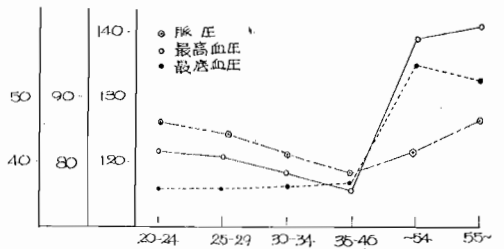


図 2b 血圧と脈圧

表 3 肺活量基準表 (σ=500cc)

年 令	M cc	年 令	M cc
20	3,900	26~30	3,900
21	3,940	31~35	3,800
22	3,950	36~40	3,650
23	3,950	41~45	3,550
24	3,940	46~50	3,400
25	3,930	51~55	3,300

生活条件の苛酷さ、精神負荷の大きいこと、労働環境の急変身の諸悪条件が常に身边をおびやかしているわけで、これらに対処するには精神力のみならず人並以上の体力を必要とすることが考えられ、こうした点で耐性的意味におけるスクリーニングが、初期において既になされていたものと考えられ、こうして選ばれた人々が永い間の生活に慣れ、船舶にみられる労働と生活環境からうける空間的、時間的制約によって運動不足の結果をもたらし、諸機能の弱体化、硬化の諸現象を誘導した一つの示標であるとみる

ことが出来ると思われる。

肺活量の大小は普通の状態においては、呼吸に対して大きな意義を有さないが、呼吸が増大してくると作用が大きくなり現われてくる。操船労働においては直接筋作業によって、呼吸が増大するような労作強度をもつものはまず考えられないとしても、精神的負荷に大きい場合が想像される。これは直接にその大小が測定されないけれども、外部に現われる言動や、内部に起る精神現象をとらえることによって、知ることが可能である。

このように精神的負荷による筋緊張や、持続的立位労働による倦怠感を伴いがちな操船労働においては、緊張緩和や健康保持ということが重要な問題となり、この意味において他の循環器系との関連において肺活量を眺めることは充分に意義のあることと思われる。

(2) 血 圧

今回の測定結果は表2及び図2に示された通りであるが、この結果と他の平均値との比較は、測定法のところでも述べたように、方法や条件の違いで非常に変動するので、直接比較するのは難かしいと考えられる。

今測定結果は全体として中年層に谷の現われている点に、一般の傾向とは異なった特色を示している。これは当所の久我の調査結果からも同様な傾向を窺うことができ、これによって海上における労働や生活環境における影響因子を推測することが出来ると思われるが、具体的に何であるかはこれだけの資料では定め難いようである。

血圧の正常値に対する見解にはかなりの巾があつて、測定法が一定していないために平均値自体にも相当なひらきが認められる。又一般に

血圧値を年齢に関係があるという考えと、年齢とは無関係だとする考えとがあるけれども、最高血圧で150~160mmHgを越したり、又最低血圧で90~100mmHgを越したりするものは異常と考えられているようである。そしてWHOの委員会でも認めているように、正常血圧と高血圧との間には明瞭な境界線を設けることは出来ず、便宜的に下記の値を随時血圧値における基準として用いているようなわけである。

正常範囲 139/89 mmHg 以下

高血圧が疑わしく観察を要す

140/90~159/94 mmHg の間

高血圧 160/95 mmHg 以上

今測定結果についてこの基準でみると、最高血圧値で6名、最低血圧値では実に24名が一応高血圧者として該当するわけである。これを年齢群別についてみると、A群1、B群1、C群2、D群1、E群10、F群15となっており、高年齢層になって急増する結果を示している。これは成人病といわれている高血圧症が、ただ年齢が進むにつれて罹り易くなるという事実のみならず、ここに現われたE F群にみる6割の高率から推測して、環境による影響因子が考えられるものと思う。

最低血圧値に対しては上に述べたように、全般的にやや高く、殊に高年齢層で高い結果をみせており、最高血圧に対して最低血圧が割合高い傾向をもっていることがわかる。

操船時に考えられる特徴の一つとして、精神的負荷によって血圧上昇を起す作用があると考えられている神経因子への影響があり、しかもその影響条件が多く、刺激が強くと考えられるわけで、出来るだけ正常値に近いことがこの意味から望まれるものと思える。そして血行動態を

考えた場合、血圧は血液分布の調節作用と密接に関係するので、体位変化による血管系の調節が血圧に関連して随時行なわれなければならない。この調節機能にも個人差が大きく認められるが、血圧との調節作用が円滑に出来なければ、極端な場合には長時間の立位労働によりめまいや卒倒を起す結果となる。このように血管の血圧に対する調節能力の弱さは運動量の少ない操船時にみられる単調な立位労働においては、ついには下肢の浮腫を惹起したり、組織の代謝不全をもたらしたりする結果となるわけである。こうした障害は勿論血圧のみならず、血管組織や血液の滲透圧に大きく左右されるのであるが、血圧の関与も明らかなことで、なおざりにはできぬものである。

(3) 心 搏 数

心搏数の平均値は各年齢群別に表2及び図2に示された如くである。一般の平均値は60~70回/分とされ、年少者においてこれより大きく、高齢者においてこれより小さい値を示している。

この表をみると各年齢群とも相対的に大きい値をみせているが、傾向としては高年齢層程その差が大きくなる特徴をもっている。そして図2からもわかるように、血圧値の変化と割合に似た曲線を示している。

運動負荷後の回復過程を図4に示すグラフからみると、海技大学校(ABCD群)とパイロット志望者群(EF群)とに別れるが(運動負荷時間を異にするため)、前者の場合B群の回復過程が平均として最もよい結果が認められそれにA群C群が続いている。

次に判定指数を算出して、良否の判定をしてみると図4に示す如くである。

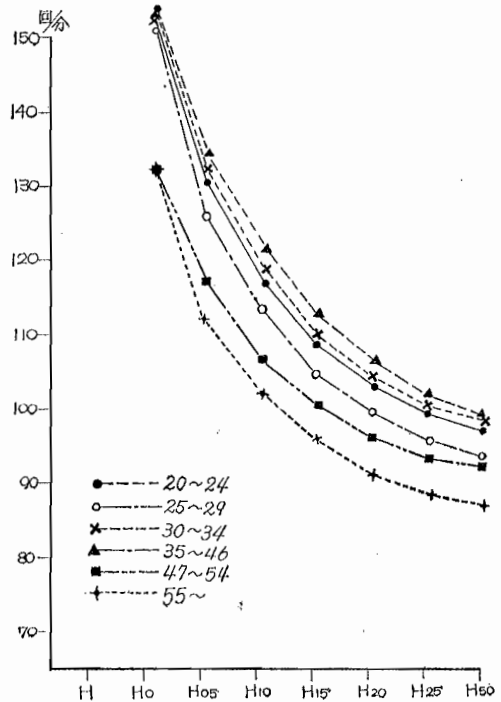


図3 心搏数の変化

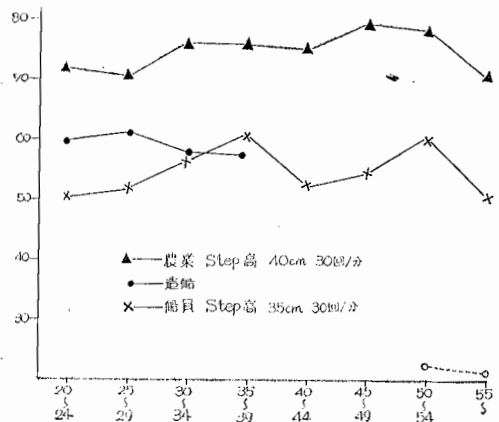


図4 判定指数の比較

判定指数はハーバートのステップテストにおける算出法にならったもので、次式によって算出した。

運動負荷時間(秒)

$$\text{判定指数}^* = \frac{H_{10} + H_{15}}{2} + \frac{H_{20} + H_{25}}{2} + H_F$$

この結果を表及び図からみると、パイロット志望者群は別として、大略60位にまとまっており、B群を頂点として下降している。又他の結果と比較してみると、昇降階段の高さを異にするため同一の水準では比較出来ぬが、農村の結果とは明らかに劣っており、又某造船所の結果と比較しても年齢が進む群で劣ってくる傾向が現われている。

尚判定指数の基準としての目安は

50以下	劣
50~80	普通
80以上	良

となっており、海技大学校の結果をそのまま当て嵌めても普通の下に相当するものとなる。

3. 相関係数

循環機能の測定結果と形態測定との関連及び循環機能相互間における関連をみるために、それぞれに対する相関係数を算出した結果が表4 a~dである。

(1) 形態との相関

形態に対する肺活量の相関は表4 aの如く、各年齢群とも身長に対して最も大きい値を示している。又B指数**に対しては負の相関を示す傾向が強く、体型から体力を判断する常識的な目安と一致することがわかる。即ち軟部組織の

* テレメーターが瞬時値を示すために便宜的に計算を行ったものである。ハーバート法による判定値の略算値を求める線図を参考のため付した。(付図1)

** B指数 = $\frac{4\pi \text{体重}}{(\text{胸囲})^2 \times (\text{身長})}$

表 4a 循環器と体位の相関

	年令	数	身長	体重	胸囲	V指数	B指数
肺活量	20~24	16	548	314	499	084	-494
	25~29	25	401	361	278	182	045
	30~34	19	476	320	536	235	-619
	35~46	22	186	001	-083	-063	171
	小計	82	375	170	180	057	-116
	~54	13	550	-085	-023	-164	-414
	55~	27	357	-047	-143	-203	074
	合計	122	440	-007	-013	-173	-187
血圧		16	-431	253	352	539	227
		25	095	449	265	361	354
		19	147	259	039	123	265
		22	314	489	382	452	386
		82	076	353	197	318	257
		13	-161	373	644	464	424
	28	065	143	270	281	277	
	123	-076	395	326	399	236	
心搏数		16	083	-173	-175	-219	-089
		25	001	-148	-114	-141	-088
		19	202	355	116	199	211
		22	110	-062	092	-032	-331
		82	090	006	007	-029	-050
		10	-286	-309	-064	-214	-616
	16	-045	096	155	128	-216	
	108	-061	039	071	079	-020	

表 4b 循環器の相関

	年令	数	血圧	心搏数	H ₀	H ₂₀	判定指数
肺活量	20~24	16	073	065	-146	-214	219
	25~29	25	097	-063	-107	-108	110
	30~34	18	-105	-049	022	-213	238
	35~46	22	-226	-306	-146	-080	135
	小計	107	-276	-222			
	~54	10	295	-055	229	-196	185
	55~	16	-181	223	-183	148	-083
	計	107	-276	-222			
血圧	20~24	16		051	285	308	-333
	25~29	25		453	325	355	-353
	30~34	18		272	336	429	-408
	35~46	22		129	213	269	-227
	小計	81			278	279	-274
	~54	10		669	359	517	-505
	55~	16		182	361	195	-170
	計	107		413			

表 4c 血 圧 の 相 関

	年 令	数	最低血圧	脈 圧	血圧指数
最 高 血 圧	20~24	16	446	572	251
	25~29	25	619	616	040
	30~34	19	767	746	026
	35~46	23	691	577	250
	~54	13	833	561	-.065
	55~	28	834	512	-.067
	計	124	750	543	-.044
最 低 血 圧	20~24	16		-.480	-.754
	25~29	25		-.327	-.739
	30~34	19		-.125	-.618
	35~46	23		-.161	-.755
	~54	13		009	-.606
	55~	18		-.046	-.602
	計	124		-.030	-.621
脈 圧	20~24	16			936
	25~29	25			871
	30~34	19			954
	35~46	23			864
	~54	13			787
	55~	28			816
	計	124			799

増大に伴う体重増加の現象は、肺活量に対しても正相関関係にないことが認められる。又V指数に対しては殆んど相関関係をもたないことがわかる。年齢群別にみられる特徴として、体量と胸囲における相関係数の変化を挙げる事が出来る。これは若年層の相関値と高年層の相関値の間に逆減の傾向が認められることで、B指数との相関関係から、若年層と高年層における体型や組織発達の機序を推知することができる。即ち若年層における体重は身長、胸囲に調和した増加を示すが、高年層になる程胸囲の寄与は減少し、皮下脂肪層の影響が大きく現われてくる。このように形態的に肺活量をみる場合は年齢群別の見方をする必要があり、比較的恒常性を認められる指標として身長を考えることが出来るわけである。

表 4d 心 搏 の 相 関

	年 令	数	H ₀	H ₂₀	(H ₀ -H ₂₀)/H ₀
心 搏 数	20~24	16	778	712	-461
	25~29	25	480	726	-703
	30~34	18	682	700	-305
	35~46	22	794	764	-529
	計	82	649	704	-508
	~54	10	498	850	-592
	55~	16	429	888	-827
H ₀				915	-588
				844	-238
				686	-054
				912	-552
				853	-375
				584	137
				671	-062
H ₂₀					-860
					-716
					-720
					-842
					-782
					-721
					-782

血圧の関係をみると、体重とV指数にやや大きく、次いで胸囲とB指数となり身長は殆んど関係をもたないことがわかる。このことは血圧が肥満体と関係をもつことを表わしており、太い上腕にて肥満者の血圧を正確に測定することは実際に困難を伴うものであるが、肥満者における高血圧の頻度の増加は、衆知の事実であるし今測定結果においても明らかなよのに、血圧値に対する判定指標として体重を考慮することは、身長や胸囲の点で勘案すればかなりその意義を認めうるものである。

次に心搏数についてみると、形態との関係は殆んど認められない結果となっている。このことから心搏数の平常値についての指標としては、形態測定は適していないわけで、同じ体型でも個人差が大きいことが認められる。

(2) 機能間の相関

各機能間の相関や、回復過程における相関を表4 b～dによってみると、肺活動は随時血圧や平常心搏数とは相関を認められないが、心搏数の回復過程や機能の判定指数との間には低い相関のあることが認められる。即ち肺活量は心搏の回復や、機能の良否をみるにはその目安となりうるということがわかる。これは回復過程に要する酸素摂取量という観点から、酸素量が肺活量と単位時間における呼吸数の積であることを思えば、摂取効率が同じであれば、呼吸に要する負荷が少いために肺活量の多い方が回復時間の短いことが予想される。

血圧と心搏数については、平常値に対しては年齢群によって相当の巾があり、恒常性を欠いているので明確には判断出来ぬが、肺活量と同様に心臓の回復過程や機能の判定指数との間には前者以上に相関関係を認めうるわけで、血圧の心臓機能良否の判定に対して持つ意義の重要性を裏書きするものである。

次に血圧値相互間における関係を表4のcによってみると、最高血圧と最低血圧の間には高い相関があり、高年齢層程その傾向が強い脈圧*に対しては各年齢層で差は少なく割合に高い正相関があるが、血圧指数**に対しては殆んど関係がなくなっている。最低血圧は脈圧に対して年齢とともに逆減しており高年齢層では無関係になって血圧指数とは割合に高い負の相関を保っている。

最後に心搏数相互の関連を表4dよりみると、平常心搏数は運動直後の心悸抗進状態における心搏数よりも回復途路における心搏数により関

係の強いことがわかる。そして回復率を運動負荷後2分経過するまでに減少した割合 $(H_0 - H_{20})/H_0$ で算出した結果と心搏数とを比較してみると、回復率は平常心搏数に対しては各年齢群とも略一定しているのに対し、運動負荷直後の心搏数は相関係数が小さくしかも年齢群間に見る変動が著しい。このことは平常心搏数と負荷直後の心搏数の相関からも認めうるものであり、年齢の進むにつれて平常心搏数から心悸抗進を推知することの難かしさを物語っている。

4. 判 定

健康者の循環器系の能力判定を検討するために、以上の測定にもとづいて考察を試みてきたが、測定値に影響を与える因子が複雑であるばかりでなく、循環器系の綜合作用による健康度の判定は個々のものからでは非常に難しく、機能相互の関連が密接なために機能間の調和という点に重点をおかなければならないと考える。例えば循環器系の能力であるから、単位時間中に搏出される血液の循環量が多ければ多い程、高く評価されて当然であるが、この分時搏出量にしても脈圧や心搏数のみによって決定されるものではなく、血管壁の構造やその伸縮作用、血液の性質や量それに滲透圧といったものに大きく影響を受けており、その調和を保つべく活動し続けているわけであるから、諸種の条件が同じと仮定された時にのみ、個々についての考察結果が意味をもってくると思われる。即ち脈圧の大小が搏出量の大小に関係していること、血圧が心搏数と正相関にあること、又血圧が回復と逆相関にあること等からその有利性不利性が頷けるわけである。

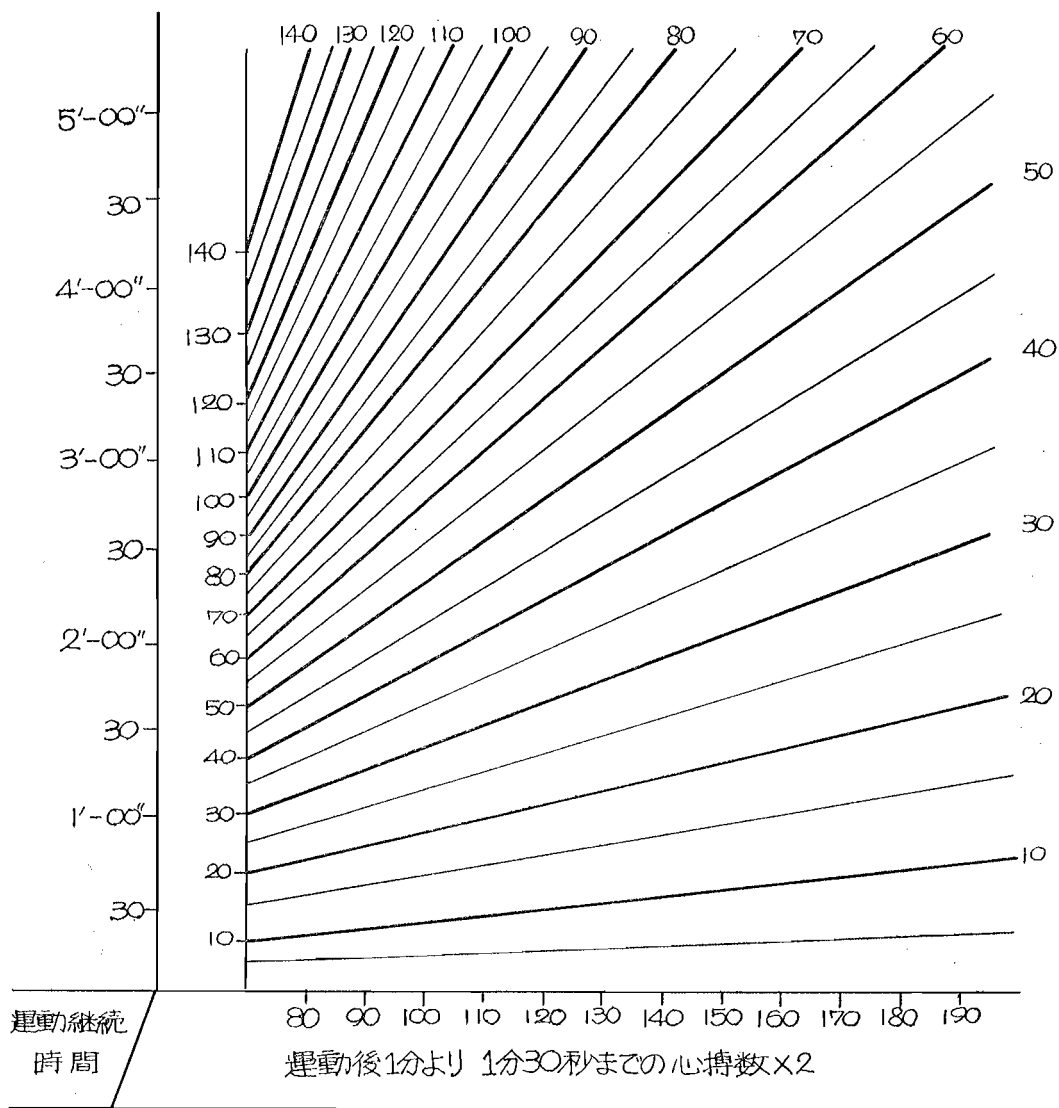
然し個々の値については、こうした考慮なし

* 脈 圧=最高血圧-最低血圧

** 血圧指数=(脈圧/最高血圧)×100

には積極的にその指標として適性を云々する手段となり得ぬとしても、消極的な目的における

耐性判断の手段としてなら個々をとり挙げても充分にその意義が認められるものとする。



付図1 判定指数を求める線図