

水泳事故防止のための医学的管理について

黒田善雄 豊田 博 田村光子

I はじめに

本学においては、教養学部第1学年の水泳のできない者を対象として、水泳講習を行なっている。

水泳講習における事故を予防するためには、水泳禁忌と考えられる種々の疾患を有する者、水泳という特殊な状況により、異常な反応を示す危険性のある者などを予め除外することが必要である。著者らはそれらの者を事前に発見するために、各種の検査をスクリーニング・テストとして実施している。

ふるいわけの対象となる者は、1)現在なんらかの疾病異常を有する者、2)現在なんらの異常を自覚しないが、過去において病気の既往を有し、水泳によって異常を起す可能性のある後遺症を残している者、3)現在・過去ともに日常生活においては、健康状態を保ってきたが、潜在的にとくに循環器系の虚弱を有する者などであろう。

あらゆる運動を行なうさいに、筋肉活動に伴い循環器系、呼吸器系に、全身的にわたって、調整機構が行なわれる。そのさい健康体では身体諸機能は破綻をきたすことなく、生体の homeostasis により、環境の変化に応ずることができる。しかし通常の生活においては、“健康”である者の中にも、水泳という特殊な運動環境と、そのさい加わる強い負荷の条件の下では、循環器系、呼吸器系が生理的反應の範囲を逸脱して、正常の適応現象とは質の異なった、いわば病態生理学的変化を生ずる場合がある。このような潜在的な心肺機能

虚弱者は、水泳管理のスクリーニング・テストとして最も重要な中心課題である。

II 昭和38年度の検査方法

著者らが水泳管理のためのスクリーニング・テストとして、過去2年間に実施してきた方法は、次のようである。なお本学においては、循環器系疾患、結核性疾患などを有する学生は、体育実技において特別な管理がなされており、水泳講習に参加することは、予め禁止されている。

昭和38年度においては、水泳講習受講希望の男子学生84名に対して、第1表に示すような10項目よりなる検査を行なった。以下各項について簡単に説明する。

1. 既往症

既往症については、とくに水泳と関係の深い疾患を中心に、問診を行なった。対象の疾患名は第2表の通りである。

問診にあたっては、既往に経験した疾患によって、異常が予想される場合があるので、それらの疾患についても、言及することが必要である。周

表1 検査項目(昭和38年度)

- | |
|----------------------|
| 1. 既往症 |
| 2. 運動歴 |
| 3. 診察 |
| 4. 安静時並びに加圧時の上腕動脈波型 |
| 5. 安静時心電図 |
| 6. Harvard Step Test |
| 7. 血圧 |
| 8. 肺活量 |
| 9. 最大呼出力 |
| 10. 安静時呼吸停止時間 |

表2 既往症

1. 眼疾患	9. ジフテリア・猩紅熱
2. 耳疾患	10. 脚気
3. 鼻疾患	11. テンカン
4. 心臓疾患	12. 喘息
5. 腎臓疾患	13. ジンマシン
6. 結核性疾患	14. 1年以内ツ反応陽転者
7. リウマチ熱	15. 貧血
8. 関節炎	16. その他

知のように、リウマチ熱に伴う心内膜炎が、しばしば心臓弁膜障害を残し、猩紅熱も、回復期にはしばしば急性腎炎を併発する。ジフテリアは心筋の傷害を残すことがあり、また口蓋筋麻痺その他の神経炎を残すことがある。扁桃炎は急性腎炎の原因となることが少なくない。これらの関係疾患にも注意を払った。

2. 運動歴

過去に経験した運動の種目、期間、技術などを知り、運動部生活の経験の有無を知ること、水泳講習の事故防止、指導上重要なことであるので注目した。

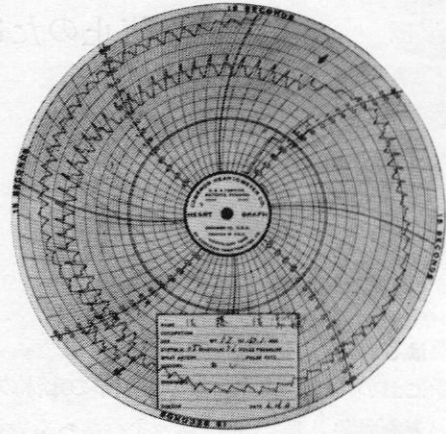
3. 診察

診察を行なうさいには、まず全身的症状、一般状態を観察し、次に、とくに水泳前の診察という点から、心臓疾患、腎疾患、皮膚疾患、眼疾患、耳疾患とくに鼓膜穿孔の有無、貧血、高血圧等についての注意を払った。

4. 安静時並びに加圧時の上腕動脈波型

上腕動脈波測定法は Cureton¹⁾ により研究されており、上腕動脈波の状態は、心臓の駆血力 (Austreibungsfähigkeit) および血管の弾性を反映すると考えられている。記録には Heartometer が用いられる。実施の方法は、まず、上腕にマンシットをまき、便宜上内圧をその人の最小血圧より、脈圧の 1/3 くらい高い値に高める。この状態におけるマンシット内圧の変化を、空気伝導式にタンブールに導いて記録する。Heartometer による上腕動脈波記録例を示せば、図1の通りである。

Cureton は Heartometer によれば、上腕動脈



第1図 上腕動脈波型例

脈波の波高が高く、かつ脈波面積の大きいものほど、持久性の適性能力があり、心臓の condition が良いとしている。

著者らは安静時、ならびに 40 mm 水銀柱の加圧による呼吸停止を行なわせ、その間の脈波を記録し、その変化を分析した。

すなわち、まず被験者に 10 分間の座位安静をとらせた後、脈波を約 30 秒間記録し、これを安静時の脈波とした。40 mm 水銀柱加圧時の脈波は、呼吸により水銀柱を約 40 mm 水銀柱の高さに保った状態で、30秒間呼吸停止を継続させ、その間の脈波を記録した。結果の判定には次の基準を用いた。

脈波分析方法

A. B. C. D. の4段階に判定する。

1) 安静時脈波について

a) 安静時脈波面積の大小

- A. 0.30 cm² 以上
- B. 0.29~0.20 cm²
- C. 0.19~0.15 cm²
- D. 0.14 cm² 以下

運動選手平均 0.39 cm²

一般人平均 0.24 cm²

虚弱体質者平均 0.11 cm²,

0.14 cm² 以下は要注意

b) 安静時脈波型の不整の有無

不整波型一期外収縮の有無，波型の大小など

病的波型—高血圧，心臓疾患などの判別

c) 安静時脈拍数

- A. 59/min 以下
- B. 60~80/min
- C. 81~99/min
- D. 100/min 以上

2) 加圧時脈波

- a) 加圧時脈波面積の大小
 - D. 0.05 cm² 以下
- b) 加圧時脈波型の不整の有無
- c) 加圧時脈拍数
 - 一般人平均 20% 上昇
 - C. 50% 以上上昇
 - D. 150/min 以上の時

3) 除圧時脈波

- a) 安静時脈波への回復傾向の遅速
 - C. 10 sec. 以上
 - D. 20 sec. 以上
- b) 除圧後の不整脈
- c) 不整波型の有無

以上の項目につき総合判定を行ない，A，B，C，Dの4段階に判定する。

5. 安静時心電図

安静時心電図の記録は，標準肢誘導，ならびに胸部6誘導について行なった。

著者らの対象としている潜在性心機能不全の判定にさいして，安静時心電図はその性質上決定的な所見を示さない。のみならず周知のように，一般的に心電図は単に検査法の一つにすぎないのであって，心疾患の診断の決定的なものではない。これらの点を十分考慮して，心電図所見は，他の臨床所見，検査成績と結びあわせて慎重に検討した。とくに不整脈，刺激生成異常，伝導異常，冠不全，心筋傷害などの有無に注意して判定を行なった。

6. Harvard Step Test

心臓血管系の機能テストは，一般に負荷試験によるものが多い，階段昇降などの労作後の身体変

化，とくに循環系への変化を追求することによって，循環系とくに心筋の予備能力を類推する。労作による脈拍，血圧，拍出量，血液分布，心臓形態，その他尿，体温，主観的徴候などへの影響の程度を観察する。Harvard Step Test は，脈拍数を指標とするので，容易に計測でき，多数を対象とするさいには，とくに便利である。実施にさいしては，Harvard Step Test 標準法を採用し判定基準で劣に該当する(55点以下の)者を，検討の対象とした。

7. 血圧

周知のように，経験的に最大血圧 150 mm Hg 以上，最小血圧 90 mm Hg 以上を高血圧としている。著者らは若年者が対象であるので，最大血圧 140 mm Hg 以上，最小血圧 90 mm Hg 以上の者を高血圧とした。低血圧は成人において最大血圧 100 mm Hg 以下のものとしている。著者らは他に機能障害の認められない場合には，低血圧については，特別に考慮しなかった。

8. 肺活量

呼吸機能検査としては，大別して 1) 換気機能に関する検査，2) 肺胞換気に関する検査，3) 肺循環機能に関する検査，4) その他の機能検査(呼吸停止時間，気管支肺気量測定，最大呼出力など)などに分類され，それらは多岐に分かれ，各部分機能の検査を行なわなければ，全貌を窺うことはできないが，血液面に関する検査は，心機能と密接な関係があり，種々の複雑な検査を必要とし，簡単に実施できないものが多い。これに比較して気相面の検査は実施が容易であり，主として換気機能検査が一般的である。

良く発達した胸廓と，健全な肺をもつ者は肺活量が大きく，身体的トレーニングはこれを増し，坐業または身体の異常，すなわち肺実質の変化，気道の変化，胸膜癒着，呼吸中枢の異常，運動神経の疾病，呼吸運動障害などは肺活量を減少させる。肺活量は身長などの体格と特に深い関係があり，一般成人男子の標準肺活量は，3000~3500 cc であるが，著者らは 3000 cc 以下の者を検討の対象とした。

9. 最大呼出力

最大呼出力の測定は、呼吸運動のさいに最大呼出を行ない、その圧を測定するものであるが、Curetonが運動適性の研究において採用したものである。これは肺機能よりも、むしろ呼出運動のさいの呼吸筋および腹筋、横隔膜などの強さに関係する割合が大きい。それゆえ呼出運動のさいの呼吸筋力テスト、および加圧息こらえ時の循環系の耐久度の検査としての意義の方が大きいと考えられている。

最大呼出力の測定には、水銀柱のマノメーターの一端に肉厚のゴム管をつけ、その先端に吹込口をつけた器具を用いる。1, 2回の深呼吸の後、十分に息を吸い込み、最大呼出を行なう。水銀柱の最高点の決定は、同じ高さを3秒間持続できることを条件とする。実施のさいには、とくに循環系の虚弱な者、がんばりすぎる者では失神を起すこともあるので、注意することが必要である。

一般男子大学生の平均は136.9 (±49.01) mm Hg²⁾であり、男子運動選手はやや高い値を示す。著者らは80mm Hg以下の最大呼出力をもつ者を検討の対象とした。

10. 安静時呼吸停止時間³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾

意志的に呼吸停止を行ない、ついにこらえきれずに再び呼吸を始めるまでの時間、すなわちいきこらえ時間は、体力の指標の一つとして用いられてきた。呼吸停止時間は、主として呼吸機能と循環機能とに関係をもち、またこれら身体的要因に加えて、精神的要因に左右されるということも大きい。身体的要因としては、CO₂の過剰蓄積、O₂の欠乏、pHなどに対する呼吸中枢の感受性が、いきこらえ時間を決定する要素であり、精神的要因としては、呼吸中枢の興奮に対する大脳の抑制作用、すなわち意志の力が関係してくる。この他に息こらえ時間は、それを実施するさいの技術的要領も大きく影響してくる。したがって息こらえ時間を体力の指標として用いるためには、これらの影響をつとめて小さくするようにしなければならない。すなわち十分熟練した被験者で、はじめて息こらえ時間を体力の指標に用い得るといえる。

しかしながら、安静時呼吸停止時間は、その実施に特別な装置を必要とせず、簡単に肺および心臓の両機能を、同時に検査するには便利であり、とくに初心者の水泳では、息こらえの練習は大切なことである。

測定方法ならびに測定時における被験者の状態などにより、多少の相違はあるが、健康成人男子では40~120秒(平均60秒)であって、男子で40秒以下のものは、病的であるといわれている。

III 昭和38年度の検査の成績

38年度水泳講習受講希望の男子学生84名に対して、10項目よりなる検査を行なった結果は次の通りである。

1. 既往症

鼓膜穿孔、中耳炎などの耳鼻咽喉疾患、結膜炎などの眼疾患が9例、腎臓疾患6例、ジンマシン5例、肺結核、胸膜炎、結核性腹膜炎、貧血、脚気、リウマチ熱、甲状腺肥大、肺炎、脊椎カリエス、大腸炎、赤痢が各々1例であった。

2. 運動歴

過去の運動部経験の状態を調べた結果、運動部経験を有した者は、84例中31例であった。

3. 診察

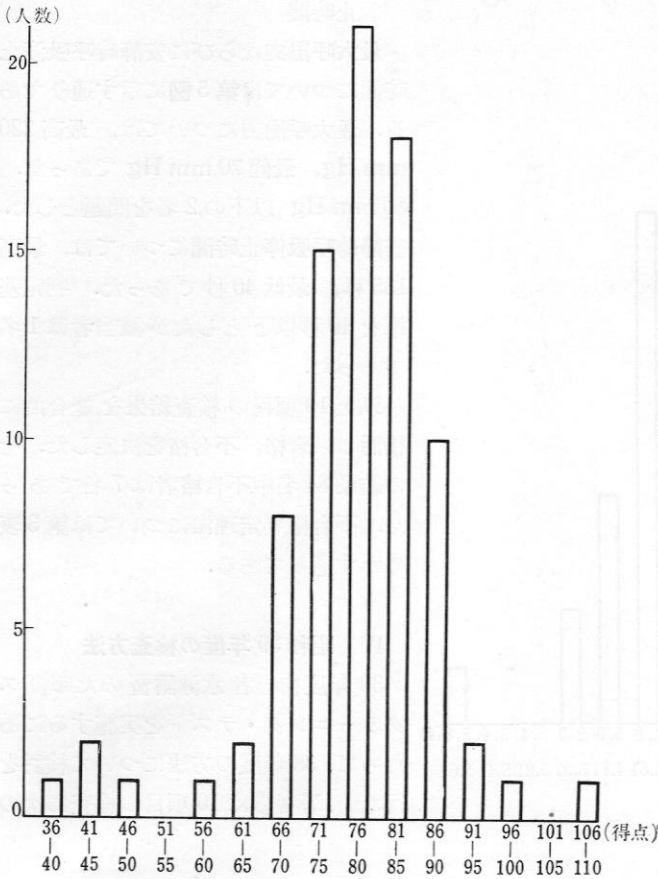
身体的一般状態、脈拍、心音、皮膚疾患、眼疾患、耳疾患とくに鼓膜穿孔、貧血などに注意して行なった。その結果は結膜炎2例が発見され、専門医の診断により水泳の適否を決定した。

4. 安静時ならびに加圧時の上腕動脈波型

脈波面積の大小、不整波型、病的波型、脈拍数の変動などを観察し、きわめて良好なる者から、きわめて悪い者にいたるA, B, C, Dの4段階に判定した結果は、A 18名(21.7%)、B 48名(57.8%)、C 13名(15.7%)、D 4名(4.8%)であり、C, Dの17名を検討の対象とした。

5. 安静時の心電図

心電図における異常所見は、刺激発生異常として交互脈1例、心室性期外収縮2例、刺激伝導系の異常として、PQ時間の延長3例、完全右脚ブロック1例、さらに洞性頻脈3例、QRSの増高



第2図 Harvard Step Test

4例, ST. T の平低2例であった。

6. Harvard Step Test

Harvard Step Test の得点は第2図に示す通りである。最高108点, 最低40点であり90点以上5名, 80~89点30名, 65~79点42名, 55~64点2名, 55点以下4名であった。55点以下の4名を問題とした。

7. 血圧

最大血圧ならびに最小血圧の分布は第3図に示す通りである。最大血圧の最高142 mm Hg, 最低98 mm Hg であり, 140 mm Hg 以上5名, 100 mm Hg 以下3名であった。最小血圧の最高は90 mm Hg, 最低30 mm Hg であった。血圧については最大血圧140 mm Hg 以上, 最小血圧90 mm Hg 以上の6名を検討した。

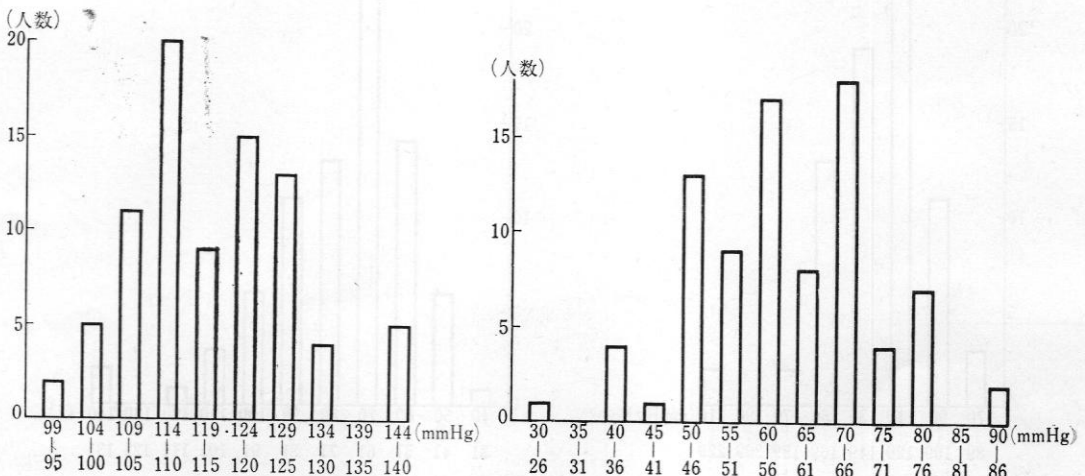
8. 肺活量

肺活量の分布は第4図に示す通りである。最高5640 cc, 最低2800 cc であり, 肺活量の判定ラインとしては3000 cc 以下としたが, 該当者は1名であった。

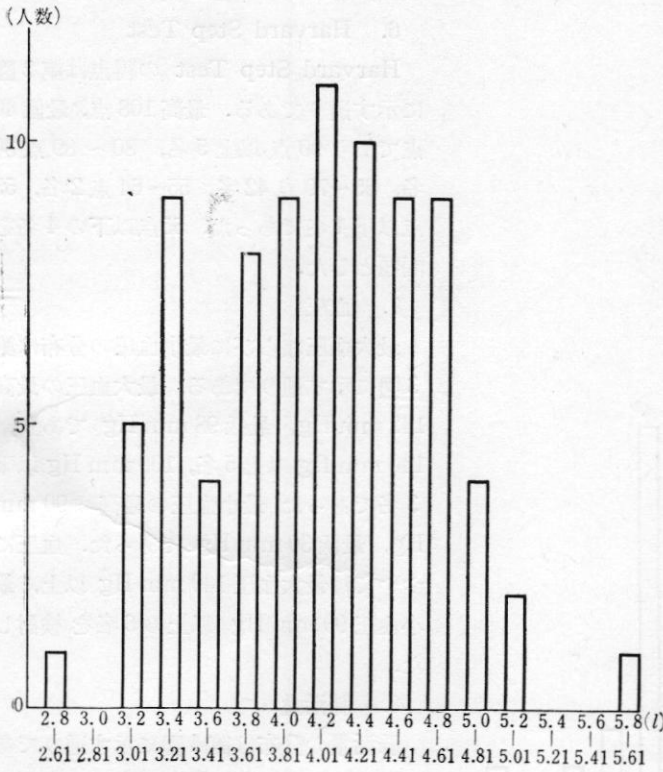
9. 最大呼出力ならびに安静時呼吸停

最大血圧

最小血圧



第3図 最大血圧ならびに最小血圧



第4図 肺活量

止時間

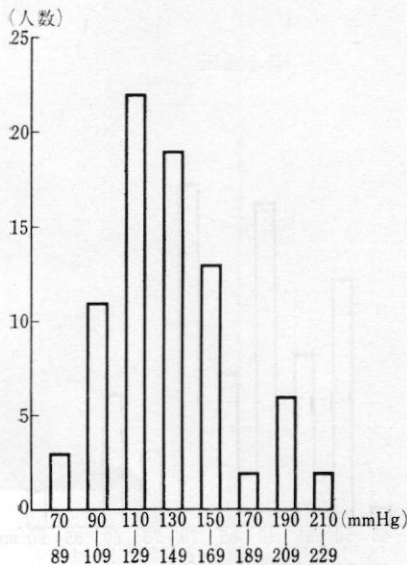
最大呼出力ならびに安静時呼吸停止時間については第5図に示す通りである。最大呼出力については、最高220 mm Hg、最低70 mm Hgであった。80 mm Hg以下の2名を問題とした。安静時呼吸停止時間については、最高135秒、最低40秒であった。判定基準を40秒以下としたが該当者は1名であった。

以上10項目の検査結果を総合的に検討し、合格、不合格を決定した。その結果84名中不合格者は7名であった。不合格判定理由については第3表に示す通りである。

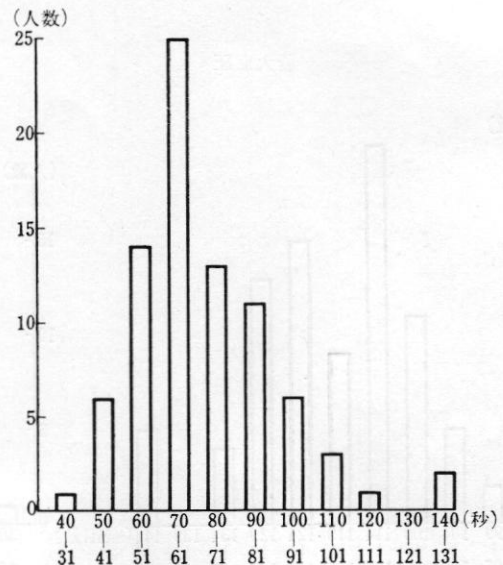
IV 昭和39年度の検査方法

39年度初心者水泳講習のためのスクリーニング・テストを実施するにあたって、38年度の方法について検討を行ない、著者らは10項目の検査に次の

最大呼出力



安静時呼吸停止時間



第5図 最大呼出力ならびに安静時呼吸停止時間

表3 不合格判定理由

1.	心電図	PQ時間	0.28"
		頻脈	98/min
	上腕動脈波型		C
2.	心電図	完全右脚ブロック	
3.	心電図	交互脈	
	上腕動脈波型		D
4.	心電図	II, III, FでST, T降下	
	上腕動脈波型		C
5.	心電図	心室性期外収縮	
	上腕動脈波型		D
	Harvard Step Test		49点
6.	心電図	頻脈	130/min
	上腕動脈波型		D
7.	心電図	心室性期外収縮	
		PQ時間	0.21"
	上腕動脈波型		D

ような変革を加え、講習受講希望の男子学生100名について、スクリーニング・テストとして8項目よりなる検査を行なった。39年度の検査項目は第4表に示す通りである。38年度と比較して、39年度では心電図は安静時と運動負荷後に記録し、Harvard Step Test は簡便法を採用した。

負荷心電図⁷⁾

安静時の心電図に異常を認めない者でも、なんらかの方法により、心臓に負荷をかけることによって、しばしば潜在する心臓の障害が発見されることがある。とくに心筋傷害あるいは、冠不全の軽度な場合には、安静時心電図には変化を認めない場合にも、心臓への負担が加わると、心電図に明らかな変化を示すものがある。負荷の方法としては、運動、酸素欠乏、アドレナリンまたはアトロピンの注射などが用いられるが、われわれは膝

表4 検査項目 (昭和39年度)

1.	既往症
2.	運動歴
3.	診察
4.	安静時並びに加圧時の上腕動脈波型
5.	安静時並びに負荷心電図
6.	Harvard Step Test 簡便法
7.	血圧
8.	安静時呼吸停止時間

屈伸30回/30秒を負荷し、直後の心電図をとり、これを負荷心電図とした。誘導は安静時、負荷後とも12誘導を記録した。

Harvard Step Test 簡便法

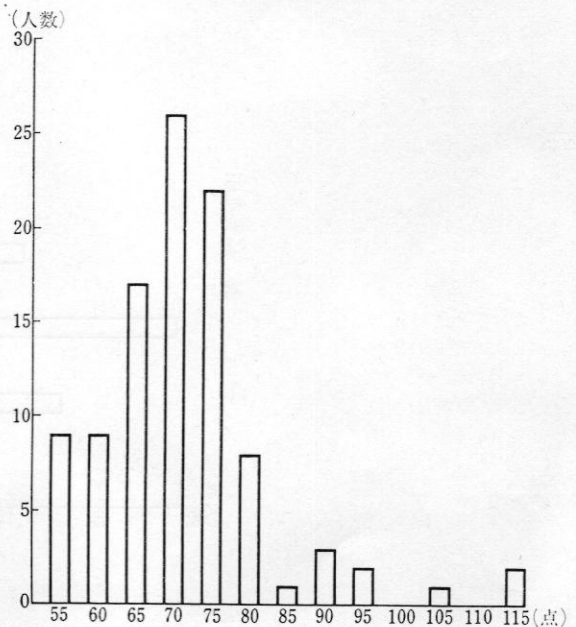
簡便法は昇降運動後1分より1分30秒までの脈拍数を1回だけ測定する方法である。標準法、簡便法ともに、運動後10分間連続して脈拍数を測定する R. E. Johnson らの原法の簡易化されたものであり、原法との相関は高く、10分間の全脈拍数を見積るために用いることができるといわれている。また P. V. Karpovich⁸⁾ は標準法と簡便法を比較した結果、両者に大差なく、かえって簡便法の方が簡単なのでよいのではないかと報告している。判定指数50点以下劣、50~80点普通、80点以上良好と判定し、われわれは50点以下の者を、他の所見と照覧し検討の対象とした。

V 昭和39年度の検査の成績

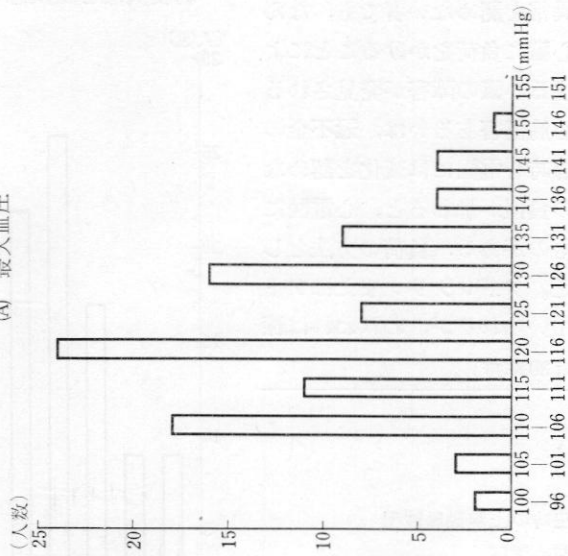
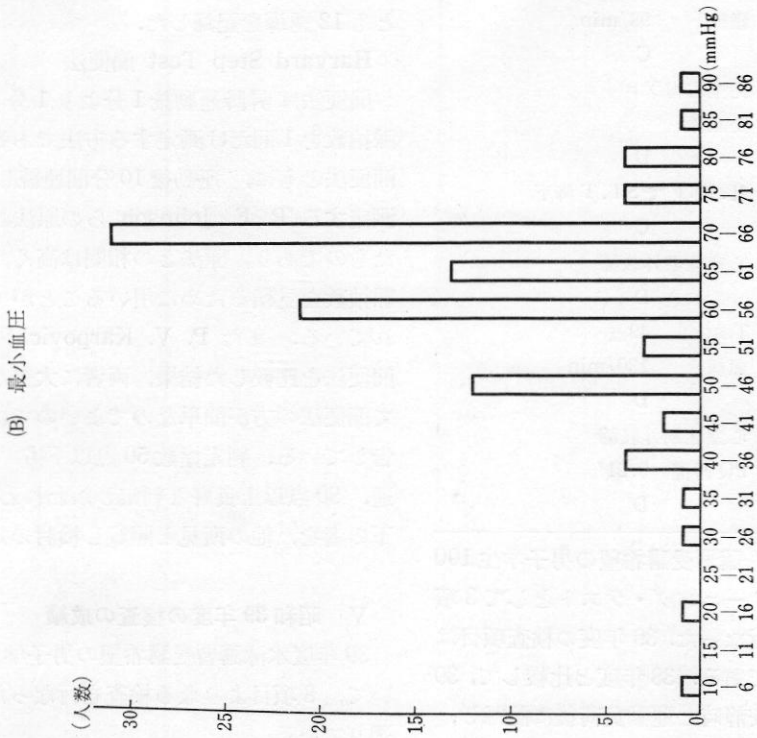
39年度水泳講習受講希望の男子学生100名について、8項目よりなる検査を行なった結果は次の通りである。

1. 既往症

結膜炎など眼疾患28例、中耳炎などの耳疾患



第6図 Harvard Step Test 簡便法



第7図 最大血圧ならびに最小血圧

表5 心電図の異常所見

刺激発生異常	
心室性期外収縮	1例
上室性期外収縮	1
洞性頻脈	1
刺激伝導異常	
房室ブロック	
PQ 延長	1
Wenckebach 型	1
WPW 症候群	1
右脚ブロック	1
完全右脚ブロック	1
不完全右脚ブロック	3
P 波の異常	1
QRS の増高	6
ST. T の変化	10

16例, 鼻疾患17例, 腎臓疾患5例, ジンマシン5例, 結核性疾患3例, ジフテリア2例, 脳貧血2例, 肺炎2例, 扁桃炎2例, 血清肝炎1例, 心肥大1例, 腹部腫瘍1例であった。

2. 運動歴

過去の運動の種類, 期間を調べた結果, 運動部経験を有した者は, 100名中43名であった。

3. 診察

診察により8例の鼓膜穿孔の疑いのあるものが発見され, 専門医に受診させた結果, 1例が水泳を禁止された。また2例の結膜炎ならびに1例の眼瞼縁炎が発見されたが, 専門医の診断により, 水泳は許可された。

4. 安静時ならびに40 mm Hg 加圧時の上腕動脈波型

38年度と同様の基準により判定した結果, A15名, B52名, C28名, D4名であり, C, Dの32名を検討した。

5. 安静時ならびに運動負荷直後の心電図

安静時心電図, 膝屈伸30回/30秒の負荷後心電図により認められた異常所見は第5表に示す通りである。

負荷後心電図所見

安静時心電図で心室性期外収縮を示した例は負荷により消失した。PQの軽度延長(0.21秒)例は

負荷により0.19秒と短縮した。

Wenckebach型房室ブロック例は負荷後上室性期外収縮を認めた。

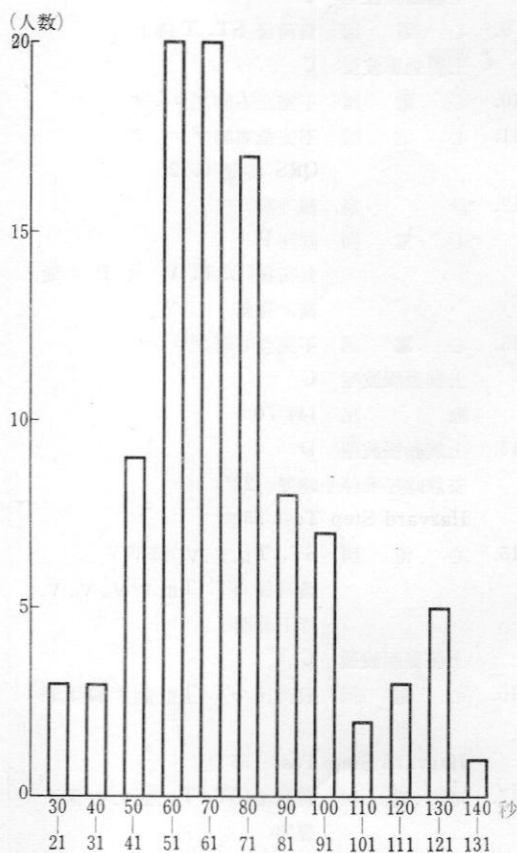
WPW症候例は負荷後著明なST. Tの降下を認め, 他に負荷によりST. Tの降下が増強した例は1例であった。安静時には異常がなかったが, 負荷によりST. Tの降下を認めた例は7例であった。

6. Harvard Step Test 簡便法

簡便法の判定基準は80点以上良好, 50~80点普通, 50点以下劣であるが, われわれの行なった結果は第6図(65ページ)に示す通りである。最高115点, 最低55点であり, 80点以上17名, 50~80点83名であり, 55点以下の9名を問題とした。

7. 血圧

最大血圧ならびに最小血圧の分布は第7図に示す通りである。最大血圧の最高148 mm Hg 最低



第8図 安静時呼吸停止時間

表 6 不合格判定理由

1.	心電図	A-V block (Wenckebach 型) 負荷後 上室性期外収縮
2.	心電図	負荷後 ST. T _{II, III, V₄, V₅} 降 下著明
	上腕動脈波型	C
3.	心電図	完全右脚ブロック QRS 時間 0.14"
4.	心電図	負荷後 ST. T _{II, III, F, V₃, V₄, V₅} 降下著明
5.	心電図	頻脈
	上腕動脈波型	D
	血 圧	144/85
6.	診 察	右耳鼓膜穿孔
	上腕動脈波型	D
7.	心電図	ST. T _{II, V₅} 降下
	血 圧	148/68
8.	心電図	WPW 症候群 負荷後 ST. T 降下著明
	上腕動脈波型	C
9.	心電図	負荷後 ST. T 降下
	上腕動脈波型	C
10.	心電図	不完全右脚ブロック
11.	心電図	不完全右脚ブロック QRS 時間 0.12"
12.	診 察	漏斗胸
	心電図	陰性 P 負荷後 L. F. V ₁ で P の増 高, 逆転
13.	心電図	不完全右脚ブロック
	上腕動脈波型	C
	血 圧	144/70
14.	上腕動脈波型	D
	安静時呼吸停止時間	22"
	Harvard Step Test	55 点
15.	心電図	ST. T _{II, V₃, V₅} 降下 負荷後 ST. T _{II, F, V₄, V₅, V₆} 降下著明
	上腕動脈波型	C
16.	心電図	負荷後 ST. T _{II, III, F} 降下著 明
	Harvard Step Test	55 点
17.	心電図	負荷後 ST. T _{II, III, F, V₅} 降下 著明

98 mm Hg であり, 140 mm Hg 以上 5 名, 100 mm Hg 以下 2 名であった. 最小血圧の最高は 85 mm Hg, 最低 8 mm Hg であった. 血圧においては, 最大血圧 140 mm Hg 以上の 5 名を検討の対象とした.

8. 安静時呼吸停止時間

測定結果は第 8 図に示す通りである. 最高 132 秒, 最低 22 秒であり, 判定基準 40 秒に達しないものは 6 名であった.

以上 8 項目よりなる検査の成績を総合的に判定し, 合格, 不合格を決定した. その結果 100 名中不合格者は 17 名であった. 不合格判定理由は第 6 表に示す通りである.

VI 考 察

水泳実施中に起こりうる最悪の事故は水死である. これは水による窒息死すなわち溺死と, 急性心臓死の二つが原因として考えられる. これらのうちとくに急性心臓死を予防することは, 水泳講習の管理で最も重要な課題である.

白石⁹⁾ は運動中における急性心臓衰弱の原因として, 三種類の事項を挙げている. 1) 疲労困憊 (マラソン, 耐久レース) 2) 胸部打撲 (ボクシング, ラグビー) 3) 胸内圧上昇 (水泳, 登山) の三種であるが, とくに水泳中の事故死を起す原因としては, 胸内圧上昇の場合である. 胸内圧上昇の循環系に及ぼす影響としては, 次のようなことが考えられる.

1) 心臓への直接の圧迫, 2) 大動脈, 肺動脈, 大静脈, 肺静脈への加圧, 3) 胸内圧の上昇が少し長く続くさいには胸腔内血液の減少, 4) 加圧の著しい時には肺動脈・肺静脈の圧が等しくなり血流の停止, 5) 心臓は少ない血液を圧の大きな動脈へ送血しなければならない, などの影響のため, 心臓からの送血量は少なくなり, 脈拍は細小となり, それによって脳動脈への送血も減少し失神をきたす. このような状態が水中で起こった場合には, 非常に危険な状態に陥る. この現象の軽微なものは, 日常生活においてもしばしば見られ, また warming up をせずにスポーツを行なう場合にも起こりうる. しかし単純な加圧によって重症に陥ることは余りなく, これに他の因子が加わって危険を

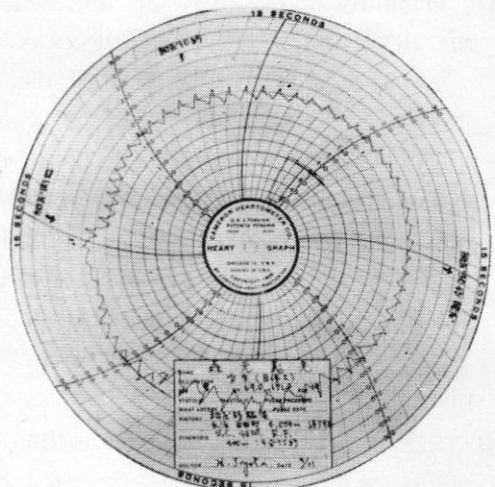
招来することが多い。水泳では水圧がさらに加わり、水中で強い力を出して運動を行なえば、かなりの圧となり、影響も圧に比例して大きなものとなってくると思われる。

さらに病態生理学的見地から、大橋・小林¹⁰⁾らは、急性心臓衰弱による死について次のように述べている。急性心動停止ないし心臓性突然死の起り方は、重篤な不整脈によるものと、急激に起る循環不全によるものに大別でき、前者は心室細動が代表的であるが、その他の洞静止、房室ブロックによる心停止が考えられ、これらのうち房室ブロックはさらに心室性不整脈、心室頻脈細動に移行する場合もある。後者の循環不全死も心臓性虚脱および末梢循環系虚脱などの急性循環虚脱と高度の肺うっ血を主徴とする急性うっ血性不全による場合が考えられる。

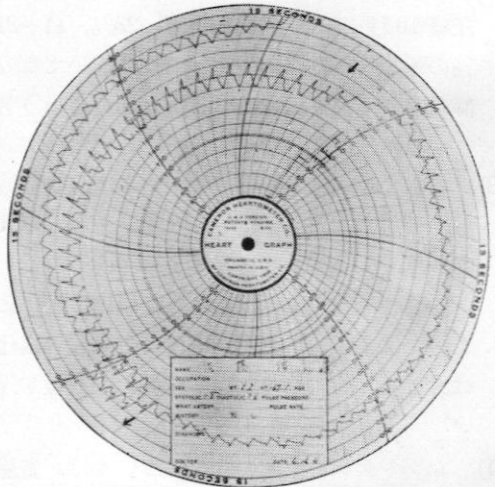
また急性心臓死の主要原因を阿部、朝比奈、祖父江¹¹⁾らは心臓性ショックに求めている。すなわち急性の右心または左心不全で、心送血量が著しく減少し、ショック状態に陥り、このため組織が貧血状態となり、平均動脈血圧が60 mm Hg以下になると冠動脈血流量が減少し、心筋衰弱が起り、十分な血液量を送血できなくなり、心機能の悪循環に陥り死亡するにいたる。

一般に急性心臓死は、それらの事例が突然に起り、しかも診療の体制に入るまでに時間がかかる場合が多く、また原因追求のための剖検例も少く、実験不可能な状態であるので、急性心臓死の完全な解明のため各分野からの追求がなされている状態である。

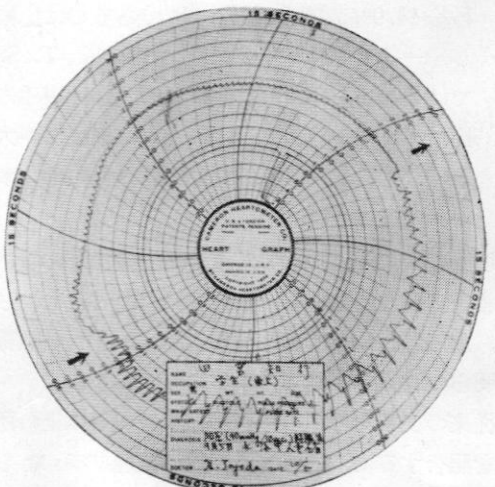
本学においては過去に数例の水泳事故を経験しそのうちの1例(T. S.例)は水泳テスト実施中20 m位泳いで急に意識不明となり、水底に沈み、約2分後にひきあげられ蘇生した。T. S.についての安静時の検査では、心音、血圧、脈拍数、心電図については、なんらの異常所見も認められていないが、その後T. S.について40 mm Hg加圧呼吸停止の影響を調べた結果、運動選手、一般健康人に比較して次のような変化が報告されている¹²⁾。



第9図 運動選手上腕動脈波型例



第10図 一般人上腕動脈波型例



第11図 異常者上腕動脈波型例(A. S.例)

1) 40 mm Hg 加圧呼吸停止中、血圧を聴診法で10秒、30秒、除圧し普通の呼吸を始めてから30秒、2分30秒、5分、10分に測定した結果、水泳選手、一般人はその変化が測定可能で、最大血圧が加圧30秒後、選手で平均2 mm Hg、一般人で平均9 mm Hg 上昇を示し、最小血圧は加圧30秒後水泳選手で平均11 mm Hg、一般人で23 mm Hg 上昇を示した。一方T. S. については加圧を行なうと動脈音が消失して、血圧測定が不可能な状態となった。

2) 安静時ならびに除圧後の心拍数の変化を、連続的に記録した結果、運動選手と一般人とでは40 mm Hg の加圧では差はみられず、加圧後10秒~30秒で各々、17~23%、11~21%の増加を示した。一方T. S. においては安静時よりも56~73%で、168/min という著しい心拍数の増加を示した。

3) 安静時、加圧中並びに除圧後の上腕動脈波型については、運動選手第9図、一般人第10図、T. S. 第11図に示す通りである。

安静時の脈波面積ならびに振幅はT. S. においては小さく、また加圧による脈波の変化は大きく、除圧後の安静時波型への回復も遅い。

4) レントゲン心臓像の変化については、安静時に対する加圧時の縮小率は、水泳選手で10秒後14.9%、30秒後13.4%であるのに比較し、一般人では各々25.2%、23.3%、T. S. では24.2%、31.9%であった。水泳選手に比較して、一般人、T. S. とともに縮小率が大きく、とくにT. S. は加圧30秒後の縮小率が大きであった。

以上のごとく安静時の健康診断では、なんらの異常を認めない者でも、努責を行なうことによって、血圧、心拍数、動脈波型、レントゲン心臓像に明らかな異常が認められることがある。

従来の文献を考察し、さらに著者らの以上の所見を照合するに、安静時の状態の把握のみなら

ず、努責・運動などにより、負荷時における反応の状態を把握し、さらに負荷によってあらわれて来る潜在性の変化を発見することが重要な課題と考えられる。著者らは水泳のスクリーニング・テストとして、一般の臨床的検査に加えて、加圧時の脈波、負荷心電図 Harvard Step Test などの各種の機能検査の成績を総合的に判定して、水泳講習参加の適・不適を決定してきたが、今後さらに検討を加えて、より確実に実体を把握する方法を追求してゆきたい。

文 献

- 1) Cureton, T. K., et. al.: Physical Fitness of Champion Athletes, 228~254 (1951).
- 2) 広田公一、豊田博: 最大呼吸力に関する研究(I) 東大教養学部体育学紀要第1号, 35~39 (1963).
- 3) 広田公一、石河利寛: 息こらえに関する研究(I) 息こらえ時間と肺胞ガス, 体育学研究, 8, 493~498 (1954).
- 4) 広田公一: いきこらえテストの研究(I) 陸上のいきこらえと水中のいきこらえ, 民族衛生, 21, 49~55 (1955).
- 5) 広田公一: いきこらえテストの研究(II) いきこらえの練習効果, 民族衛生, 22, 63~71 (1955).
- 6) 石河利寛, 広田公一: 息こらえに関する研究(3) 息こらえの反復施行, 体育学研究, 9, 616~621 (1955).
- 7) 上田英雄, 榎田良精, 木村栄一: 臨床心電図学, 100~103 (1958).
- 8) Karpovich, P. V.: Physiology of Muscular Activity, 運動の生理学(猪飼道夫訳), 299~302, (1963).
- 9) 白石謙作: スポーツにおける心臓死, 日本医事新報, No. 1937, 7~15 (1961).
- 10) 大橋成一, 小林昭夫: 急性心臓麻痺殊に心臓麻痺とスポーツ心臓について, 体育の科学, 7, 12, 498~500 (1957).
- 11) 阿部正和, 朝比奈一男, 祖父江逸郎: 臨床生理学, 臨床症状の病態生理, 200~224 (1964).
- 12) 豊田博: 最大呼吸力に関する研究(III) 第3報 胸腔内圧の上昇に伴う循環系の変化について(2) 体育学研究, 8, 2, 25~34 (1964).

Studies on the Medical Control Preventing from Accidents during Swimming

by

YOSHIO KURODA, M.D., HIROSHI TOYODA AND MITSUKO TAMURA

The swimming lessons for those students who are unable to swim has been carried out usually in the College of General Education of University of Tokyo. At first, on the application of swimming test, it is necessary, from the medical considerations, to exclude previously the students who suffer from various kinds of diseases and who might show an abnormal reaction in the swimming.

At the same time, those who might develop some cardiovascular catastroph or autonomic unstabilities should be mentioned and put in control conditions.

The various kinds of examinations for screening test have been carried out in our laboratories in order to find out the unfitted persons for swimming are as follows.

The students to be examined by screening tests are those who are sick at present. The students who are unconscious of sickness at present, but experienced some serious diseases in the past and now have some disordinalies which might give rise to pathological changes by swimming should be excluded. The students who are healthy, both in the past and present on the ordinary daily conditions, but have latent weakness especially in cardio-vascular systems are to be examined.

Among these students who should be

screen-tested the author always find some students who require special care. Although healthy under ordinary daily condition, they show unusual adaptation, exceeding the limit of physiological reaction of circulatory and respiratory systems, during swimming.

Therefore, it is the most important thing in the swimming control to find out these latent weakness of circulatory and respiratory systems.

The author practice the following 8 routines of examinations, based on the above mentioned reasons.

- 1) Medical History
- 2) Sports Experience
- 3) Medical Examination
- 4) Bürger-examinations by means of He-
artograph (pulse wave of brachial artery) at
rest and breath-holding
- 5) E. C. G. at rest and after exercise
- 6) Modified Harvard Step Test
- 7) Blood Pressure
- 8) Breath-Holding Time at rest

It is concluded that, according to our observations, it is really required not only to make out the conditions at resting-state, but also to reveal reaction under breath-holding, physical exercise and so on, and further more sure examination-method is to be applied to find out latent changes should be caused at imposition.