

### 3. 小児に対する運動負荷試験

#### 3-A 安全な最大酸素摂取量の推定法

福岡市立こども病院循環器科

砂川博史, 本田 憲, 溝口康弘  
吉井 薫, 福田省史, 岩尾初雄

##### <目的と意義>

運動許容量(裏を返せば運動制限)の判定は本人の生活形態を左右し, 年少児にあっては性格形成にも影響するとかんがえられ, 術後を含め, 心疾患を有する患者の集団生活における生活管理指導は, 社会的にも医学的にも益々重要になってきた。

ところで, 運動耐容能の判定には最大酸素摂取量や無酸素閾値等の測定がおこなわれるが, これらの方法では時に被験者に危険を招いたり, その判定に困難を来すことがあり, 従って, 安全且つ明確な判定法の確立が待たれている。

従来から観察されている様に, 運動負荷を掛けると, 之に対応して酸素消費量( $VO_2$ )も変化増減する。これは, その時のエネルギー消費(dE)に比例して好氣的(有酸素的)なエネルギー産生が行われている事を示している(図10 dE- $VO_2$  関係曲線の破線)。この場合, 理論的には負荷回復期の $VO_2$ は指数関数となる。図11(a)の実線は比較的軽い負荷時(= dE- $VO_2$  曲線の直線部分)の回復過程で, 指数関数的に減少していることが示されている。

然し, この比例関係は更に負荷が増すと実際は図10(a)の実線で示すように徐々に曲線に移行すると考えられる。このレベルの負荷の場合には $VO_2$ の回復経過は指数関数から上方に凸に外れ遅れる(図11(a)の破線例, ステージ-7)。

さらに負荷を増すとプラトーに至り, それ以上のエネルギー消費には好氣的には対応出来なくなると考えられる。この間に直線(破線)と曲線(実

線)との間に差が生じるが, この状況でのエネルギー消費が酸素負債(図10(a)の斜線部分)として蓄積する。従って, 負荷が終了してもこの部分を返済する迄は $VO_2$ はそのまま最大レベルで続くことになる。図11(b)の実線例は心房中隔欠損の術後早期の例で, 比較的低いレベルの負荷であったが, 負荷が終了した後もそのままのレベルの $VO_2$ が続いている。本例は(到達した $VO_2$ は低い)がdE- $VO_2$  曲線上プラトーのレベルに達する負荷を受けたと考えられる。

以上述べた様に, dE- $VO_2$  曲線の勾配や直線部分の長さ, プラトーの高さなどが, その個体の好氣的エネルギー産生能, 言い換えれば運動耐容能を示す(図10(b))。そして, dE- $VO_2$  曲線の特性は, 負荷後の $VO_2$ の回復過程(回復速度)に現われてくる。そこで, 図12に示す様に, その特徴を数値的に表わすために, 負荷終了時( $EE \times VO_2$ )と終了後30秒( $VO_2 R30$ )の $VO_2$ の比を用いた(%RV)。然し, 負荷の程度に対する回復期のパターンの変化は, その個人における相対的なものであるので, 個々人を相互に比較するために, その時の負荷レベル(=  $EE \times VO_2$ )を%RVで除して標準化した(= Index)。

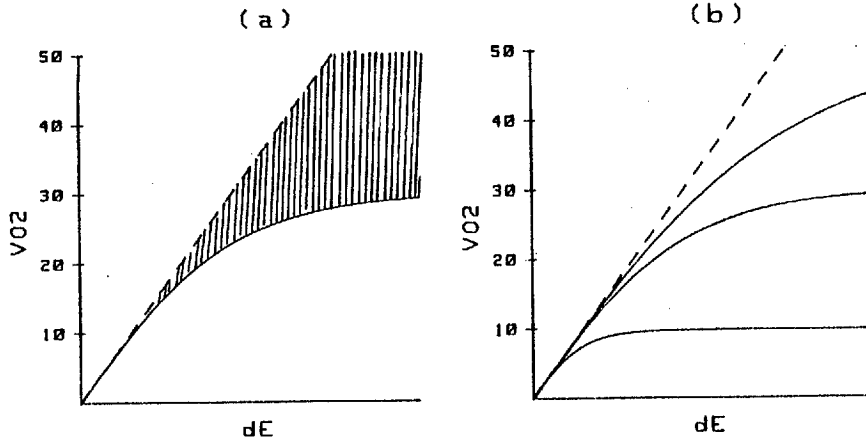
本論文では上述の考えの臨床応用と, その良好なる結果について報告する。

##### <対象と方法>

対象は16歳未満の男子107名, 女子79名。臨床所見および病歴から運動選手, 健常者, 心疾患の三群に分けた。運動選手群は男子20名。健常者は

図10 dE-VO<sub>2</sub> 曲線

(説明は本文参照)



胸痛や動悸などを訴えて来院し、循環器学的検査および血液検査などで異常なく健康とした男子59名、女子51名である。心疾患群として、心臓手術後で、何等かの異常に因り運動制限を受けている男子28名、女子28名である。

運動負荷はブルースの原法に従い、トレッドミルを用い、終点は自覚的な限界点、または、心拍数が180をこえたステージとした。負荷終了後はその場で坐位安静とした。

VO<sub>2</sub>は呼気ガス自動分析装置(アニマ社, R=1500 S)を用い、負荷前から負荷終了後10分までの全過程を30秒毎に測定し、体重補正をして計算に用いた。

計算はつぎのごとく行った。

EEExVO<sub>2</sub> : 負荷終了時のVO<sub>2</sub> (ml/kg/min)

VO<sub>2</sub>R30 : 負荷終了後30秒間のVO<sub>2</sub>

RestVO<sub>2</sub> : 負荷前安静時のVO<sub>2</sub>

$$\%RV = \frac{(VO_2R30 - RestVO_2)}{(EEExVO_2 - RestVO_2)} * 100(\%)$$

$$Index = EEExVO_2 / \%RV * 100$$

## <結果>

到達したステージ、運動負荷時間、負荷終了時の心拍数(EEExHR)、そしてEEExVO<sub>2</sub>の各群間の比較を図13にしめす。

到達ステージは男子では、運動選手群と健常者とで差は見られなかったが、疾患群では低かった。

一方女子では、健常者群と心疾患群との間に差は無かった。男女間の比較では、健常者群で女子が有意に低かったが、疾患群での性間差は認めなかった。

運動負荷時間も、全く同様の結果を示した。

EEExHRは、各群間および性による差を認めなかった。

これらに対し、EEExVO<sub>2</sub>は、男子では、運動選手群で高く、疾患群で低く、それぞれ統計学的に有意であった。また健常者群では、女子が明らかに低く、男女差が無い疾患群のそれと同様の値を示した。

%RVは運動選手群と健常者群との間に、また各群内での男女間でも有意の差は認めなかった。

疾患群では高値をとる傾向はあるものの、統計学的には有意の差では無かった(図14)。

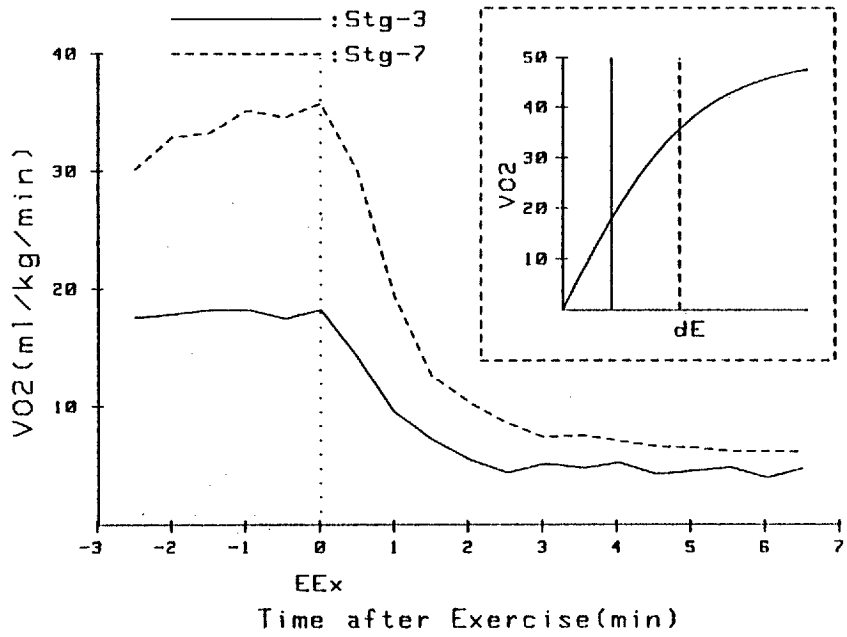
Indexは健常者を基準に採ると、男子では、運動選手群で大きく、疾患群で低かった。健常者群では、有意の男女間差を認め、明らかに低い女子のそれは、性間差の無い疾患群の値と略等しかった(図15, 表31)。

## <考案>

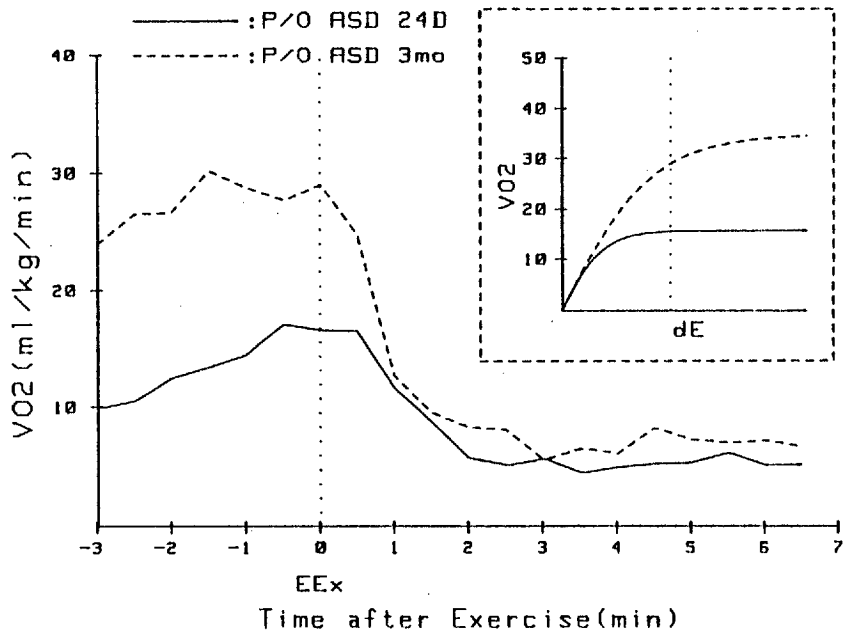
本法の特長として次の三点が上げられる。まず、Indexは単一パラメータ記述なので、他との比較がしやすく、とくに同一症例の経時的变化を追跡する際には有用と考えられる。次に、自覚的に負

図11 回復期酸素消費量減少カーブの種々のタイプ

(a)



(b)



挿入図の縦線は、その時の負荷の程度で、減少カーブのパターンと  $dE-VO_2$  曲線の形と負荷の程度との対応に注意して欲しい。

図12 Index と %RV の求めかた

THEORY OF CALCULATION  
File:15

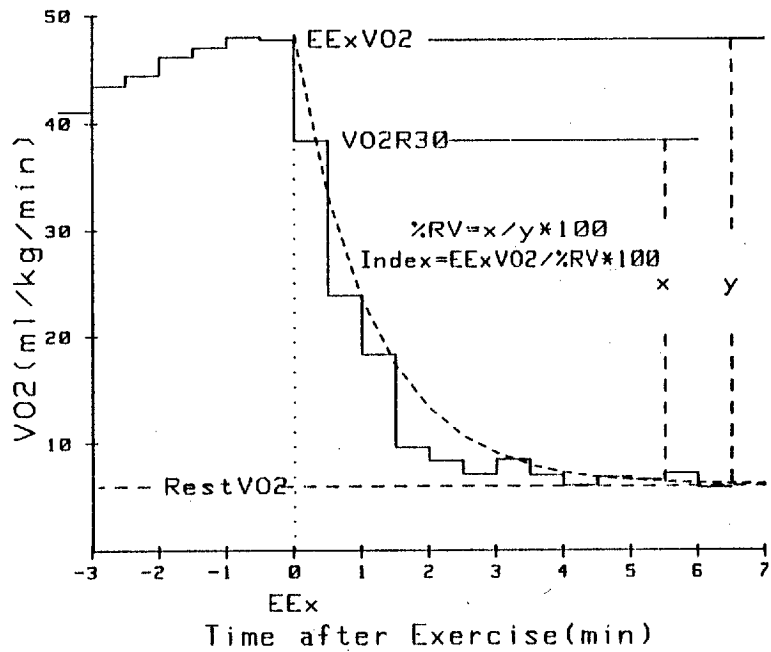


図13 ブルースの到達ステージ(STAGE), 負荷実行時間(TIME), 負荷終了時の心拍数(HR), 負荷終了時の酸素消費量(VO<sub>2</sub>)の各群間, 男女別比較

Athlete(運動選手群)には女子はいない。  
以下の図においても同様である。

	Athlete	Ordinary	CHD
STAGE	7 6 5 4 3 2 1	5 4	4 3
TIME	21 18 15 12 9 6 3	15 12	12 9
HR	200 150 100 50	180 150	150 120
VO <sub>2</sub>	60 50 40 30 20 10	45 35	35 25
	MALE FEMALE	MALE FEMALE	MALE FEMALE

図14 各群男女別 %RV

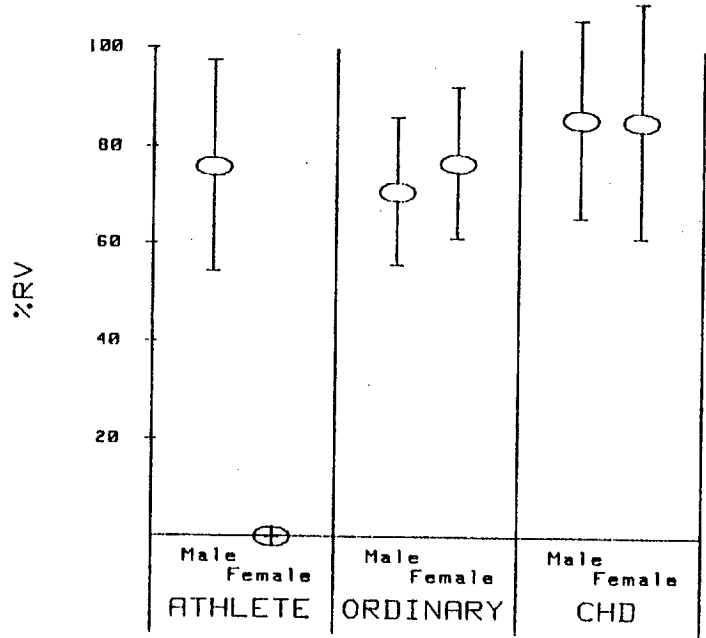
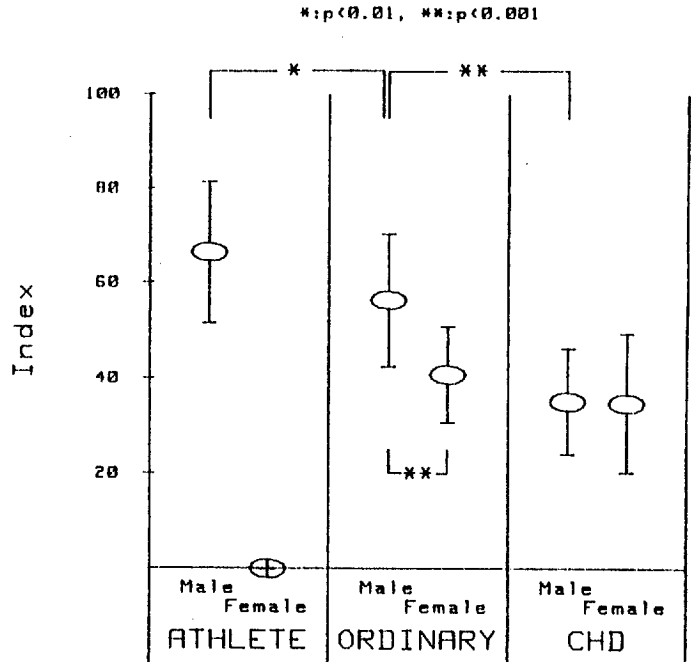


図15 各群男女別 Index



荷終点が決まることから；被験者にとって比較的  
安全な検査である。第三に，運動負荷の終点附近  
から終了後1～2分についての測定なので，VO<sub>2</sub>  
や心拍数，心電図等の各種の検査指標が比較的安  
定して記録出来る。

### <結 語>

安静時，負荷終了時，および負荷後30秒間の酸  
素消費量の三つのデータから，最大酸素消費量に  
相当する指標（Index）を数値的に評価することが

表31 Index の各群間の比較

	運動選手群	健常者群	心疾患群
男子	平均 66.5 - *	56.4 - **	35.2
標準偏差	15.1	14.0	11.1
例数	20	59	** 28
女子	平均 -	40.8	34.8
標準偏差	-	10.1	14.6
例数	-	51	28

\*\*: $p < 0.001$ , \*: $p < 0.01$

### 3-B 小児心筋症および心筋炎後心肥大例に対する 運動負荷試験について

日本大学医学部小児科

住友直方, 原田研介, 大国真彦  
都立広尾病院

伊東三吾, 小林弘

心筋症は、突然死の原因疾患の一つとして知られている。今回我々は、小児心筋症児の運動に対する影響を調べるために、トレッドミルによる運動負荷試験を行ったので報告する。

#### <対象と方法>

対象は、拡張型心筋症(DCM) 3例, 肥大型閉塞性心筋症(HOCM) 5例, 肥大型閉塞性心筋症(HCM) 2例, 心筋炎後心肥大(postmyocarditis myocardial hypertrophy, PMH) 3例の計13例である。年齢は7歳から23歳(平均12.8歳), 男9例女4例である(表32)。

運動負荷はMarquette case treadmill systemを用い、Bruce protocolにより行った。心電図は $V_1$ ,  $V_5$ , aVFを連続モニターし、必要に応じて12誘導を記録した。血圧は手動法により各ステージの終了直後に測定した。

#### <結果>

13例中、強い症状が出現して運動を中止した例は8例であった。DCMは、3例中2例が強い下肢痛を訴え、他の1例は強い咳嗽を訴えた。HOCM

出来た。男子・女子とも、35以下は運動耐容能が不良と考えられる。

この手法の生理学的および臨床的根拠を解説し、その応用結果の臨床的有用性について報告した。経験的にはブルースのステージ4程度の負荷で十分で、本法は従来の手法に比べ、安全且つ安定した検査と考えられた。

では、5例中2例が顔面蒼白となり、1例は下肢痛を訴えた。HCMでは、1例が嘔気を訴えた。PMHでは、運動による症状は出現しなかった。運動耐容時間は、全般に低い傾向にあるが、特にDCM, HOCMで著明に短い例がみられた。また、PMHでは、ほぼ正常の耐容時間を示した(図16)。

運動前後の $V_1$ の陰性P波の変化と、P terminal force(陰性P波の中×深さ)の変化を図17に示す。DCMでは安静時より深いP波を示しているが、運動により、より深いP波を示すものがあつた。HOCM, HCMでは、安静時のP波の変化はそれほど強くないが、運動により、さらに深くなる例があつた。

虚血性ST低下と、 $V_5$ のR波の変化を図18に示す。安静時ST低下はDCMの3例中2例、HOCMの5例中3例にみられ、DCMでは運動により全例STが低下し、HOCMでも2例に運動中のST低下がみられた。HCMでは、有意のST低下はみられなかったが、PMHの1例に著明なST低下がみられた。

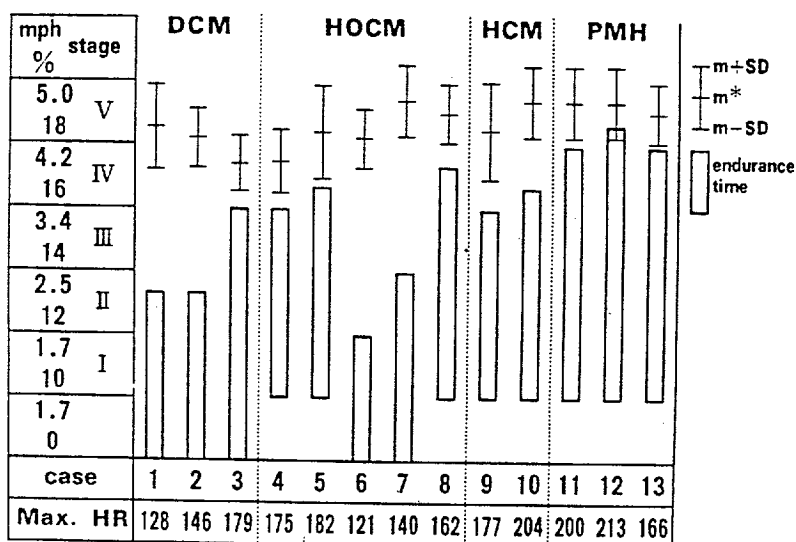
収縮期血圧の変化を図19に示す。PMHを除き全例血圧の反応は悪く、HOCM, HCMでは血

表32 Patients with cardiomyopathy

Case	Sex	Age Y	Diag.	Detection of Illness	Age (Y)	ECG				CTR	NYHA Class
						ST	T	P	Q		
1 S.I.	M	10		H F	(2)		+			0.54	II
2 Cs.I.	F	11	DCM	H F , F H	(5)	+	+			0.61	II
3 Ch.I.	F	14		H F	(4)	+	+		+	0.52	I
4 K.K.	F	7		H M	(7)	+		+	+	0.46	I
5 S.O.	M	9		F H	(8)	+		+	+	0.48	I
6 A.S.	F	12	HOCM	H M	(9)	+				0.61	II - III
7 T.O.	M	13		H M	(4)			+	+	0.48	II
8 I.O.	M	23		H M	(12)	+	+			0.52	I
9 R.N.	M	8	HCM	L A D	(6)				+	0.51	I
10 M.A.	M	13		H M	(13)			+		0.51	I
11 R.A.	M	14		Cardiomegaly	(5)					0.53	I
12 A.M.	M	15	PMH	Myopericarditis	(6)				+	0.46	I
13 T.T.	M	17		H M	(2)		+			0.44	I

H F ; heart failure, F H ; family history, H M ; heart murmur  
L A D ; left axial deviation

図16 Endurance Time



\* Cumming 1978

圧の低下する症例があった。

運動中または負荷中止直後に不整脈のみられた症例は4例あった。HOCMの1例(症例7)に上室性期外収縮が、HCM1例(症例10)とPMHの1例(症例12)に心室性期外収縮が、HCMの1例(症例9)に上室性頻拍症がみられた。

< 考 察 >

P terminal force (PTF V<sub>1</sub>) は左房の負

荷を反映すると言われている。<sup>1)-3)</sup> DCMでは安静時よりPTF V<sub>1</sub>が高く、安静時正常であった1例では、運動によりPTF V<sub>1</sub>が増加している。このことは、DCMでは左心系コンプライアンスの低下が安静時より強く、それが運動によりさらに低下する可能性のあることを示唆している。このことにより、DCMではlow outputをまねき、sudden deathの要因となりうると思われる。HOCMでは、安静時のPTF V<sub>1</sub>はあまり高くない

図17 Changes of P terminal force in  $V_1$  and negative P wave in  $V_1$

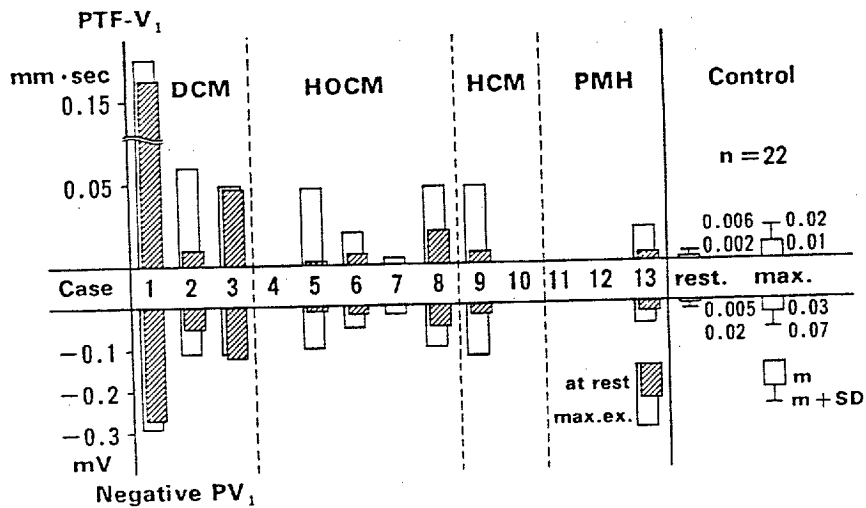
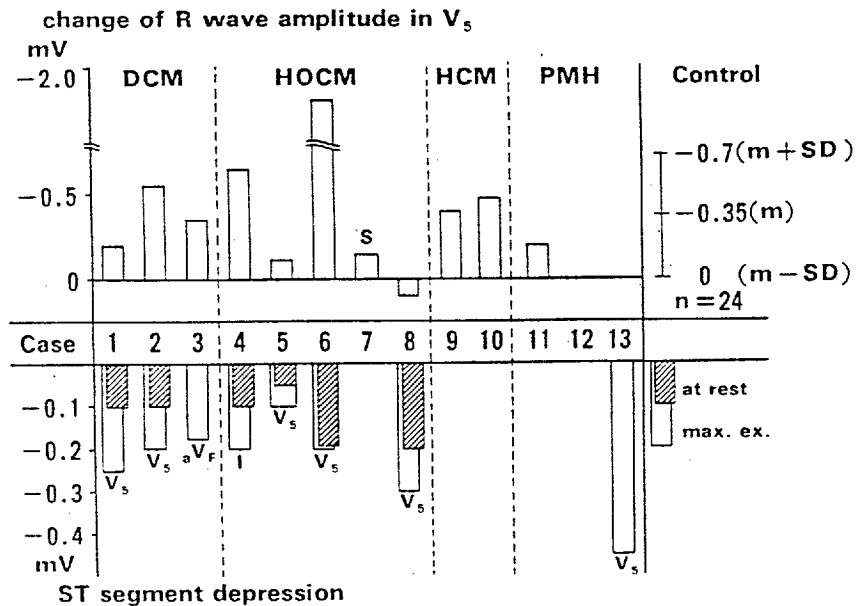


図18 Changes of R wave amplitude in  $V_5$  and ST segment depression



が、運動により増加する症例があった。これはおそらく、運動による血中カテコラミンの増加により、左室 outflow obstruction の程度が強くなったためと思われる。

運動による ST の変化はやはり DCM, HOCM で強かった。しかし、PMH の 1 例で、著明な ST 低下を示した例があり、このような例では運動による突然死の可能性が考えられる。

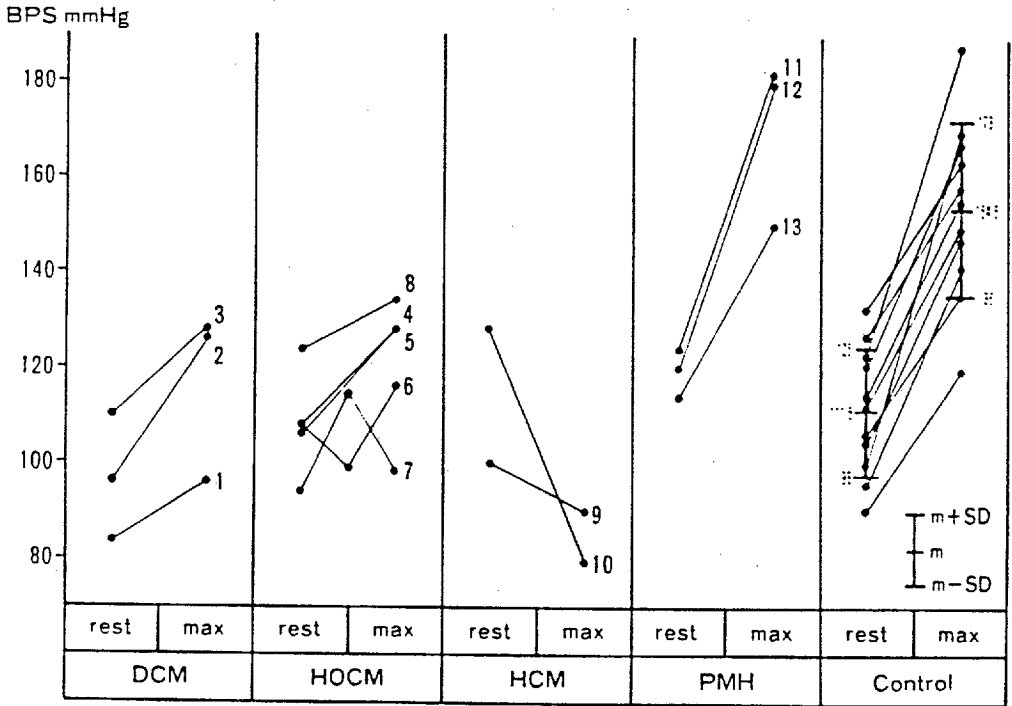
今回の研究では、運動負荷中および中止直後に致死的不整脈の発生はみられなかったが、上室性頻拍症が HCM の 1 例でみられており、このような例では、運動に対し注意が必要である。

#### § 文献

- 1) Heikkilä, J. et al: Brit. Heart J. 35:142, 1973.
- 2) Ahmad, M. et al: J. Electrocardiogr., 11:361, 1978.
- 3) 横山正義, 他: 東女医大誌, 43:825, 1973.



図19 Systolic BP change during Treadmill Exercise Test



### 3-C 心疾患児管理に有用な水泳中心電図記録装置 の開発に関する研究

金沢医科大学小児科

浅井利夫, 森田正人, 栗倉真

#### <はじめに>

一見健康な小児が、学校のプールや海水浴中に飛び込んだり、水泳中に突然死することが時にある。さらに、各種不整脈や心臓病や、心臓外科手術後の小児が学校のプールに入ったり、海水浴に行っても、循環器専門医でも、その判断に困ることがある。このような現状は、簡単で、よい水泳中の心電図を記録する心電図記録装置がないことによるものである。そこで、著者らは飛び込み時より水泳中の心電図を記録出来る装置の開発を行った結果、臨床医学研究的にも十分に使用出来る、水泳中の心電図記録装置を開発したので報

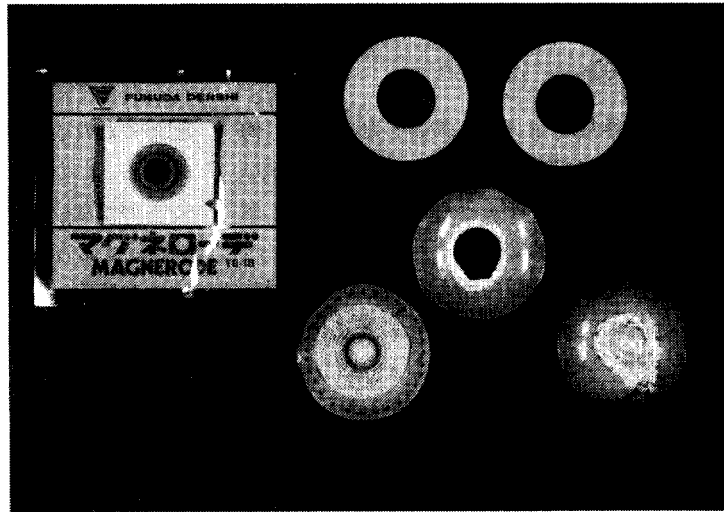
告する。

#### <方 法>

水泳中の心電図記録用の電極として、以下の5つの条件を満足する電極が必要であり、種々の工夫をし、試作した。

- 1) 防水性が確実な電極。
- 2) 飛び込みなど水泳中の激しい運動に耐えられる電極。
- 3) 長時間少なくとも50m以上の水泳に耐えられる電極。
- 4) 取りつけが簡単で、被検者に負担のかからない電極。
- 5) 心電図の混入、基線の動揺などのない安定し、QRSパターン、P波の判読が可能な心電図記録のえられる電極である。

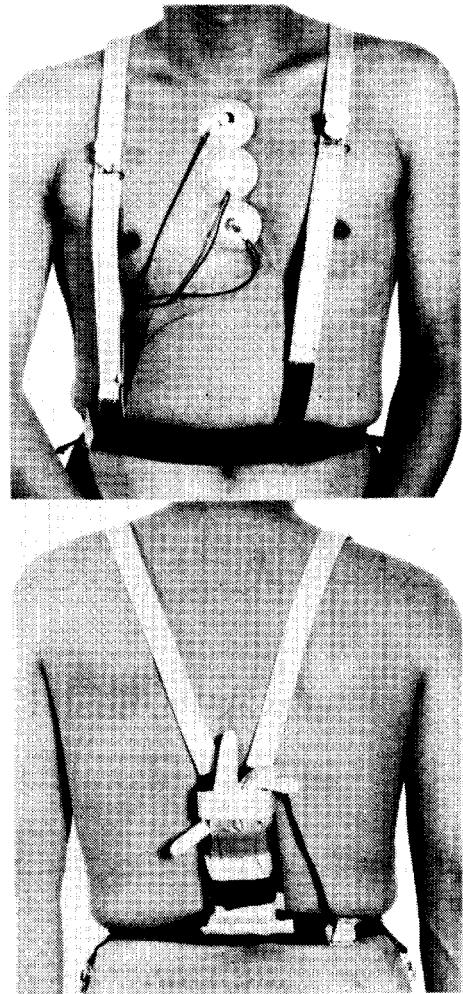
図20 実用化した防水用電極と  
付属品



いくつかの型の電極を試作し、用いてみた。実用化した電極は図20に示したような、家庭で用いる壁用吸盤とフクダ電子社製小児用マグネロードを用いた電極を試作して用いた。試作した防水用電極は、直径5.5 cm、高さ2 cmの家庭で用いる壁用吸盤の上部に穴をあけ、穴の部分にマグネロードを埋め込み、生じた穴の周囲を家庭用またはフロ用の防水充填剤で充填防水した電極である。

試作した防水電極を、小学生から成人までの各年齢の人に装着し、プールで水泳をさせ、試用してみた。電極の固定方法は、まず始めに、電極を固定する部分を皮膚抵抗減少剤（フクダ電子社製スキんクリーナOA-426）にて十分に前処置した。次に、小児用マグネロードを前処置した胸骨正中線上の皮膚に接着した。次に、防水電極部の内側に周囲に強力で、軟かい両面接着テープ（直径4.9 cm、中央穴直径2.5 cm）をはり、先に皮膚につけたマグネロード電極上に固定し、上から軽く圧迫、皮膚に固定した。マグネロードを装置する際に、電極が筋肉のほとんどない胸骨正中線になるように注意した。電極を固定した後に送信機およびコードなどを固定するジャケットを装着した。送信機の防水は手術用ゴム手袋を用いて防水した（図21）。今回の実験で用いたその他の機器は、送信機はフクダ電子社製テレメーター送信機、ST17と受信機はフクダ電子社製ダイナスコープを用いた。受信機には筋電図除去用フィルターとして、

図21 防水用電極、送信機を装置した状態



25Hz 18dB/octを用いた。

### <結 果>

第一に、防水性と耐久性を検討した。この目的のために被検者に飛び込みをさせたところ、飛び込み後も電極ははずれることもなく、防水性と耐久性のあることが判明した。

第二に、長時間の使用に耐えられるかを検討した。この目的のために、被検者を50m以上クロール、平泳ぎなどで泳がせた結果、1回の装置で50m以上泳いでも、電極ははずれなかった。

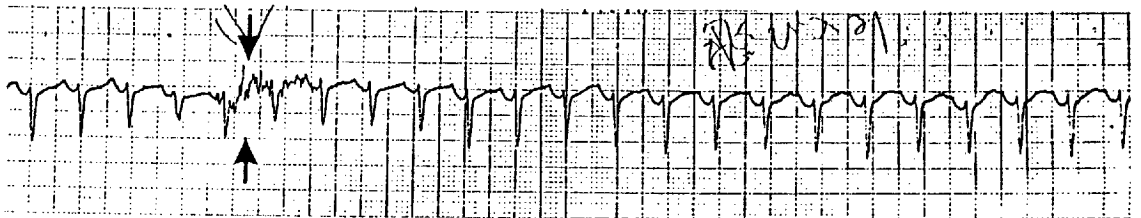
第三に、安定した心電図記録をえられるかを検討した。飛び込み時には、着水と同時に少し筋電図が混入することと、水泳中に人によって、特に泳ぎ方の著しくへたな人で、筋電図が少し混入するが、QRSのパターン、P波の判定は充分に出来、基線の動揺のほとんどない心電図がえられた(図22, 23)。

### <考 案>

これまでに、水泳中の心電図を記録する装置、記録された心電図の検討についての報告はいくつかある。しかし、電極については詳細に報告されたものはない上、多くは絆創膏などで電極を胸壁に固定する方法で記録している。水泳中の心電図をとるための、簡単に装着出来る、特殊な防水電極を試作したという報告は、著者らが調べた範囲ではない。

今回の試作した装置では、既製の部分を集め作ったため、条件の1)~4)は十分に満足したが、5)については、受信器に筋電図除去用フィルターも入れたが、対象および泳ぎ方によっては若干の筋電図混入が見られた。現時点でも十分に臨床応用しえるが、今後さらに実験をすすめ、改良する予定である。アース電極を耳に置く方法も検討、実験中であり、ほぼ完成している。

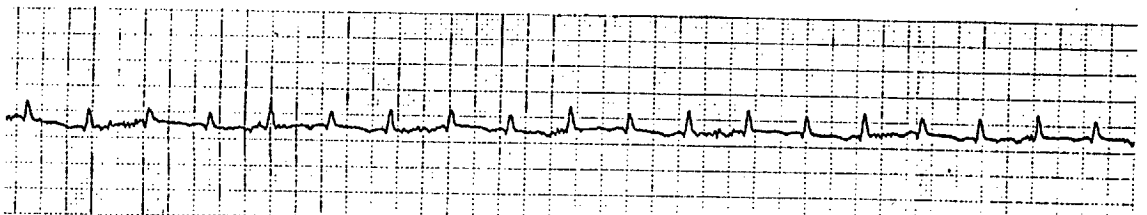
図22 記録した心電図



飛び込み時心電図 矢印：飛び込み時

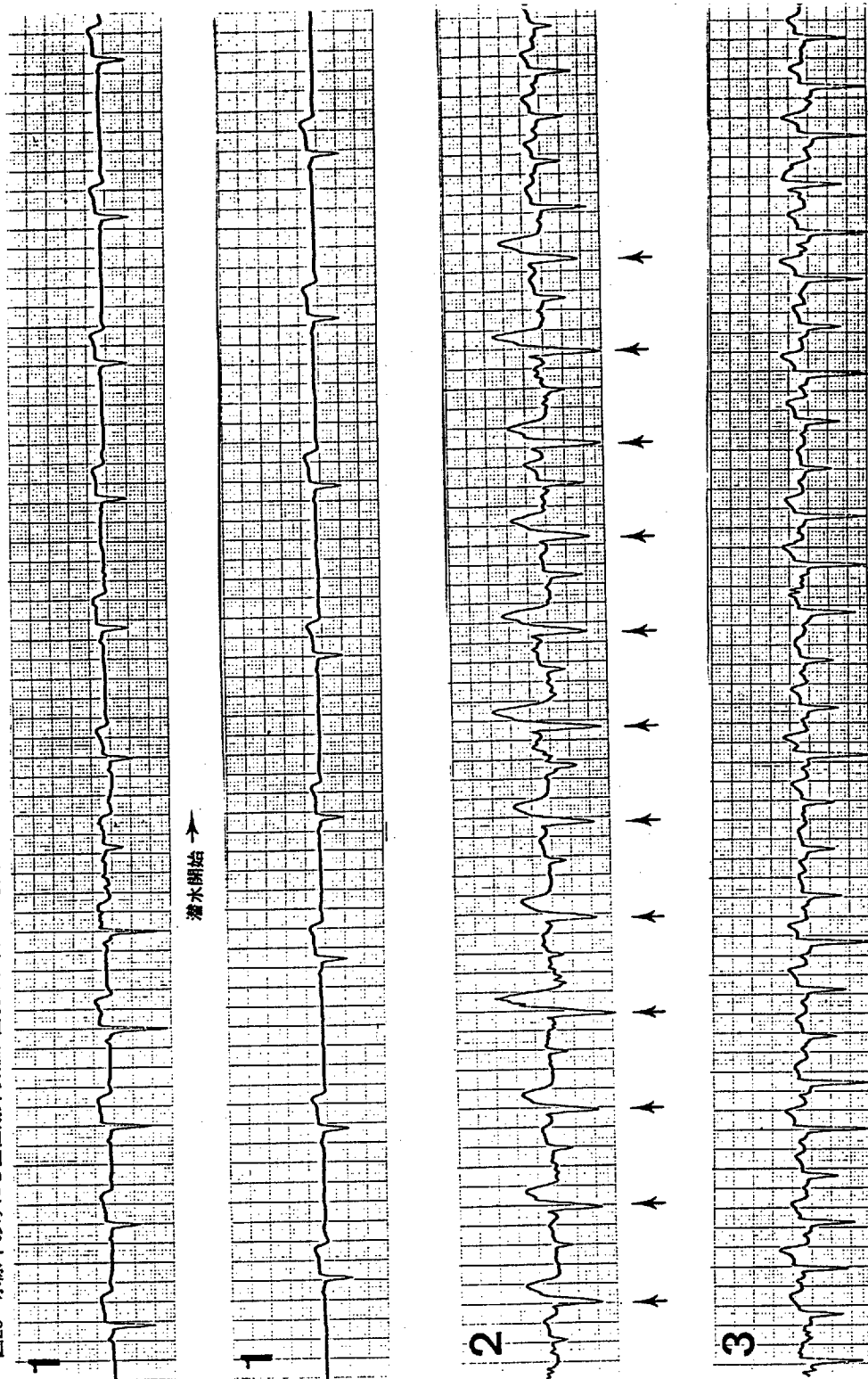


水泳中心電図 (フィルターなし)



水泳中心電図 (フィルターあり)

図23 水泳中のみに心室性期外収縮が出現した例の心電図



- 1 : 潜水性徐脈を示した心電図
- 2 : 水泳中に心室性期外収縮(矢印)が出現した心電図
- 3 : 地上で運動負荷して頻脈にした時の心電図

著者らの開発した防水電極の意義は、心疾患を有する児がプールに入ってよいのか、可否の決定など、心臓病児の管理上ばかりでなく、水泳中の循環動態生理の解明により、飛び込み時水泳中に起こる突然死の原因究明、水泳スポーツ医学、入浴リハビリテーションでの循環器系への負担のかけない計画の立案、ホルター心電図との併用による循環器疾患の入浴中の心電図などの研究にも応

用することが出来、あらゆる入水中の心電図記録が出来ることより、広く応用範囲がある。

### 〈結 語〉

水泳中の心電図を記録するための防水電極と関連するシステムを試作、試用したところ、臨床応用可能な装置を開発したので報告した。

## 3-D 心室性不整脈を有するファロー四徴症 術後患児の運動能と術後管理上の問題点

慶応義塾大学医学部小児科

若 林 良, 小佐野 満

先天性心疾患術後患児の管理の中でも、心室性不整脈のみられるファロー四徴術後患児については、運動制限の程度に関する論議の分かれるところである。

彼等の運動時の呼吸循環反応が、不整脈のみられない術後患児と比較して、差があるか否かを評価することは、正しい運動許容量設定の目的上検討に価する課題である。

今回我々は、ファロー四徴術後患児と正常対照児を対象に、ジャンプ負荷とトレッドミル負荷という二種類の運動負荷を行い、心室性不整脈の有無による有酸素的運動能の差異を検討するとともに、運動様態による呼吸循環反応の差異についても検討した。

### 〔対象と方法〕

対象は、53例のファロー四徴根治術後症例（男30例、女22例、年齢5～20歳、平均11.9歳）と、27例の基礎心疾患をもたない対照例（男15例、女12例、年齢5～24歳、平均11.2歳）である。さらに両群を、検査中に心室性期外収縮（以下PVC）が出現したか否かにより、術後有PVC群21例、術後無PVC群32例、対照有PVC群10例、対照無PVC群17例の4群に分類した。各群の年齢、身

長、体重に有意差はみられなかった。

これら80例全例について、5分間坐位安静後3分間連続跳躍、回復期5分間坐位安静というジャンプ負荷と、Bruceプロトコールにより症候性限界まで歩行、回復期10分間坐位安静というトレッドミル負荷を行った。

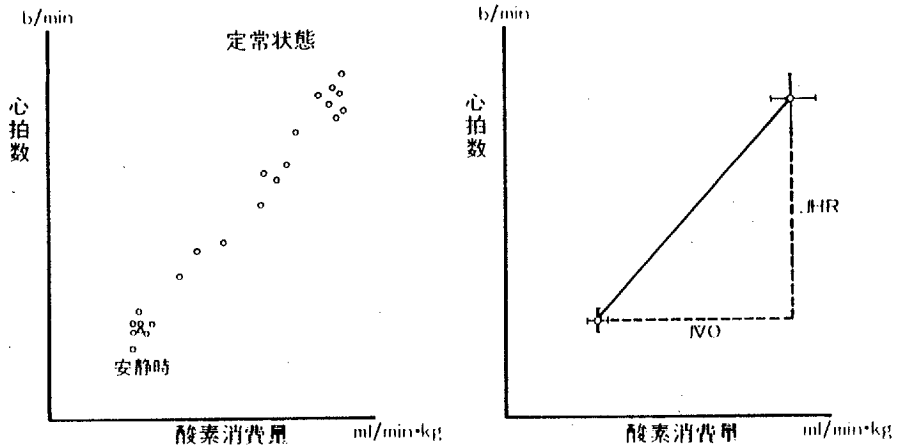
全経過中の心拍数、酸素消費量、心電図を30秒毎に測定記録した。

有酸素的運動能の指標として、心拍数増加分を、酸素消費量増加分で除した $\Delta HR / \Delta VO_2$ を用いた(図24)。一般に酸素消費量は、心拍出量と動静脈酸素較差の関数として理解され、心拍出量が心拍数と一回拍出量の積であることから、一回拍出量や動静脈酸素較差が大なるほど、即ち運動にともなう循環効率が良いほど $\Delta HR / \Delta VO_2$ は低値となる。逆に心室機能低下などの場合は、一回拍出量の増加は限られており、末梢での酸素利用効率が改善しないかぎり、酸素消費量の増加は心拍数増加に依存するため、 $\Delta HR / \Delta VO_2$ は高値をとることになる。

### 〔結 果〕

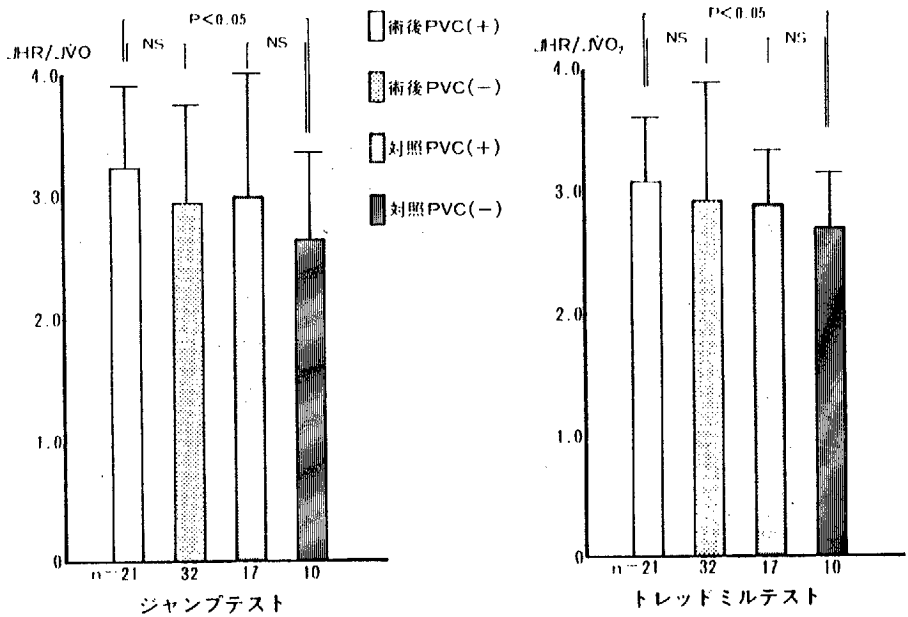
ファロー四徴術後症例において、検査中1箇でもPVCのみられた症例は40%にのぼる。これを

図24  $\Delta HR / \Delta VO_2$  の概念



$\Delta VO_2$  = 負荷後(定常状態) 平均酸素消費量 - 安静時平均酸素消費量  
 $\Delta HR$  = 負荷後(定常状態) 平均心拍数 - 安静時平均心拍数

図25



PVCのみられなかった症例と比較すると、手術年齢、術後経過年数には有意の差はみられない。術後心臓カテーテル検査のデータが得られた38例についての比較でも、右室収縮期圧、肺動脈収縮期圧、右室肺動脈圧較差に有意な差はみられない。

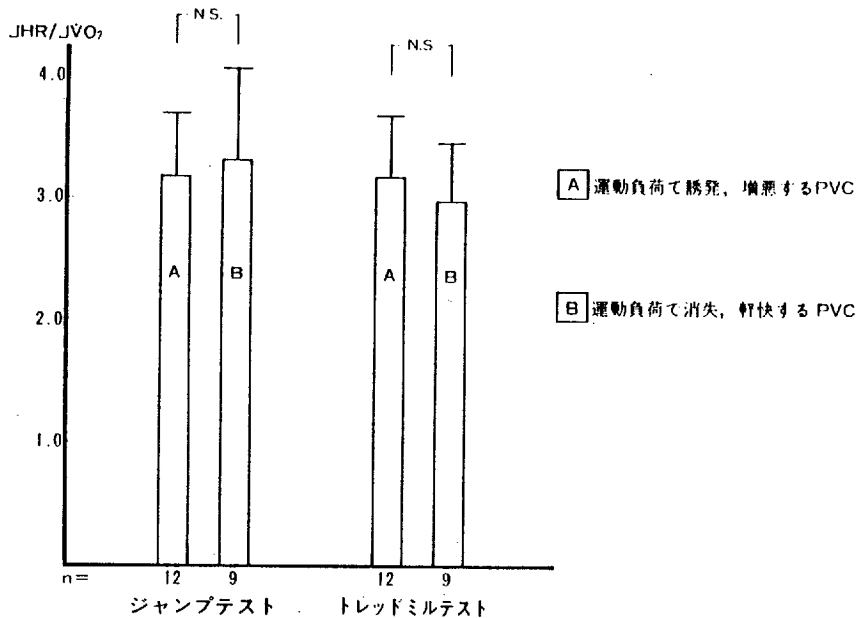
一方、 $\Delta HR / \Delta VO_2$ をみると、術後有PVC群と対照無PVC群の間でのみ、有意差がみとめ

られる(図25)。同じ有PVC症例でも、運動負荷に対するPVCの反応には二種類ある。即ち、運動負荷によりPVCが誘発されたり、Lown分類上増悪がみられる症例(A群)と、負荷によりPVCが消失したり、軽快ないし不変の症例(B群)である。両群を比較すると、これにも、手術年齢、術後経過年数、術後血行動態に有意な差はみられ

表23

	A 群 運動負荷で増悪するPVC	B 群 運動負荷で増悪しないPVC	有意差
症例数 (例)	12	9	
年齢 (歳)	12.5 ± 3.9	13.1 ± 3.5	(-)
身長 (cm)	145.8 ± 17.9	151.9 ± 16.7	(-)
体重 (kg)	39.1 ± 12.9	39.2 ± 10.6	(-)
手術時年齢 (歳)	5.6 ± 3.2	5.0 ± 1.6	(-)
術後経過年数 (年)	7.3 ± 3.0	8.7 ± 2.2	(-)
右室収縮期圧 (mmHg)	50.1 ± 10.7	44.1 ± 10.3	(-)
肺動脈収縮期圧 (mmHg)	30.3 ± 8.5	27.3 ± 5.8	(-)
右室肺動脈圧較差(mmHg)	17.8 ± 6.9	16.9 ± 11.3	(-)

図26



ず、 $\Delta HR / \Delta VO_2$ についても両群間に有意な差はみられない(表23, 図26)。

次に、ジャンプ負荷とトレッドミル負荷の $\Delta HR / \Delta VO_2$ を各群の平均値でみると、各群において両負荷間に有意差はみられない(図27)。

各個症例の $\Delta HR / \Delta VO_2$ を両負荷間でプロットし相関をもとめると、他の群では有意な相関をみとめるにもかかわらず、術後PVC群では、この相関が全くみられない(図28)。

【考 按】

ファロー四徴術後症例の遠隔期突然死例の検討<sup>1)</sup>から、その主因として、進行性の房室伝導系障

害<sup>2)</sup>、または頻拍性心室性不整脈<sup>3)</sup>が推定されている。いくつかの危険因子；例えば、左軸偏位兼完全右脚ブロック<sup>2)</sup>、心室中隔欠損遺残<sup>4)</sup>、高い右室圧<sup>5)</sup>、高い手術時年齢<sup>5)</sup>などが挙げられているが、安静時・運動時に観察されるPVCと突然死との関連が現在最も重要視されている<sup>3) 6)</sup>。そのため、1箇でもPVCをみとめるならば、運動規制と抗不整脈剤投与が必要であるという説<sup>6)</sup>もある一方、長時間心電図では、半数近くにPVCが観察され、長期予後も悪くないことから、PVC単独では予後不良の徴候とはならないとする説<sup>7)</sup>もあり、術後管理上論議の分かれる点である。PVCが潜在的な心室機能異常を反映する<sup>8)</sup>とすれば、運動負荷時

図27

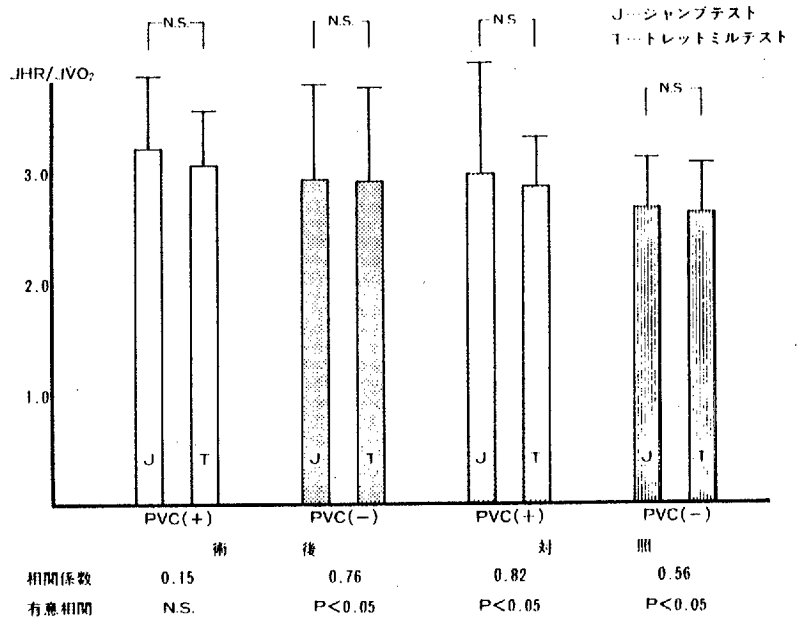
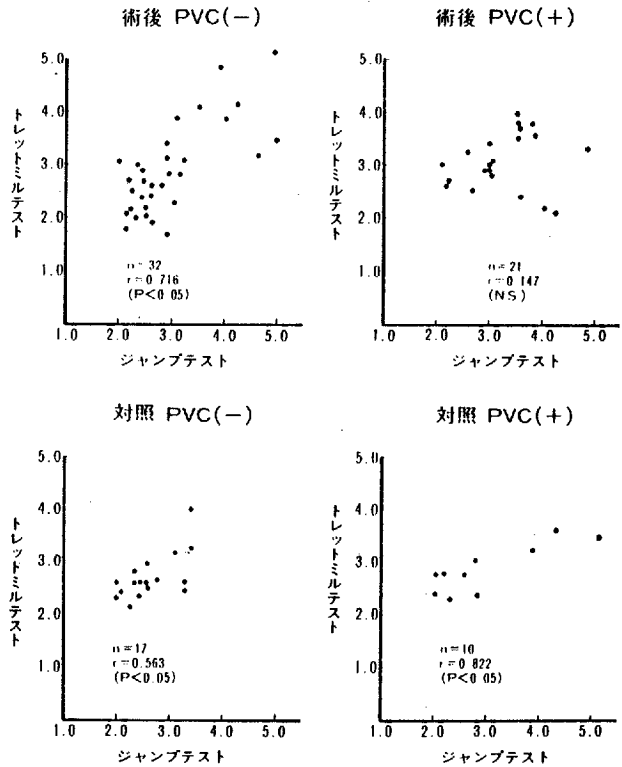


図28 ΔHR/ΔVO₂の相関



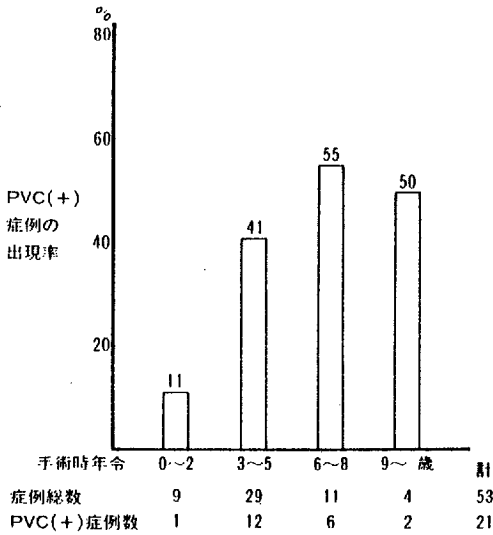
に心室機能異常が運動能の低下という形で顕在化することも予想される。運動負荷検査による運動能の評価は、潜在的異常症例の判別のためにも検

討が必要である。

今回我々の対象とした術後症例では、40%にPVCが観察されているが、術後症例の20~40%に



図29 手術時年齢とPVC(+)症例の割合



PVCがみられたとする諸家の報告<sup>7)9)10)</sup>に一致する。従来、術後PVC症例は無PVC症例に比し、右室圧が高いという報告<sup>5)</sup>と、血行動態に差がないとする報告<sup>9)10)</sup>があるが、手術時年齢が高いという点では、各報告とも一致している<sup>9)10)</sup>。我々の症例は両群間の血行動態に差はなく、手術時年齢も3~5歳に集中しているため、平均値には有意差がなかったが、手術時年齢が高いほどPVCを有する症例の占める割合が増加する傾向は、諸家の報告<sup>7)10)</sup>と一致する(図29)。

フォロー四徴術後患児の運動能については、最大負荷時の酸素消費量や心係数の低下<sup>1)</sup>、最大仕事量の低下<sup>2)13)</sup>が指摘されており、不整脈をもつ術後患児の運動能が有意に劣るとの報告<sup>9)</sup>もみられる。我々の症例では $\Delta HR/\Delta VO_2$ であらわされる運動能は、PVCの有無によって有意な差をみとめることはできず、手術時年齢、血行動態に差がなければ、単にPVCの存在だけでは、運動能に有意な差があるわけではないと考えられる。

さらに、運動負荷によって増悪するPVCと、軽快するPVCの2群の症例について検討してみると、 $\Delta HR/\Delta VO_2$ には、両群間に有意差なく、「運動負荷によって消失軽快するPVCもフォロー四徴術後では良性とはかぎらない」とする説<sup>9)</sup>を

支持する所見と考えられる。

ジャンプという急速短時間負荷とトレッドミルという持続的漸増負荷に対する呼吸循環反応の差を検討した結果は、術後PVC群にかぎって、 $\Delta HR/\Delta VO_2$ が両負荷間での相関を欠いており、この群については、持久走はだめだが、短距離走は良いというような一律的運動規制は難しいことを意味している。

### 〔結 論〕

フォロー四徴根治手術後PVCを有する症例群においては……………

- 1) 術後心カテで良好な血行動態が確認されていても、運動能は通常児より劣っている。しかし、PVCのない術後症例との運動能の差は有意でなく、PVCの有無だけを運動許容量決定の根拠とすることは望ましくない。
- 2) 運動負荷によるPVCの増悪傾向の有無と運動能は必ずしも相関せず、基礎疾患のないPVCの良否判定と同列には論じ得ない。
- 3) 負荷様式により運動能が変動するので、運動種目による一律的管理も困難である。
- 4) 術後心カテによる血行動態評価、長時間記録心電図、運動負荷検査の結果を総合的に判断して、個々の症例に最も適した管理指導を行なうことが必要である。

### § 文 献

- 1) James, F. W. et al: *Circulation*, 54:289, 1979.
- 2) Wolff, G. S. et al: *Circulation*, 46:587, 1972.
- 3) Dunnigan, A. et al: *Br. Heart J.*, 52:198, 1984.
- 4) Rocchini, A. P. et al: *J. Thorac. Cardiovasc Surg.*, 67:110, 1974.
- 5) Garson, Jr. A. et al: *Circulation*, 59:1232, 1979.
- 6) Garson, Jr. A. et al: *Am. J. Cardiol.*, 46:1006, 1980.
- 7) Deanfield, J. E. et al: *Br. Heart J.*, 52:77, 1984.
- 8) Kavey, R. W. et al: *J. A. C. C.*, 4:126, 1984.
- 9) Wessel, H. V. et al: *J. Thorac. Cardiovasc Surg.*, 80:522, 1980.
- 10) Kavey, R. W. et al: *Am. Heart J.*, 103:342, 1982.
- 11) Gotsman, M. S. et al: *Br. Heart J.*, 28:488, 1966.
- 12) Hirschfeld, S. et al: *J. Thorac. Cardiovasc Surg.*, 75:446, 1978.
- 13) James, F. W. et al: *Circulation*, 54:671, 1976.

### 3 - E コ メ ン ト

運動負荷試験については、昨年度に引き続き重点項目とした。本田のグループは、個体の physical fitness を定量的に判定する方法として、個々の最大運動負荷時の酸素負債が、負荷回復期に返済されることに注目し、新しい指標を示した。今後の発展に期待したい。

大国のグループは、突然死の危険性のある疾患としては代表的な心筋疾患を対象に、運動負荷を試みている。これまで未知の部分が多く、注目すべき研究である。新村は、心電図上P波の運動による変化については、心房筋そのものの病理的変化も考慮する必要のあることを指摘した。

小佐野・若林は、自ら開発したジャンプテスト（昨年度報告）によって、フェロー四徴術後の運動能と不整脈、ジャンプテストとトレッドミルテストの比較を研究した。近年、フェロー四徴の手術成績は各施設で安定してきた。このため、術後患者をみる機会が多くなり、それにつれて種々の

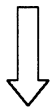
点が日常管理上の問題となってきた。今回の研究に関して、心室性不整脈を病的なもの扱うには Lown 分類3度以上のものと限るべきだとの意見が出された。また、負荷による「悪化」の判定には、不整脈発生数の増加ではなく、Lown 分類のランクの上昇をもってなすべきとの意見も述べられた。どの程度の不整脈が予後に重大な意味があるかは今後の問題であろう。また、ヒトの身体活動は一定の様式のみではないので、運動様式の異なる種々の負荷に対する反応を比較することは極めて重要である。

その点で、浅井の研究は新しい方法として注目される。今回は予報的にその結果が述べられた。潜水中に心拍数が120から30へと変化した例、心室性期外収縮が発現した例が含まれた。心疾患患者の管理にとどまらず健康者にも応用されるものである。



## 検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



### 目的と意義>

運動許容量(裏を返せば運動制限)の判定は本人の生活形態を左右し,年少児にあっては性格形成にも影響するとかんがえられ,術後を含め,心疾患を有する患者の集団生活における生活管理指導は,社会的にも医学的にも益々重要になってきた。

ところで,運動耐容能の判定には最大酸素摂取量や無酸素閾値等の測定がおこなわれるが,これらの方法では時に被験者に危険を招いたり,その判定に困難を来すことがあり,従って,安全且つ明確な判定法の確立が待たれている。

従来から観察されている様に,運動負荷を掛けると,之に対応して酸素消費量( $V_{O2}$ )も変化増減する。これは,その時のエネルギー消費( $dE$ )に比例して好氣的(有酸素的)なエネルギー産生が行われている事を示している(図 10  $dE$ - $V_{O2}$  関係曲線の破線)。この場合、理論的には負荷回復期の  $V_{O2}$  は指数関数となる。図 11(a)の実線は比較的軽い負荷時(= $dE$ - $V_{O2}$  曲線の直線部分)の回復過程で,指数関数的に減少していることが示されている。

然し,この比例関係は更に負荷が増すと実際は図 10(a)の実線で示すように徐々に曲線に移行すると考えられる。このレベルの負荷の場合には  $V_{O2}$  の回復経過は指数関数から上方に凸に外れ遅れる(図 11(a)の破線例,ステージ-7)。

さらに負荷を増すとプラトーに至り,それ以上のエネルギー消費には好氣的には対応出来なくなると考えられる。この間に直線(破線)と曲線(実線)との間に差が生じるが,この状況でのエネルギー消費が酸素負債(図 10(a)の斜線部分)として蓄積する。従って,負荷が終了してもこの部分を返済する迄は  $V_{O2}$  はそのまま最大レベルで続くことになる。図 11(b)の実線例は心房中隔欠損の術後早期の例で,比較的低いレベルの負荷であったが,負荷が終了した後もそのままのレベルの  $V_{O2}$  が続いている。本例は(到達した  $V_{O2}$  は低い)が $dE$ - $V_{O2}$  曲線上プラトーのレベルに達する負荷を受けたと考えられる。

以上述べた様に, $dE$ - $V_{O2}$  曲線の勾配や直線部分の長さ,プラトーの高さなどが,その個体の好氣的エネルギー産生能,言い換えれば運動耐容能を示す(図 10(b))。そして, $dE$ - $V_{O2}$  曲線の特性は,負荷後の  $V_{O2}$  の回復過程(回復速度)に現われてくる。そこで,図 12 に示す様に,その特徴を数値的に表わすために,負荷終了時( $EE \times V_{O2}$ )と終了後 30 秒( $V_{O2R30}$ )の  $V_{O2}$  の比

を用いた(%RV)。然し、負荷の程度に対する回復期のパターンの変化は、その個人における相対的なものであるので、個々人を相互に比較するために、その時の負荷レベル(=EExV02)を%RVで除して標準化した(=Index)。

本論文では上述の考えの臨床応用と、その良好なる結果について報告する。

心筋症は、突然死の原因疾患の一つとして知られている。今回我々は、小児心筋症児の運動に対する影響を調べるために、トレッドミルによる運動負荷試験を行ったので報告する。

<はじめに

一見健康な小児が、学校のプールや海水浴中に飛び込んだり、水泳中に突然死することが時にある。さらに、各種不整脈や心臓病や、心臓外科手術後の小児が学校のプールに入ったり、海水浴に行ってよいか、循環器専門医でも、その判断に困ることがある。このような現状は、簡単で、よい水泳中の心電図を記録する心電図記録装置がないことによるものである。そこで、著者らは飛び込み時より水泳中の心電図を記録出来る装置の開発を行った結果、臨床医学研究的にも十分に使用しえる、水泳中の心電図記録装置を開発したので報告する。

先天性心疾患術後患児の管理の中でも、心室性不整脈のみられるファロー四徴術後患児については、運動制限の程度に関する論議の分かれるところである。

彼等の運動時の呼吸循環反応が、不整脈のみられない術後患児と比較して、差があるか否かを評価することは、正しい運動許容量設定の目的上検討に価する課題である。

今回我々は、ファロー四徴術後患児と正常対照児を対象に、ジャンプ負荷とトレッドミル負荷という二種類の運動負荷を行い、心室性不整脈の有無による有酸素的運動能の差異を検討するとともに、運動様態による呼吸循環反応の差異についても検討した。