

昭和56年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告

No. V 運動による事故防止に関する研究

—第 1 報—

財団法人 日本体育協会

スポーツ科学委員会



# 昭和56年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告

## No.V 運動による事故防止に関する研究

### —第1報—

報告者 財) 日本体育協会 研究プロジェクトチーム 運動による事故防止に関する研究班

班長 村山正博<sup>1)</sup>

班員 入江実<sup>2)</sup> 上野正彦<sup>3)</sup> 川原貴<sup>4)</sup>

草川三治<sup>5)</sup> 黒田善雄<sup>4)</sup> 笹野伸昭<sup>6)</sup>

村田光範<sup>5)</sup>

担当研究員 雨宮輝也 財) 日本体育協会スポーツ科学研究所

#### まえがき

スポーツ活動中の急死に関しては古くからスポーツ医学の大きなトピックスであったがその実態や原因については不明の点が多い。最近、早朝のジョギングやランニング、および市民マラソンなど健康増進のためのスポーツが盛んになり多くの人が運動を行っているが、それに伴い、運動中の急死事故例も増加し、しばしば新聞などにも報じられている。この様な運動中の急死は予想できないいわゆる unexpected sudden death のことが多く、それだけに社会的衝撃は大である。その意味でも運動中の急死の原因を究明し、その対策を立てることはスポーツ医学を専門とするもののみならずすべての医師にとって急務といえる。

その様な社会的背景の下に、日本体育協会スポーツ科学委員会が本研究班を組織したことはまことに時宜にかなったことといえる。

#### 1. 運動中の急死に関するこれまでの報告からみた考え方

文献的には Jokl and Melzer (1971) のものが系統的に調べたものとしてよく引用されている。本報告の特徴は運動中の急死例すべてに解剖上、

異常がみとめられており、そのほとんどが心臓病変をみとめていることで、その病変の頻度は①冠硬化、②心筋変性、③大動脈瘤破裂、④心筋炎、⑤梅毒性冠動脈口狭窄、⑥脳動脈瘤破裂、⑦先天性冠動脈異常、⑧弁膜症であった。これらの例ではすべて心臓か動脈系いずれかに異常がみとめられることになる。この様に運動中の急死事故は心臓に病変があるものに多いことはその他の多くの報告でも共通にみとめられることである。

Jokl らの報告例は中高年者が多く、社会人としてスポーツや運動を行っている人の急死事故に多くの示唆を与えている。しかし若年者や本格的スポーツ選手における運動中の急死については実態が不明であった。本格的スポーツ選手の急死については Maron ら (1980) の報告が興味深い。彼らは米国におけるトップレベルの運動選手29人の急死例を集めているが、その中28人(97%)に心血管系に異常をみとめており、その中22人(76%)は、はげしい運動中、または直後に急死が生じている。もっとも多い心血管異常は肥大型心筋症で、その他、似た様なものであるが特発性求心性左室肥大が多く、次いで冠動脈開口部奇型、冠硬化、冠動脈低形成などがみとめられている。その他、運動中の急死の原因として最近、話題になっているものに myocardial bridge がある。これは線維性組織が冠動脈をまたいで形成している

1) 関東通信病院 2) 東邦大学 3) 東京都監察医務院 4) 東京大学 5) 東京女子医大 6) 東北大学

もので、それが運動時の心筋収縮の増強に伴い冠血流を杜絶して急死をもたらすとされている。

Jamesら(1967)は古くから運動中の急死における刺激伝導系の障害機序を唱えている。フットボール試合直後の18才の少年、レスリングをやっていた15才の少年の急死例では、いずれも洞結節のすぐそばで洞結節動脈の著明な狭窄部、内膜肥厚による完全閉塞部位をみとめ、また洞結節自体にも瘢痕や変性をみとめこれらが運動中の急死に直接、関連を有したものと推定している。

その他、外国および本邦を含め運動中の急死には器質的心臓疾患が関係ありとする文献が圧倒的に多い。しかし、HCMをはじめとする心筋症の概念が定着してきたのはせいぜいこの10年位のことであり、また十分に詳細な刺激伝導系が行われる様になったのも比較的新しいことである。20年以上前の時代には、運動中の急死の原因として胸腺リンパ腺体質といった特異体質を考える人が多く、時は小児の運動中の急死の機序としてこれを背景としたショック死が考えられていた。この考えは明確な否定も肯定もなく現在に至っているが、あまりこれを強く主張する人もいない現状である。

本研究班の黒田班員は某大学学生の体育授業中の急死を経験しているが、剖検上、各種臓器の低形成が特徴であったと述べている。特に副腎の低形成が目立ち、運動中のショック死との関連を推測している。この様な心臓血管系以外の臓器、特に副腎をはじめとする内分泌器官に原因を求める考え方も一つの重要な方向があり、従来、十分に検討されていない分野である。

運動の中ではマラソンの様な耐久競技では上述した様な原因とは異った機序が働く可能性がある。たとえば、脱水による血液粘稠度の上昇、凝固能亢進などからくる冠動脈血栓の発生、電解質不均衡やカテコラミン過剰分泌からくる致死性不整脈の発生なども考えられる。

この様に運動中の急死機序には器質的心臓異常が基礎にあるものが多いとする考えをもつ人が多いが、すべてそれで説明することは困難である。心血管系に何らの異常をみとめない人の運動中の急死機序をどの様に説明するか、全く未解決とい

ってもよい。また、基礎に心血管病変を有するとしても、急死に直結する機序は何であるか不明の点が多い。冠硬化症における運動中の冠不全から生ずる心室細動発生は理解し易いが、それ以外の基礎疾患の急死機序については推定の域を出ない。重症不整脈の発生によるのか、急性心不全の発生によるものか、またそれらに介在する要因として内分泌臓器がどのような役割をはたしているのか全く不明といってよい。

## 2. 本研究班の目標および分担課題

前述した様に運動中の急死事故には基礎に心臓疾患があることが多いが、心臓を中心とした従来の考え方では説明できないことも少なからずあり、また心臓における事故のトリガーとなる他の要因を探す目標をもって本研究では心臓を中心とする循環系と内分泌系を2つの研究対象とした。また、方法的には運動中の急死剖検例を中心とした病理学的アプローチと運動中の生理学的および生化学的測定を中心としたアプローチの2つに分けて分担課題とした。

運動中の急死剖検例については東京都監察医務院の上野班員が東京都内の急死例を集め、また従来集積された剖検例につき検討することになった。上野班員は主に心臓病理につき、また笹野班員が上野班員から提供された剖検例につき内分泌臓器の検索を行うことになった。

運動時の生理学的および生化学的検討に関しては入江および村田班員が主に運動中の各種ホルモンの測定を、特に各種の運動条件とホルモン動態の変化を検討することになった。入江班員は主として成人と、村田班員は小児を対象として研究を行うこととした。黒田、草川、村山、川原班員は主に運動中の生理学的測定を、特に各種の運動条件下で行うことになった。対象として草川班員が小児を、黒田、村山、川原班員が成人を分担することとした。

## 3. 本年度の研究成果

共通課題として運動中の急死の実態を全国的に調査することになり、初年度はその調査用紙の作製を行った。それを別表に示したが、急死例の病歴および急死の発生した諸状況を詳細に調査することになった。可能な限り剖検をすすめることを原

則としたが、剖検の記載様式は東京都監察医務院にて上野班員が使用しているものをそのまま使った。調査用紙は、地方体協、スポーツ臨床医各種病院など多くのネットワークを利用して配布し、事故発生の際は班員およびスポーツ科学研究所員が現地に調査にでかけることも計画されている。

分担研究として本年度は以下の研究を行った。

1. 上野正彦，庄司宗介：スポーツ中の急死と心臓刺激伝導系の組織変化

2. 笹野伸昭，上野正彦：スポーツ中急死症例の内分泌学的形態学的研究（第1報）

3. 入江実，兵頭常一，難波修，村山正博，大城雅也：長距離走行に伴う，血中ホルモンの動態

4. 草川三治，村田光範，木口博之，根本博文：中学，高校運動部選手の練習前後における循環器学および内分泌学的検討

（村山正博）

# スポーツによる内因性急死調査

(財)日本体育協会

事故者氏名	生年月日	年齢	性	職業、勤務先又は学校名

住所	電話番号

事故発生の時期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 午前、午後 \_\_\_\_\_ 時 \_\_\_\_\_ 分

死亡の時期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 午前、午後 \_\_\_\_\_ 時 \_\_\_\_\_ 分

事故発生の場所(詳しく) \_\_\_\_\_

事故発生の発見者 \_\_\_\_\_

救急処置の有無、概要 \_\_\_\_\_

救急処置を行った医師名 \_\_\_\_\_ 病院名 \_\_\_\_\_

住所 \_\_\_\_\_ 電話番号 \_\_\_\_\_

事故発生から発見までの推定時間 \_\_\_\_\_

事故発生から救急処置までの推定時間 \_\_\_\_\_

事故発生時の運動内容 \_\_\_\_\_

(運動の種類、競技会  
学校体育など具体的に、また  
例えば「何m走った時点で」  
となるべく詳細に)

事故発生時の気象状態  
(気温、湿度、天候、風など)

事故発生前の異常徴候

(最近ならびに当日の健康状態  
および運動開始後の異常徴候  
の有無について詳しく)

事故発見時の現症

体位、姿勢 \_\_\_\_\_ )

皮膚色、顔色(チアノーゼ、蒼白、潮紅など \_\_\_\_\_ )

意識(昏睡、妄迷、傾眠、せん妄など \_\_\_\_\_ )

けいれん( \_\_\_\_\_ ) 発汗(冷汗 \_\_\_\_\_ )

皮膚温(温、冷 \_\_\_\_\_ ) 筋緊張(硬直、弛緩など \_\_\_\_\_ )

まひ( \_\_\_\_\_ ) 振せん( \_\_\_\_\_ ) よだれ( \_\_\_\_\_ ) 失禁( \_\_\_\_\_ )

瞳孔(散大、対光反射など \_\_\_\_\_ )

脈搏(触診部位 \_\_\_\_\_ , 数 \_\_\_\_\_ , 整・不整、緊張など \_\_\_\_\_ )

呼吸(数 \_\_\_\_\_ , 状態 \_\_\_\_\_ ) 血圧( \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ mmHg)

その他 \_\_\_\_\_

事故発生後の経過

(現症の変化)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

事故発生前の状況

家族歴

生育歴 (第2次性徴発現時期  
声がわり、生理について詳しく)

既往歴 (てんかん、失神発作  
けいれんなど詳しく)

最近の健康状況

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

飲酒

タバコ

服用薬剤

運動歴 (種目、時期、程度)

最近の運動状況

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

健診の有無・内容

\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日実施

胸部レ線

安静心電図

負荷心電図 (方法・負荷量などを含む)

脈搏数 \_\_\_\_\_ 血圧 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ mmHg. 肺活量 \_\_\_\_\_ ml 1秒率 \_\_\_\_\_ %

尿所見

血液所見

身長 ( \_\_\_\_\_ cm) 体重 ( \_\_\_\_\_ kg)

体力テスト

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

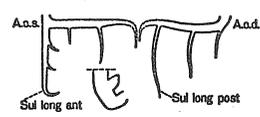
(その他学校、会社その他における保健記録、健診記録などから特記すべきことがあれば記載)

# スポーツによる内因性急死・調査表(1)

(財)日本体育協会

発生年月日	昭和 年 月 日 発生場所 都県 区市 町 番地				
具体的場所	グラウンド・道路・プールなど具体的に記入( )				
検 死 医	氏名	病院名	所 在		TEL
	氏名	♂ 職 ♀ 才 業	住 所		TEL
既 往 歴	(生前の検査データがあれば、検査年月日とデータを記入して下さい)				
ス ポー ツ 歴					
死 亡 前 後 の 状 況	スポーツの種類			食事はプレーの何時間前にとったか	
	プレー開始時間	年 月 日 午 前後	時 分	異常を呈した時間:	
加 療 状 況					
死亡時間	昭和 年 月 日 午 前後 時 分				
検 死 時 の 死 因					
参 考 事 項					

## スポーツによる内因性急死・調査表(2)

死亡より解剖開始までの時間		解剖医		
病院名	所在： 都県 区市 町 番地		T E	
死因				
解剖所見	才 8 ♀	身長 cm	体重 kg	
皮下脂肪の厚さ cm				
心	重量 g	大きさ：屍手拳より	形：	
	心尖左右両室より形成：		硬さ ( )	
	心外膜 脂肪 ( )	溢血：部位 ( ) 大きさ ( ) 数 ( )	臍斑：部位 ( ) 房面 ( ) 室面 ( ) 大きさ ( ) 形 ( ) 数 ( )	
	血量	大きさ	性状	
	左心房	cc	広 尋 狭	流 凝 豚
	左心室	cc	広 尋 狭	流 凝 豚
	右心房	cc	広 尋 狭	流 凝 豚
	右心室	cc	広 尋 狭	流 凝 豚
	別出時流出血 cc	心房室中隔：	卵円孔 (閉 開存)	
	弁	① 三尖弁	② 肺動脈弁	③ 僧帽弁 ④ 大動脈弁
膜	冠狀動脈：蛇行 ( ) 粥状硬化 ( ) 石灰沈着 ( ) 狭窄 ( ) 拡張 ( )			
	大動脈起始部 cm	肺動脈起始部 cm	ボタロー管 cm (閉 開存)	
				
	冠狀動脈 壁の厚さ：薄 尋 厚 ちりめん皺：			
大動脈	弾力性	粥状硬化：起始部 頂部 胸部 腹部 分岐部	壁の厚さ：薄 尋 厚	
		石灰化：起始部 頂部 胸部 腹部 分岐部	ちりめん皺：	
		潰瘍：起始部 頂部 胸部 腹部 分岐部		
		内膜の脂肪化：起始部 頂部 胸部 腹部 分岐部		
		頭皮：		
頭部	頭骨：	厚さ ( mm ~ mm)	大泉門 ( × cm)	
	脳硬膜：血管充盈 ( )		小泉門 ( × cm)	
	静脈洞：血量 ( )			
	重量 g	大きさ × × cm	形：	
脳軟膜：血管充盈 ( ) 水腫 ( ) 混濁 ( )	脳底部動脈：硬化 ( )		硬さ ( ) 腫脹 ( )	
脳室：広さ (広 尋 狭)	脈絡叢：色	血管充盈 ( )	髄液：色 混濁 ( )	
			切面： 色. 血管充盈 ( ) 腫脹 ( ) 混濁 ( )	
脳部				

## スポーツによる内因性急死・調査表 (3)

臓器	重量 g	大きさ × × cm	肉眼所見	組織所見
肺	左	× ×		
	右	× ×		
肝	左	× ×		
	右	× ×		
胆のう	胆汁 cc	× ×		
脾		× ×		
膵		× ×		
腎	左	× ×		
	右	× ×		
胃	内容 cc	× ×		
小腸		/ /		
大腸		/ /		
副腎	左	× ×		
	右	× ×		
甲状腺		× ×		
		× ×		
		× ×		
下垂体		× ×		
胸腺	左	× ×		
	右	× ×		
睾丸	左	× ×		
	右	× ×		
卵巢	左	× ×		
	右	× ×		
子宮		× ×		
その他				
解剖時の 化学データ				

# 1. スポーツ中の急死と心臓刺激伝導系の組織変化

執筆者 庄司 宗介<sup>1)</sup>  
 研究協力者 上野 正彦

一見健康な若年男性のうちには突然心不全の状態  
 で急死し、剖検上心臓には拡張を伴った軽度の  
 心肥大があるだけで組織学的にも心筋層の断血性  
 変化以外には炎症性変化などの病変を認めないの  
 で原因不明の心不全あるいはポックリ病と呼称さ  
 れた疾患がある。このような心不全は依然として  
 若年者の急死中に多数認められており、その原因  
 究明も遅々として進歩していない。最近私達<sup>1)</sup>は  
 心臓刺激伝導系の変化に注目し、若年者の急死例  
 に冠状動脈右回旋枝の変化とくに房室結節枝の変  
 化について検索中であるが、今回スポーツと急死  
 に関する課題を与えられ、スポーツ中に急死する  
 若者もかなり多く<sup>2)</sup>、若年者の急性心不全でスポ  
 ーツを誘因とした急死の範疇に入るものであり、  
 このような急死状態における心臓刺激伝導系心筋  
 の組織変化が臨床的考察に対して一助となればと  
 考えている。

さてこのようなスポーツ中の急死を統計的にみ  
 ると、東京都監察医務院において昭和50年より56

表 1-1 死 因 別 ( )内は女性

死 因	競技種目	小計	計
急性心機能不全	走	9(1)	20 (4)
	バスケット	4(1)	
	水泳	2(2)	
	空手	2	
	ラグビー	1	
	野球	1	
冠状動脈硬化心筋 硬塞	走	4(1)	9 (1)
	ボウリング	1	
	ピンポン	1	
	バドミントン	1	
	スケート	1	
	テニス	1	
心 筋 炎	走	2	5
	ボウリング	1	
	ハンドボール	1	
	野球	1	
心 肥 大	走	1	3
	ゴルフ	1	
	野球	1	
高血圧性心肥大	走	1	2
心のう血腫剥離性 大動脈瘤破裂	走	1	2 (1)
	スケート	1(1)	
てんかん	テニス	1	1
脳 挫 傷	ソフトボール	1	2
	ボクシング	1	
計			44(6)

表 1-2 年 令 別

( )内は女性

死因	急性心機能不全	冠状動脈硬化心筋硬塞	心 筋 炎	心 肥 大	高血圧性心肥大	心のう血腫剥離性大動脈瘤破裂	てんかん	脳挫傷	計
0~9			1						1
10~19	13 (4)	1 (1)					1		15 (5)
20~29	7	1	2		1			1	12
30~39			1	3				1	5
40~49		3							3
50~59		3	1		1				5
60~69		1							1
70~79						1 (1)			1 (1)
80~89						1			1
計	20 (4)	9 (1)	5	3	2	2 (1)	1	2	44 (6)

脚注 1) 東京都監察医務院

表 1-3 競技種目別

(昭和50~56年)

競 技 種 目	計
走	18(2)
バスケ	4(1)
野球	4
水泳	2(2)
スケート	2(1)
空手	2
ボクシング	2
テニス	2
ラグビー	1
柔道	1
ピョンボ	1
バドミントン	1
ハンドボール	1
ゴルフ	1
ソフトボール	1
ボクシング	1
計	44(6)

( )内は女性

年まで7年間に取扱った都23区内に発生した状況の明らかな症例は表1-1, 2, 3に示したように44例である。死因別では急性心機能不全が20例でもっとも多く、年齢別では10才代15例, 20才代12例と若年者に多い。競技種目別にみると、ランニング、ジョギング、マラソンなど走る種目に急死するものが18例で圧倒的に多かった。

また死因は内因死と外因死に分けられるが本研

究は内因死に限定するためにスポーツ中に生じた致命的外傷による外因死には触れないことにする。

内因死のほとんどは急性心臓死であり、その中で自覚的・他覚的に異常のなかったものは75%で残り25%のものには検診の際、心疾患あるいはいは何かの異常を指摘されて精査を実施しているが結局のところ異常なしと判断されたのが大半で、治療のため投薬をうけていたもの数例があった。とくに急性心機能不全による急死の場合には、生前全く健康者として生活し、医療なども受けたこともなく、受けたとしても一般的な健康診断のみで異常のないものばかりであった。

これら統計のなかからごく最近の新鮮剖検例について心臓刺激伝導系組織の検索を行なった。検査症例は表1-4, 5, のごとくで、若年者の急性心不全例を中心に報告するが、そのほかに9才男児死例, 17才男性特発性心筋症例, 35才男性くも膜下出血例, 56才男性高血圧性心肥大例を参考として記載する。

#### 症例の検査所見

##### a) 症例の一般的検査所見

急性心機能不全例では第1例心重360g, 第2例心重370g, 第3例心重400gであり第3例でやや心肥大の傾向を示している。冠状動脈の肉眼的に検査可能な範囲内では第1例にて全く動脈硬化はなく, 第2, 3例では極めて軽度のアテローム

表 1-4 スポーツ中の急死と対照例

番号	年齢	性別	職業	死 因	死 亡 時 の 状 況
1	16	♂	高校生	若年者の急性心不全	体育授業中準備体操後バスケットを始めたが約10分位して急に倒れまもなく死亡
2	26	♂	会社員	"	野球の試合があり試合前の練習中フライを取ろうとして急に倒れ痙攣あり意識不明まもなく死亡
3	29	♂	"	"	柔道練習中急に気分が悪くなり横になったがまもなく痙攣出現意識不明で病院に運んだが死亡。年1回位の割でてんかん発作あり
4	9	♂	小学生	溺 死	水泳講習会に出てAM10:30より準備運動を行ないシャワーあびてプールに入った。ばた足の練習を始めたがAM11:10頃うつぶせで水中に浮んでいるのを発見AM11:30死亡確認。1年前でてんかん発作あり1日入院した事あり
5	17	♂	高校生	特発性肥大型心筋症	体育の授業で準備運動後150mかけ足5分位休んでバスケットを開始したが2分位後に急に倒れ救急処置2時間後死亡確認
6	35	♂	会社員	くも膜下出血	準備運動なしでプールに飛び込んだがまもなく水中に浮んでいるのを発見
7	56	♂	"	高血圧性心肥大	ジョギング中に急に倒れ死亡

表 1-5 症例の伝導系心筋病理学的所見

番号	年齢 性	死 因	心重 (g)	冠硬化	房 室 結 節			ヒス束 変性	脚変性		中隔上端部		その他の所見
					血管肥 厚	線維化	変性		左	右	線維 化	血管 肥厚	
1	16♂	若年者の急性心不全	360	-	卅	++	卅	+	+	+	卅		
2	26♂	〃	370	+	+	+	+	+	+	卅	+	房室結節周辺の出血	
3	29♂	〃	400	+	卅	++	++	+	+	++	卅		
4	9♂	溺 死	170	-	-	+	++	+	+	+	+	血管の Elastosis 著明	
5	17♂	特発性肥大型心筋症	480	-	+	+	+	+	+	++	+	伝導系心筋線維の肥大	
6	35♂	くも膜下出血	380	±	±	+	+	+	+	++	++	心房大動脈腔の出血	
7	56♂	高血圧性心肥大	500	++	+	+	++	+	+	卅	++		

硬化がみられ、そのほかの急死例では第4例心重170g、冠状動脈に硬化なく、第5例心重480g、冠状動脈に硬化性的変化はないが、心肥大が著しく肥大型の心筋症が認められた。第6例は心重380gで冠状動脈には極めて軽度のアテローム硬化を認めた。第7例は心重500g、求心性心肥大を認め、冠状動脈には全般に中等度のアテローム硬化を認めた。一般的な心筋線維の組織学的検査ではいずれも心筋線維の急死所見としての断血性変化が強いほかは心筋症や心肥大など疾患特有の心筋変化が認められた。

b) 症例の伝導系特殊心筋の組織所見

i) 第1～3例の急性心機能不全例では肉眼的に冠状動脈主幹部の動脈硬化が全くないか極めて軽度に見られる程度であるが、組織学的に冠状動脈房室結節枝末梢では第1および3例に内弾性板の断裂や内膜の肥厚、中膜平滑筋の腫大を伴う極めて強い血管壁の肥厚と内腔狭窄がみられる。第2例では血管壁の単純な肥厚がみられるが血管は全般にわたって繊細で狭小となっている。房室結節では特殊心筋線維は全般に萎縮状を呈するものが多く第1例では極めて強く、第3例では中等度である。また膠原線維の増生がみられ第2例では軽度であるが第1、3例では第2例よりはるかに強く、また3例ともに弾性線維網もかなり増強している。房室結節の周辺は脂肪織がかなり發育しているが、第3例では結節内にかなり脂肪織の浸潤がみられた。

His 束でも特殊心筋線維の萎縮が強く、また膠

原線維や弾性線維の増生も房室結節と同様に強く、とくに His 束中間部から後半にわたって強くなっていく傾向がみられた。His 束にもかなり脂肪織の浸潤がみられとくに第2、3例に著しい。

脚分岐部から左右脚にかけて同様に特殊心筋線維の変性の所見がみられ、脚では心筋線維の凝固壊死も中等度に認められた。

心室中隔上端部では中心線維体直下から中隔上部にわたり一般心筋線維の線維化がかなりみられ、細動脈にもかなり内膜増生を伴う肥厚硬化がみられた。その他の所見として第2例において房室結節周辺部に軽度のびまん性出血がみられた。

ii) 急性心不全以外の症例では、第4例において房室結節動脈枝の著しい内膜の Elastosis がみられ、特殊心筋全般には膠原線維や弾性線維の加齢的变化よりも著しい増生がみられた。第5例では疾患特有の心筋変化が強く、細動脈壁には著しい Elastosis がみられ、特殊心筋線維でも膠原線維の増生が強く、また全般に極めて豊富なグリコーゲン貯溜を示す腫大がみられ特異な形態を示している。第6例では冠動脈末梢や特殊心筋線維に著変を認めないのが、一般的に急性乏血性浮腫性変化が強くまた心房大動脈間腔にびまん性出血がみられた。第7例では肉眼的に冠硬化がみられ、特殊心筋線維にも加齢的变化が強く出現している。

iii) 以上の組織所見をまとめると急性心機能不全例では冠状動脈の主幹部に動脈硬化が全くない

か極めて軽度であるが、末梢の房室結節枝に著しい血管壁の肥厚を伴った管腔狭窄がみられ、伝導系特殊心筋線維の萎縮や膠原線維、弾性線維の増生を伴った線維化がみられ、変性は His 束後半に強い傾向にある。また心室中隔上端部の細動脈にも硬化狭窄が強く、この部の一般心筋線維にも線維化が強く出現するものが多い。

#### 考 察

以上の組織所見から考察するにあたり、まず特殊心筋線維とその周辺の加令的变化が問題となるが、一般に伝導系心筋は障害をうけ難いといわれている。しかしかなり加令変化を示し、Lev<sup>3)</sup>によれば個人差もあるが最初に障害が発現するのは 40 才代から、そしてその変化は脂肪織の浸潤、膠原線維や弾性線維の増加、筋線維の消失を伴う細網線維網の膠原化や心筋線維の萎縮などとされている。須賀井ら<sup>4)</sup>も同様のことを報告し、他の病的所見がない冠硬化の場合には半分は生理的加令的变化が加わったものであると述べているが、これらの点からみると若年者の急性心不全例では早期から加令的变化が強く出現したものと考えられ、冠状動脈末梢ことに房室結節枝の肥厚狭窄と合わせて考えるとかなり特徴的な所見と言える。

つぎに房室系心筋の血流について考えてみると、冠状動脈の血管分布に関しては Lev<sup>5)</sup>により詳細に報告されているが、房室結節や His 束の 90% は右冠状動脈房室中隔線維輪枝の血流を受けている。そしてその走行に関しては Herper<sup>6)</sup> は房室結節と平行して走ると述べ、James<sup>7)</sup> は房室結節の中央を走ると述べ、須賀井ら<sup>4)</sup> は中心線維体のやや房室結節近くを走ると報告している。未発表ではあるが私達の検索では房室結節枝は僧帽弁起始部と冠静脈洞の高さから、三尖弁附着部の間にほぼ上、中、下の部位に走行を認めるがとくに一定した位置は認められない。そしてこの房室溝において須賀井らが述べたように房室結節の近くを走り、一部は次いで His 束に沿って中心線維体を穿通して心室中隔上端部に達している。血管壁の肥厚は房室溝に達したところでは比較的軽度であるが、房室結節周辺から中心線維体に接した部位で肥厚が強く出現し、狭窄が強くなり、中心線維体を穿通し心室中隔上端部でも極めて強い

肥厚、狭窄を示すものが多く、この点から組織学的に特殊心筋の変性が出現し、His 束後半に変性が強く出現し、また中隔上端部の一般心筋線維化が強く出現すると考えられる。また Schlesinger<sup>8)</sup> は冠状動脈の走行による分類を行なっているが、古くから若年者の急性心不全は I 型に多いという報告があり<sup>9)</sup>、血管の走行や血管壁の肥厚と合せて、若年者の急性心不全には右冠状動脈房室結節枝が関与し、伝導系特殊心筋の変性が一因であると考えることが可能である。

若年者の血管壁にみられる内膜 Elastosis と動脈硬化について考えてみると、症例ではかなり幼年期から内膜 Elastosis が出現しており、動脈硬化の発生要因の点から血管内圧の亢進が惹起されていることを示している。また心筋症例でも同様に Elastosis がみられる点から血管壁の基質の異常や Elastosis あるいは動脈硬化性変化など多方面の原因が考えられる。また血管の走行が中心線維体の周辺にありまた中心線維体内を穿通することから Lev<sup>10)</sup> が述べているような心室収縮によってうける中心線維体のひずみも関与するのではなからうかと考えられる。この点でも未発表例ではあるが、中心線維体内の巨大嚢胞形成や線維体内出血が認められる例もみられ中心線維体独自の生化学的異常が関与したものと考へてはいるが、それ以外に心室中隔上端部の線維化が強い点から、伝導系心筋は中心線維体と中隔上端部線維化部分の間を通過するための伝導系心筋への直接的な影響も考慮に入れる必要がある。また従来若年者の急性心不全は軽度の拡張性心肥大があり心臓に比して大動脈の狭小な点から私達は慢性うつ血性心不全として分類して来ているが、右房室内圧の亢進も関与し、それに伴って右心房内の静脈洞周辺の自由壁を走行する房室結節枝の機械的圧迫も血管壁肥厚の一因ではなからうかと考える。

#### まとめ

現在まで若年層の急性心不全例の検索にあたって、冠状動脈の硬化、狭窄とくに主幹部のみを主として追究し、急性心機能不全の場合には、これらにほとんど変化は見られなかった。しかし心臓刺激伝導系に分布する冠状動脈房室結節枝やその周辺の細い末梢枝を検索すると高度の血管壁の肥

厚や狭窄があり，加えて伝導系特殊心筋線維の虚血性変化が目立ち，心拍動に悪影響をおよぼし，

肉体的，精神的過労（ストレス）と相まって心臓発作を誘発し，急死するものと推論する。

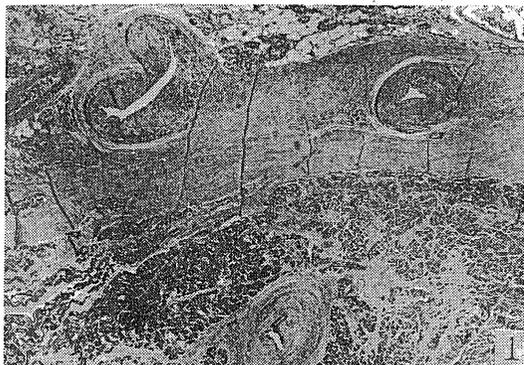


写真 1-1 中心線維体に接した房室結節動脈の肥厚と中心線維体内の細動脈肥厚および房室結節の脂肪織浸潤がみられる。中心線維体の下方は心室中隔上端部で，この部の細動脈の著しい硬化狭窄と心筋の線維化もみられる。第1例16歳♂ H・E染色40X



写真 1-2 写真1の強拡大，H・E染色200X

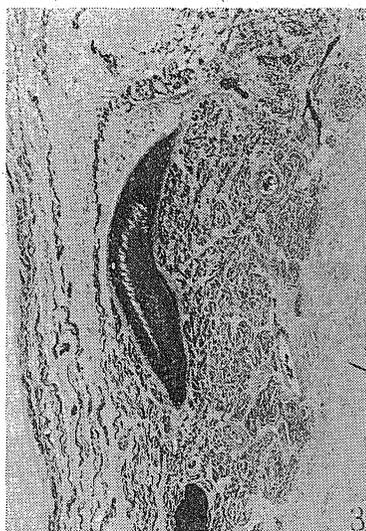


写真 1-3 房室結節の特殊心筋線維の萎縮と膠原線維の増生。第2例26♂ Masson 染色40X

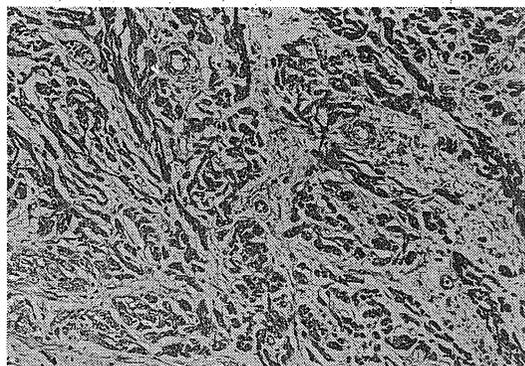


写真 1-4 写真3の強拡大，著しい線維化。Masson 染色 400X

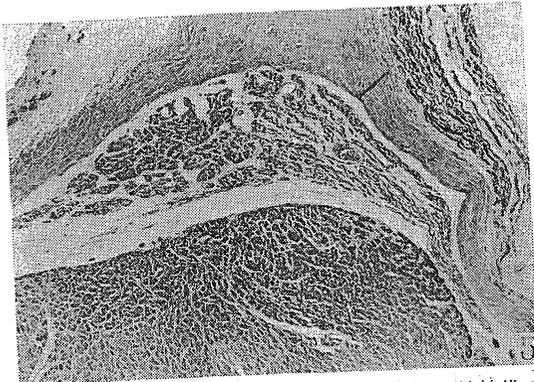


写真 1—5 His 東後半左右脚分岐部, 特殊心筋線維の萎縮, 膠原線維の増生と脂肪織の浸潤。第 2 例 26 例 Masson 染色 40 X



写真 1—6 房室結節の特殊心筋線維の萎縮, 房室結節動脈の硬化狭窄。第 3 例 29 例 Elastica-Von Gieson 染色 40 X

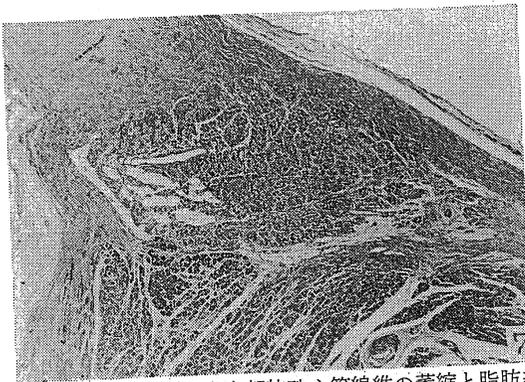


写真 1—7 His 東中央部特殊心筋線維の萎縮と脂肪織の浸潤。第 3 例 29 例 Masson 染色 40 X

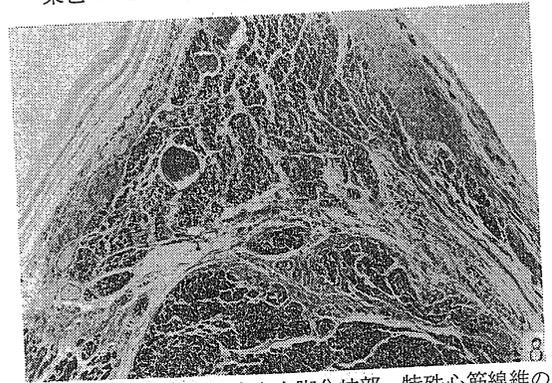


写真 1—8 His 東後半左右脚分岐部 特殊心筋線維の萎縮と膠原線維の増生, 左脚移行部の線維化。第 3 例 29 例 Masson 染色 40 X

#### 文 献

- 1) 庄司宗介: 若年者の急性心不全と心刺激伝導系の組織変化, 第65次日本法医学会総会(神戸) 1981.
- 2) 上野正彦, 田島義文: スポーツ中の急死について 医学のあゆみ, 107: 664—667, 1978.
- 3) Lev. M., Widran, J, and Erickson, E. E. : A method for the histopathologic study of the atrioventricular node, bundle and branches, Arch. Path. 52: 73—83, 1951.
- 4) Sugai M., Kono R. and Kunita Y. : A morphologic study on human conduction system of heart considering influences of some disorders of individuals. Acta Pathol. Jpn. 31: 13—25, 1981  
(5 Lev M. : Anatomic basis for atrioventricular block. Am. J. Med. 37: 742—748, 1964.
- 6) Herper J.R., Harley A., Hackel D.B. and Estes E. H. Jr. : Anatomic studies of cardiac conduction system in acute myocardial infarction. Am. Heart J. 77: 411—422, 1969.
- 7) James T.N. : Anatomy of the coronal arteries in health and disease. Circulation 32: 1020—1033 1965.
- 8) Schlesinger M. J. : An injection plus dissection study of coronary artery occlusions and anastomoses. Am. Heart J., 15: 528—568, 1938.
- 9) 須賀井正謙: 急性心臓死の形態学的考察. 日本医学会総会学術講演集 V: 63—69, 1963.

## 2. スポーツ中急死症例の内分泌学的形態学的研究（第1報）

執筆 者 笹野 伸昭

研究協力者 上野 正彦

### 1. 緒 言

スポーツ中に急死する症例はあとを断たないが、今日なお未解決の原因として内分泌素因があげられている。笹野はかねてからボックリ病で代表される突然死症例にみられる副腎の形態に注目し、そこに組織学的形成不全や障害像のしばしばみられることと髓質の発育が常に良好であることを強調した<sup>1-4)</sup>。

このたびは運動中の急死例について、剖検例の内分泌腺の形態学的所見を明らかにし、その中に急性循環不全と関係する変化を究めることを目的として、本研究を志した。未だ研究途上であるが、本稿ではスポーツ中の急死例の内分泌腺について、特に目立った組織所見をとりあげ、その意義を考察したい。

### 2. 研究方法

今回の検索症例はすべてスポーツ中の急死例ばかりで、昭和53—56年の4年間に東京都監察医務院において行政解剖に付された16例である。これらの死亡の状況は次の通りである。（監察医務院剖検番号）

- 第1例：14才女。バスケット部のキャプテンで1時間位の練習中、倒れる。痙攣し、ウメキ声を発し急死、52年春X—Pで心疾患ありとされ、精検したが異常はなかった。(54753)
- 第2例：21才男。ハンドボール世界選手権日本代表で、試合開始直後に倒れる。人工呼吸、心マッサージをしたが死亡した。(54860)
- 第3例：15才男。ラグビー中倒れた。心マッサージをするも1時間半後に死亡した。(55064)
- 第4例：47才男。心疾患ありといわれたが治療はしていなかった。ランニングの習慣あり。50分位走って倒れ急死した。(55167)
- 第5例：14才男。マラソン中急死した。(55362)
- 第6例：19才男。体育の時間マラソンに出発。1時間位で気持ち悪くなり倒れる。治療中死亡。時々動悸あり。ノイローゼ気味で安定剤

の投薬をうけていた。(55485)

第7例：21才男。大学3年空手部キャプテン、1時間位の練習中に急死した。心疾患のため医者にかかっていた。(55587)

第8例：13才男。体育の時間2キロのマラソンをし帰校のため歩行中、気持ち悪いと坐りこみ急死した。学校検診で異常なかった。(56088)

第9例：21才男。会社のマラソン（アンカー）で1.2キロ走ったところで倒れ急死。（昼間会社勤め、夜間大学通学でテスト中のため過労気味であった）(56176)

第10例：28才男。ボーリング直後車に乗り、リクライニングシートを倒し休む。間もなくイビキをかき出した。救急車を呼んだが間に合わなかった。解剖所見に間質性肺炎、腎盂炎を認めた。(56500)

第11例：15才男体育の時間1時間半位、バスケットをやった直後急死。生来健康であった。(56524)

第12例：33才男。会社の運動会で1000 m 競争し、直後苦しみ出し急死した。生来健康であった。(57417)

第13例：29才男。柔道練習中気持ちが悪くなり、痙攣発作を生じ急死した。年に1度位、てんかん様失神発作があったという。(57854)

第14例：26才男。野球でフライをとろうとして倒れた。痙攣を生じ急死した。頭部外傷などはなかった。(57924)

第15例：16才男。体育の時間バスケット中突然倒れ急死した。(59972)

第16例：18才男。バスに乗ろうと走って急死した。時々運動後てんかん様失神発作があった。そのため精検し、脳波、CT、KEG etc 異常なしといわれていた。生来健康であった。(60842)

年令は13~19才が8例、20~29才が6例、30才

第2-1表 スポーツ中の急死例臓器一覽

No	(監察医務院) 剖検 No	年齢	性別	死亡月/日	死後経過時間	スポーツの種類	死 因	ホルモン臓器					
								副腎	下垂体	甲状腺	性腺	胸腺	膵臓
(1)	54753	14	♀	3/23	24	バスケット中	急性心機能不全	○	×	○	○	×	○
(2)	54860	21	♂	4/15	20	ハンドボール中	間質性心筋炎	○	×	○	○	×	○
(3)	55064	15	♂	5/31	5	ラグビー中	急性心機能不全	○	×	○	○	×	×
(4)	55167	47	♂	6/25	5	マラソン中	冠状動脈硬化	○	○	×	○	×	×
(5)	55632	14	♂	8/7	19	マラソン中	急性心機能不全	○	○	○	×	×	×
(6)	55485	19	♂	9/8	21	マラソン中	急性心機能不全	○	×	○	○	×	○
(7)	55587	21	♂	10/4	20	空手中	急性心機能不全	○	×	×	○	×	○
(8)	56088	13	♂	1/23	21	マラソン中	急性心不全 心血管系低形成	○	×	○	○	○	○
(9)	56176	21	♂	2/8	21	マラソン中	急性心機能不全	○	○	○	○	×	×
(10)	56500	28	♂	4/9	9	ボーリング直後	間質性心筋炎	○	○	○	○	×	○
(11)	56524	15	♂	4/13	23	バスケット中	急性心機能不全	○	○	○	○	○	○
(12)	57417	33	♂	11/3	25	1000m競走中	冠状動脈硬化	○	○	○	○	×	×
(13)	57854	29	♂	1/29	15	柔道中	うっ血性心不全	○	×	○	×	×	×
(14)	57924	26	♂	2/11	24	野球中	うっ血性心不全	×	○	○	○	×	×
(15)	59972	16	♂	3/2	22	バスケット直後	冠状動脈低形成	○	×	○	○	○	○
(16)	60842	18	♂	8/21	21	疾走中	急性心機能不全	○	×	○	○	○	○

第2-1表 スポーツ中の急死例循環器系計測値

No	剖検 No	身長 cm	体重 kg	心重量 g	心筋厚さ		心拍出量 ml	大動脈の巾 cm					肺動脈巾	左肺		右肺	
					左 cm	右 cm		起始	頂部	胸部	腹部	分岐		重さ	× × cm	重さ	× × cm
(1)	54753	161	52	320	1.4	0.3	500	5.3	3.5	3.5	2.8	2.7	6.6	360	20.5×13 × 6	500	22 ×14 × 6
(2)	54860	183	69	480	1.5	0.3	800	6.0	5.0	4.2	4.0	4.0	7.2	650	25 ×16.5× 6	750	24.5×16.5× 6.5
(3)	55064	170	57	350	1.8	0.4	200	4.9	4.1	4.0	3.2	2.5	6.7	750	21 ×19 × 9	750	24 ×19 × 9.5
(4)	55167	178	76	370	1.4	0.2	900	8.2	6.0	5.0	5.0	4.5	7.8	410	25 ×18 × 5	420	24.5×18.5× 5.5
(5)	55362	159	51	270	1.0	0.3	500	6.6	4.5	4.0	3.3	2.7	6.2	440	20 ×15 × 5.5	490	23 ×14 × 7
(6)	55485	168	55	300	1.4	0.2	500	5.0	4.5	3.8	3.0	2.7	6.4	850	25 ×18 × 6	640	26 ×15 × 7
(7)	55587	184	72	460	1.5	0.4	850	6.0	4.6	4.5	3.5	2.6	6.0	580	22 ×17.5× 5.5	840	26 × 7.5× 8.5
(8)	56088	158	54	210	1.3	0.3	250	4.8	3.5	3.0	2.7	2.5	5.2	300	17.5×14 × 4.5	350	19.5×14.5× 6
(9)	56176	181	69	400	1.2	0.3	400	6.5	5.5	4.7	4.0	3.5	6.0	520	23 ×15 × 7	650	25 ×18 × 8
(10)	56500	172	53	340	1.4	0.3	550	6.0	4.0	4.0	3.5	3.0	6.5	280	23.5×13 × 4.8	330	23 ×15.5× 5.2
(11)	56524	170	66	290	1.1	0.4	500	5.3	4.0	3.8	3.0	2.6	5.5	790	24 ×16 × 5.6	870	24.5×17 × 7.5
(12)	57417	168	70	360	1.3	0.4	300	5.5	4.8	4.0	3.4	3.0	7.0	575	22 ×14.5× 5	670	22.5×16 × 5.2
(13)	57854	165	77	400	1.4	0.4	500	6.5	5.0	4.5	4.0	3.8	7.5	550	24.5×15.2× 5.1	730	24.5×17.3× 7.6
(14)	57924	166	77	370	1.2	0.3	500	6.0	4.3	3.8	3.5	3.3	7.2	620	20.5×14 × 5.4	670	22.5×15.8× 5.9
(15)	59972	172	60	360	1.0	0.4	250	5.0	4.5	3.8	3.0	3.0	6.0	650	27.0×17.5× 7	870	28 ×18 × 8
(16)	60842	162	50	280	1.0	0.3	300	4.6	4.5	3.5	2.8	2.5	5.4	440	22 ×15.5× 5.6	460	23.5×16.7× 6.8

以上が2例であった。性別では16例中15例が男で、女は1例だけであった。

これらの症例について、死亡状況と一般剖検所見から推定された死因ならびに検索内分泌臓器の一覧を第2—1表に示した。検索臓器は解剖時にホルマリン固定を行っていたものをこのたび切り出し、パラフィン包埋切片とした。組織標本は副腎15例、甲状腺と性腺各14例、睪9例、下垂体7例、胸腺4例について作製することができた。染色はすべての臓器についてヘマトキシリン・エオジン染色、弾力線維 Masson 染色を施し、このほか副腎には Gomori 氏鍍銀染色、下垂体には PAS-alcian blue-Masson 五重染色を行った。

標本の鏡検に当っては、症例の既往歴に剖検所見における循環器系の所見を特に重視して参考とした。剖検時における循環器系と肺の計測値を第2—2表に示した。

### 3. 所見と考察

検索症例の多くのものは死後可成り長時間を経たため、死後変化の最も早く起こる睪では詳細な変化の把握が困難であった。従って所見の把握は最も数の揃っていた副腎、甲状腺および性腺について行い、少数例ながら下垂体と胸腺の具わっていた例では、その所見を参考に供した。

これらの内分泌腺の中で生体の循環機能と最も関係の深いのは副腎皮質、髄質および甲状腺である。今回の検索では、厳密な対照の標本が未だ得られておらず、かつ死後変化による変貌が少なからずみられたので、所見の記述は際立った変化だけに限り、対照と比較しての記述や計測は次報に譲ることとした。

#### 1) 副腎皮質網状帯の線維化

副腎皮質では網状帯が動脈循環の最遠位にあり、中心静脈に最も近い。そのためうっ血性心不全の影響が最も鋭敏に現われ、慢性の症例では出血や細胞の脱落に続発した線維化がおり、それが皮髄境界の線維膜の形でみとめられる<sup>4,5)</sup>。このたびの症例の中でこのような形の線維膜が広く形成されていたのは、同質性心筋炎とされた No. 2 (写真2—1) と No. 10、心疾患のため医者にかかっており心重量が460gであった No. 7 (写真2—2) であった。また部分的ながらこのような形

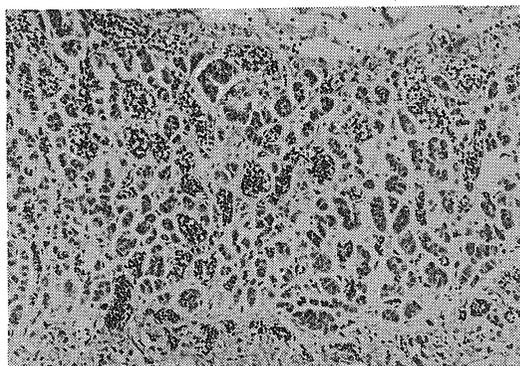


写真 2—1 第2例の副腎。皮質がうすいだけでなく構造も甚だしく乱れており、細胞索間の線維性肥厚が目立ち、皮髄境界にも線維膜ができています (H—E 染色, X1000)。

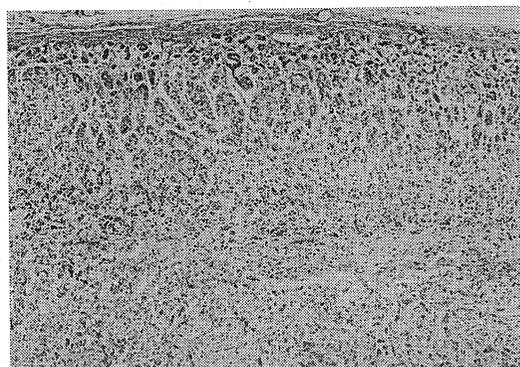


写真 2—2 第7例の副腎。皮質内層の線維化が進行し皮髄境界に可成り厚い線維膜ができています。髄質は良く発達している (H—E 染色, X40)。

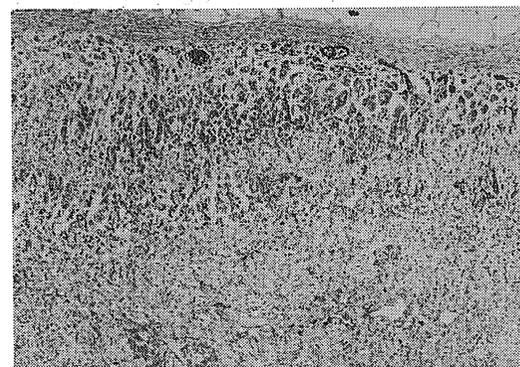


写真 2—3 第13例の副腎。皮質がうすく束状帯の発達不良のため球状帯が比較的目立っている。皮質境界 (写真のほぼ中央) に線維化帯をみる (H—E 染色 X40)。

の線維膜をみとめたNo. 9とNo.13は共に心重量が400gであり、No.13(写真2-3)では年に1回位にてんかん様発作があったという。その他の症例ではこのような線維膜がみとめられず、心重量も最大370gで、心筋層にも有意の病変をみとめなかった。

このような線維膜は実質障害の究極の姿としての痕跡である。従って副腎皮質内にはそこに至る途中の段階の変化が期待され、またその結果副腎皮質機能の予備力に何らかの影響を及ぼすことが考えられる。これらの解明は向後の問題点となるであろう。

## 2) 甲状腺の過機能性過形成

甲状腺機能の亢進状態を組織所見の上から推定する規準は可成り以前から確立されている。すなわち、濾胞上皮が背丈をまし、腔内に向かって乳頭状増殖を示し、コロイド吸収像がみられ、腔内のコロイドもしばしば希薄となる。メルカゾール等による治療を行った症例では上記の特徴が失われるが、未治療の症例でこれらの変化をみた場合には、甲状腺機能亢進症の可能性が高い。

今回の症例のうち、No. 3(写真2-4)では上記の変化が明らかであり、場所によって非常に著明であり、更にリンパ濾胞さえも伴っていた。これはバセドウ病に近い変化と見做された。No. 8(写真2-5)ではやや軽いが類似の変化をみとめた。No. 15ではさらに軽い変化ながら、同じ方

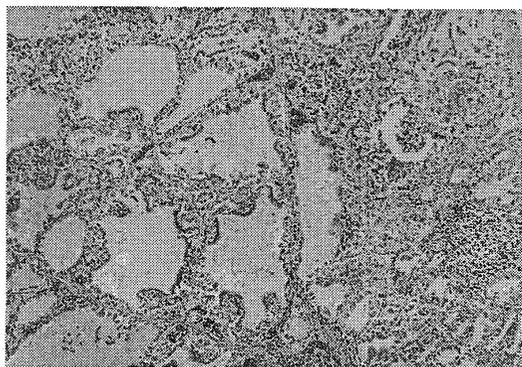


写真 2-4 第3例の甲状腺。濾胞上皮は著しく背丈をよし、乳頭状増殖とコロイド吸収像が目立つ。写真の右端にはリンパ濾胞が形成されている。バセドウ病にみられる過機能性過形成の像である(H-E染色, X40)。

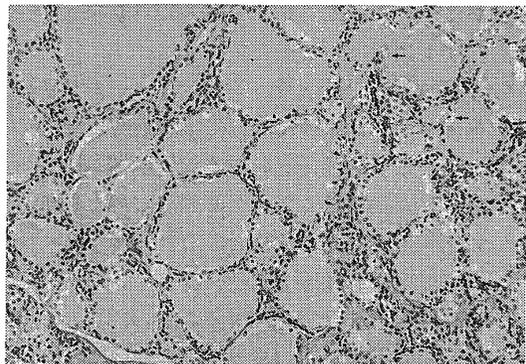


写真 2-5 第8例の甲状腺。濾胞上皮は僅かに背が高く、一部で polster(矢印)が形成され、また小型濾胞が目立つ。コロイド腔では濾胞上皮に接する部分に空胞をみる(H-E染色, X100)。

向の傾向とみなされた。

バセドウ病では、バセドウ心の名があるように、しばしば心筋障害がおこる。従ってNo. 3のように甲状腺の組織像から明らかな機能亢進症と認定できる症例では、急性心臓死と関係する可能性が考えられるが、今後厳密な比較研究によってこの可能性の是非を決めたい。

## 3) その他

ストレスにさいして動員される副腎皮質機能の予備力に関し、副腎皮質束状帯の発育状態、実質細胞の変性(例えば脂肪変性、色素変性など)があるが、この変化の認定と意義づけについては、今後厳密な対照を設けての比較によって吟味を行わなければならない。

## 文 献

- 1) Sasano, N., Niwa, T. and Kon, I. : Histopathological studies on the adrenals in the adult cases of sudden death with collapse. Acta Path. Jap. 9, Sup. 899-903 1959.
- 2) 笹野伸昭: ショックと副腎, 第2回麻酔と Reanimation セミナー「病態生理よりみたショック対策(I)」111~120, 1970
- 3) 笹野伸昭: 突然死と副腎, 日本医事新報第2683号, 1975
- 4) 笹野伸昭: 副腎の機能的構築と突然死, 日本法医学雑誌, 36, 327~379, 1979.
- 5) 堀川紀子: 慢性鬱血性心不全における副腎 microangiography. 東北医誌87, 200~212. 1974
- 6) 笹野伸昭: 副腎皮質内分泌環境の機能病理 日病会誌, 64, 31~54, 1975

### 3. 長距離走行に伴う、血中ホルモンの動態

執筆者 兵頭 常一  
研究協力者 入江 実, 難波 修<sup>1)</sup>  
村山 正博, 大城 雅也<sup>2)</sup>

#### 研究の目的

運動による事故、特に急死の原因の1つに急性副腎皮質あるいは髄質機能不全、その他内分泌機能障害が関与しているか否かを調べるため、健康成人(訓練を積んだ大学陸上部員20名)を対象とし、長距離(20 km) 走行前後の血中の各種ホルモン(計12項目)の変動を調べた。

#### 方 法

対象は男子大学生の陸上部員20名で、年齢は18才~24才、平均20.7才であった。長距離走行は昭和56年8月25日に快晴、気温26°Cのもとで一周400mのトラックを平均283m/minから202m/minの速さで行われ、途中水分あるいは塩分の補給は行われなかった。採血は午前10時(朝食後2時間で、スタート前30分)および20 km 走行直後に肘静脈より行った。1回採血量は16 mlであった。測定項目は血中ホルモン12項目の外、体重、血液学的検査5項目、生化学的検査12項目で、その一覧は表3-1の如くである。ホルモンの測定項目から、下垂体前葉、甲状腺、副腎皮質、副腎髄質、睪ラ氏島および精巣などの内分泌腺の機能を検討しようとした。

#### 結 果

走行前後の各項目の測定値の変動は別紙表3-2, 3, 4の如くとなり(走行前をB, 走行直後をAと略)、之を図示したものが図3-1, 2である。この結果を要約すれば、次の如くとなる。

- 1) 体重は $57.8 \pm 4.0$  kgから $55.5 \pm 4.0$  kgへ、平均2.3 kg減少した。
- 2) 血液検査では、白血球数の著明な増加と共に、赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリットおよび血小板数の増加がみられた。
- 3) 生化学的検査では

1) 東邦大学医学部第一内科  
2) 東京大学医学部第二内科

(i) 測定項目の全てが、走行後に統計学的に有意の上昇を示した。

(ii) 総蛋白は平均0.95g/dl上昇し、尿素窒素(BUN)の上昇と共に脱水症を反映する結果がみられた。

(iii) 筋肉由来の酵素活性は運動後著しく上昇した。ミオグロビンおよび乳酸脱水素酵素(LDH)は、走行前に既に正常値(夫々60ng/ml以下, 118-189 mU/ml)を上廻り、早朝の練習の影響がみられたが、走行後更に上昇した。

(iv) 走行速度で上位3名と下位3名のデータを比較したところ、図3-1の如く、乳酸(Lac.)に関しては上位3名(実線)の上昇が下位3名(点線)より著明であり、また遊離脂肪酸(NEFA)に関しては、上位3名の増加率が特に低いと云う関係がみられた。

#### 4) 血中ホルモンの変動に関しては

(i) 図3-2の如く、インスリン(IRI)を除く全てのホルモンが走行後統計学的に有意に増加した。インスリンに関しては有意の低下がみられた。

(ii) その中で、ホルモンの変動の中については、成長ホルモン(GH)、副腎皮質刺激ホルモン(ACTH)、コーチゾール、血漿レニン活性(PRA)、アルドステロンは走行後に異常高値を示した。之に対し、プロラクチン(PRL)、トリヨードサイロニン( $T_3$ )、アドレナリン(A)、ノルアドレナリン(NA)およびテストステロンは増加はみられたものの正常値内での変動であった。またグルカゴン(IG)は軽度の増加を示した。

(iii) 走行速度で上位と下位を比較したところ、成長ホルモン(G·H)に関しては、上位5名の増加率が下位に比し著しいと云う結果



表 3-3 長距離走行前後の血液生化学的検査成績

B 走行前 A 走行後

	TP	GOT	GPT	LDH	UA	BUN	T cho	TG	HDL cho	NEFA	Lac
1B	6.2	18	6	324	5.6	18.1	165	103	39.9	0.26	7.5
2	6.9	31	9	471	6.1	20.3	173	79	63.9	0.16	5.6
3	7.6	32	14	485	6.4	17.4	186	95	76.5	0.25	10.2
4	7.4	31	8	649	6.6	22.9	147	87	55.4	0.32	13.6
5	7.4	24	8	424	7.4	19.9	192	55	53.7	0.19	7.6
6	7.5	22	6	378	5.6	19.2	154	90	59.6	0.18	9.2
7	6.6	16	8	336	5.6	20.7	141	58	49.9	0.16	5.9
8	6.5	17	7	404	6.7	18.9	152	60	72.1	0.28	6.7
9	7.6	35	27	448	8.0	25.1	194	90	50.6	0.23	9.0
10	9.8	29	7	429	5.6	15.3	149	70	59.3	0.26	12.1
11	6.6	38	14	480	5.0	18.9	133	71	65.9	0.18	10.1
12	6.9	22	7	370	5.2	17.6	190	117	65.4	0.20	9.4
13	6.6	28	10	458	7.9	22.5	148	61	80.3	0.17	6.7
14	7.0	25	10	374	7.0	16.8	162	66	63.7	0.18	9.9
15	6.8	35	11	506	6.8	15.9	155	94	69.1	0.24	7.7
16	6.4	29	11	376	7.1	14.9	151	70	60.5	0.23	3.2
17	7.1	61	17	530	6.0	19.8	136	102	42.2	0.27	6.1
18	7.0	22	6	436	6.4	13.3	168	100	58.4	0.17	6.1
19	7.1	39	11	482	6.3	11.5	140	55	49.3	0.39	8.7
20	6.4	43	9	497	5.3	14.8	153	81	52.8	0.24	9.0
単位	g/dl	U (KAR MEN)	U (KAR MEN)	U(WROB)	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mEq/l	mg/dl

	TP	GOT	GPT	LDH	UA	BUN	T cho	TG	HDL cho	NEFA	Lac
1A	6.8	23	8	438	6.1	21.3	166	149	41.5	1.49	20.4
2	7.8	40	11	621	6.5	23.3	196	116	73.1	1.12	18.6
3	8.7	41	16	625	8.0	21.8	205	134	85.5	1.24	22.1
4	8.7	40	10	868	8.9	25.9	168	132	64.9	1.34	20.8
5	7.7	25	10	566	8.1	22.3	195	85	56.3	1.13	14.5
6	8.0	28	7	545	6.8	23.3	161	118	62.5	1.08	36.1
7	7.2	24	10	449	6.7	24.5	153	99	53.5	1.13	14.9
8	7.4	24	8	542	7.4	22.6	174	101	80.2	1.28	23.9
9	8.3	44	31	621	9.0	28.2	215	138	54.7	1.48	23.3
10	7.2	33	8	533	6.1	18.4	151	122	58.7	1.13	24.7
11	7.5	48	18	599	6.0	21.5	150	108	72.9	0.93	21.3
12	8.3	30	9	559	6.2	20.8	231	170	80.5	1.16	39.3
13	8.3	39	14	620	8.8	25.8	183	127	93.6	1.03	63.2
14	7.9	31	12	448	7.9	19.6	183	97	66.0	1.05	46.7
15	7.9	44	13	611	8.1	19.6	175	126	77.0	0.52	32.0
16	8.1	41	14	505	9.1	18.1	190	108	74.8	1.61	39.4
17	8.1	77	20	680	7.0	21.5	154	109	50.0	0.42	39.8
18	8.3	29	8	582	7.2	16.1	195	139	70.4	0.69	38.2
19	8.1	49	13	652	7.3	14.8	156	99	53.8	1.15	18.6
20	7.0	51	13	638	5.9	19.4	160	116	55.9	1.24	24.0
単位	g/dl	U (KAR MEN)	U (KAR MEN)	U(WROB)	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mEq/l	mg/dl

表 3-4 長距離走行前後の血中ホルモンの変動

B: 走行前 A: 走行後

No.	PRA ng/ml/hr	ALDS Pg/ml	CORT μg/dl	ACTH Pg/ml	T <sub>3</sub> RI ng/ml	血中カテコールア ミン		IRI-Ⅱ μU/ml	IRG p <sub>3</sub> /ml	GH ng/ml	PRL ng/ml	Myoglob ng/ml	TS ng/ml
						A ng/ml	NA ng/ml						
1 B	0.5	53.5	15.4	13	1.0	0.01	0.04	14	210	2.50	4.6	49	5.10
A	4.4	520	45.2	280	1.0	0.01	0.06	5.0	290	15.5	23	120	8.40
2 B	0.9	50.3	18.8	11	1.3	0.01以下	0.05	7.3	200	0.91	4.8	63	5.25
A	9.8	383	19.8	56	1.3	0.03	0.25	5.0	200	21.5	17	190	11.03
3 B	0.8	75.0	16.4	13	1.3	0.02	0.08	31	74	6.89	13	90	2.94
A	22.4	1180	39.3	107	1.3	0.14	0.58	5.0	170	9.85	37	430	6.15
4 B	1.8	46.8	10.5	35	1.4	0.01以下	0.05	22	91	1.98	4.4	65	5.40
A	9.4	523	34.0	350	1.4	0.01	0.19	5.0	160	30.5	33	300	11.03
5 B	1.1	37.9	8.70	72	1.1	0.01以下	0.03	13	63	6.62	7.2	65	4.80
A	5.6	255	26.8	197	1.1	0.02	0.04	5.0	140	20.0	31	160	8.85
6 B	0.9	50.2	10.6	10	1.2	0.02	0.13	17	100	2.76	7.7	42	3.90
A	10.4	781	22.4	320	1.2	0.33	0.14	5.0	670	36.0	33	250	8.10
7 B	0.8	26.8	5.90	10以下	0.9	0.02	0.03	12	120	0.95	9.6	75	4.05
A	8.2	308	22.2	395	0.9	0.12	0.12	5.0	350	20.0	32	205	8.48
8 B	0.8	46.7	8.77	190	1.0	0.01	0.08	35	91	1.74	7.5	80	5.40
A	6.0	403	26.5	360	1.0	0.08	0.37	5.0	190	11.5	22	360	8.78
9 B	0.9	52.6	19.4	72	1.3	0.01以下	0.10	18	75	6.28	7.5	105	5.85
A	12.6	323	33.1	240	1.2	0.06	0.14	5.0	230	12.5	46	410	9.38
10 B	1.0	93.6	19.0	10以下	1.1	0.01以下	0.04	18	60	1.10	8.9	95	10.35
A	7.0	541	29.1	93	1.3	0.03	0.09	5.0	150	24.5	23	500	15.30
11 B	1.9	93.8	17.0	10以下	1.4	0.02	0.06	9.7	87	2.72	7.9	175	6.90
A	10.4	540	35.8	61	1.4	0.03	0.08	5.0	160	33.0	19	390	14.25
12 B	0.8	63.9	18.7	28	1.2	0.01	0.08	14	57	1.27	7.9	45	8.10
A	13.0	500	30.7	180	1.2	0.01以下	0.39	5.0	120	42.0	14	200	16.88
13 B	0.6	64.8	14.9	12	1.1	0.01以下	0.05	23	71	4.60	6.0	105	3.96
A	2.4	708	29.6	167	1.1	0.09	0.60	14	140	36.0	19	430	10.05
14 B	0.4	33.6	8.65	51	1.2	0.01以下	0.05	12	72	1.19	7.1	55	7.20
A	5.6	263	35.5	355	1.4	0.07	0.25	5.0	340	57.0	39	120	14.55
15 B	0.5	41.0	9.43	10	1.1	0.01以下	0.03	6.8	89	2.16	7.5	73	3.66
A	6.4	760	27.3	152	1.3	0.01	0.54	5.0	150	31.5	17	190	11.25
16 B	0.4	34.5	12.1	10以下	1.1	0.01以下	0.03	13	57	12.0	4.5	70	5.40
A	3.7	512	29.7	140	1.2	0.04	0.23	5.0	140	14.0	39	250	12.75
17 B	1.8	74.2	11.0	20	1.2	0.01以下	0.01以下	5.9	87	0.90	5.8	90	5.55
A	22.8	598	26.7	116	1.6	0.05	0.30	6.2	93	33.5	22	430	10.89
18 B	0.4	45.5	11.0	19	1.2	0.01以下	0.06	12	60	3.04	8.6	73	3.75
A	10.6	645	24.9	125	1.4	0.07	0.45	6.5	100	46.0	20	350	7.05
19 B	0.5	10.4	11.6	21	1.1	0.01以下	0.01以下	12	110	5.73	4.7	93	5.40
A	4.2	711	30.8	85	1.2	0.02	0.05	5.0	270	55.0	33	490	6.00
20 B	0.6	48.0	10.7	10以下	0.9	0.01以下	0.09	13	45	4.60	9.8	130	5.70
A	2.4	637	28.8	56	0.8	0.03	0.40	5.0	110	8.37	27	650	11.25

がみられたが、他のホルモンでは一定の相関はみられなかった。

(iv) アドレナリンおよびノルアドレナリンの変動に関しては、特に体調が悪く途中(14 km)で走行を中止した走者(X-O-X)の変動中が著しく少ない点が注目される。この走者のデータを検討したところ、

a) 視診では著変はみられず、暫時休息した後、体調は回復した。

b) 走行前後での体重減少の程度あるいは血液検査での血液濃縮の程度は集団の平均的な変動を示しており、生化学的なデータも平均的な動きであったが乳酸およびNEFA

の変動は走行速度の遅いグループと同じパターンを示した。

c) この走者のホルモンの変動については、大部分は平均なみであるが、ACTHは走行前の値が72Pg/mlと集団の平均値より明らかな高値を示し、ストレスがあったことを示唆する。走行後 ACTH は増加し、この増加に対し、副腎皮質は正常に反応してコーチゾールの分泌増加を来しているが、副腎髄質機能を反映するアドレナリンおよびノルアドレナリンの分泌が悪いと云う結果がみられた。現時点で之が何を意味するか断定は出来ないが、ストレス下に抗ストレ

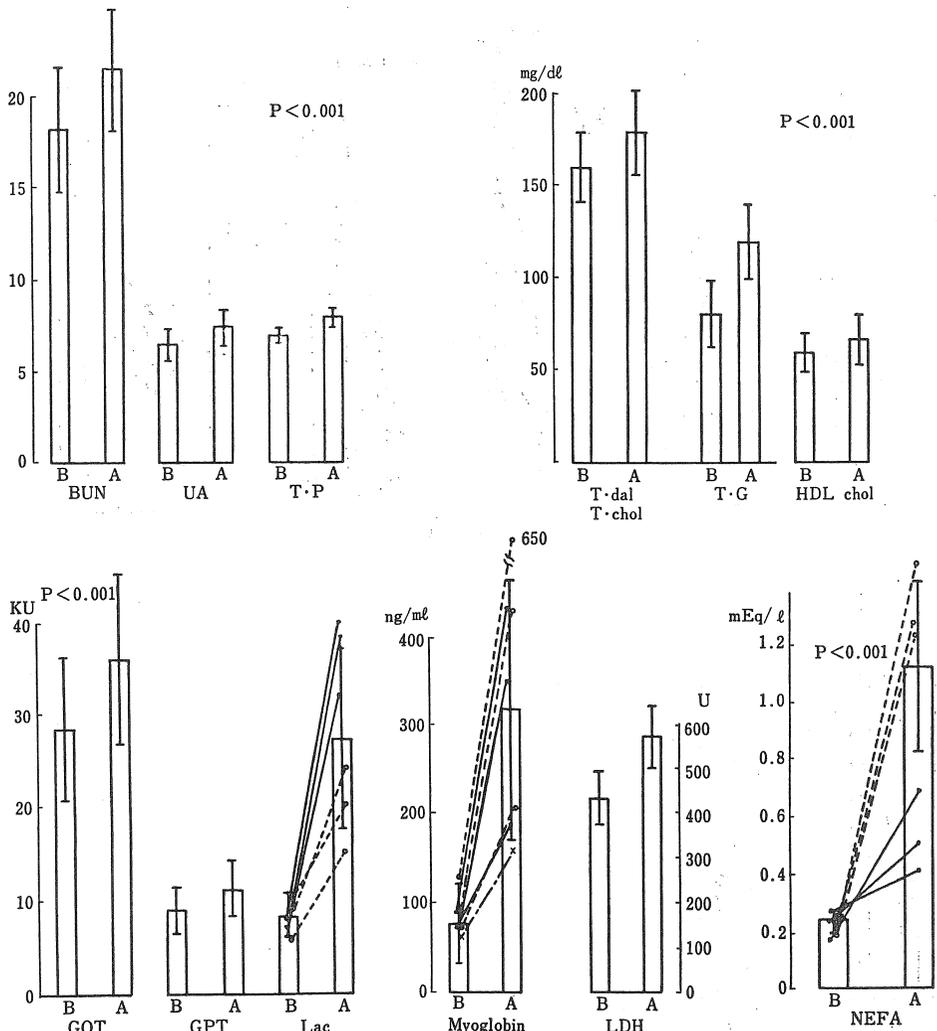


図 3-1 長距離走行前後の血液生化学的検査成績 (B: 走行前 A: 走行後)

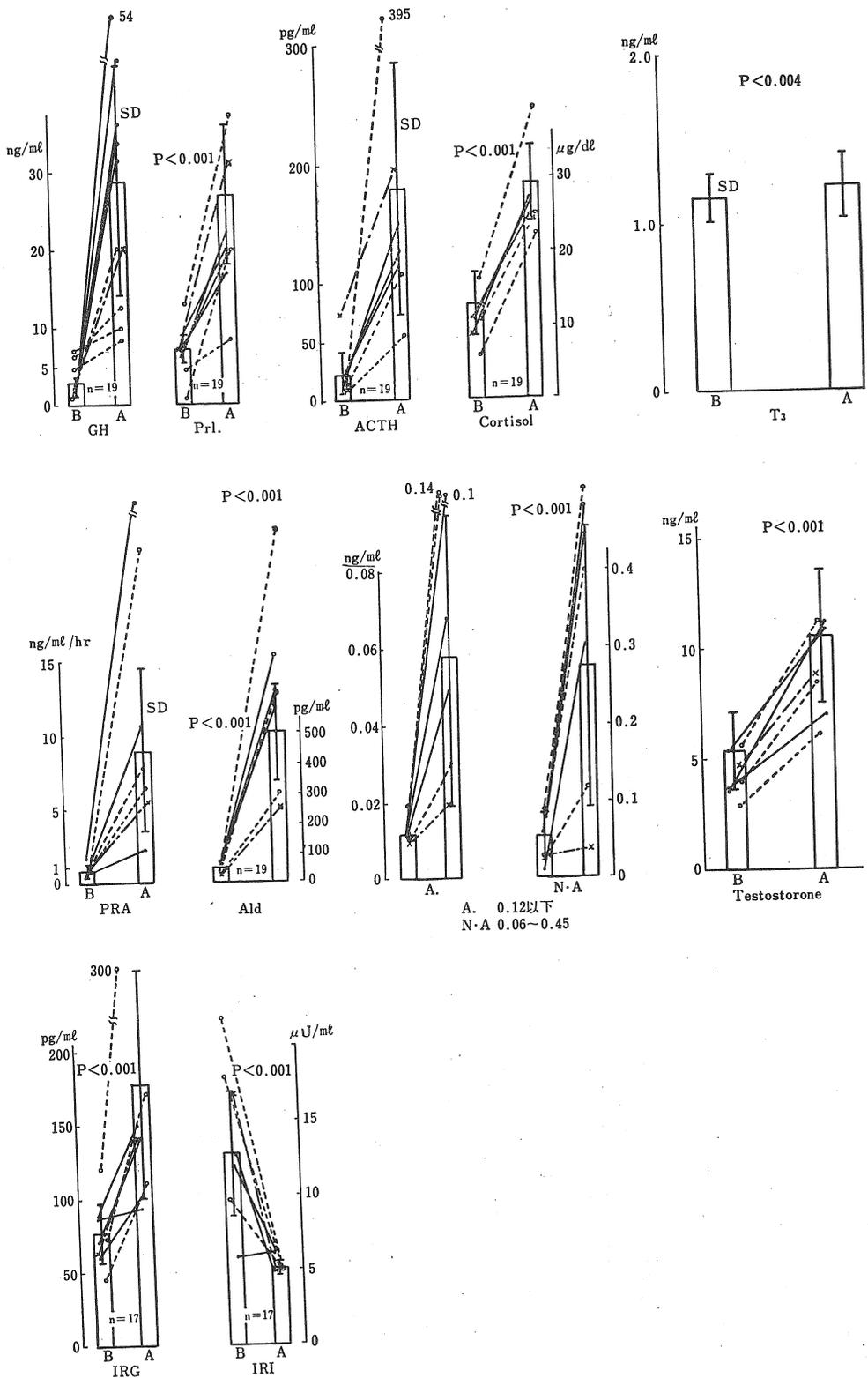


図 3-2 長距離走行前後の血中ホルモンの変動 (B: 走行前 A: 走行後)

スホルモンの1つであるカテコールアミンの分泌低下は注目すべきであり、今後検討すべき点と思はれる。

#### 総括

- 1) 夏の炎天下、20名の健康な男子大学生陸上部員が20 kmの距離をかなりの速度で走行した場合、体重減少、血液濃縮、筋肉由来と思はれる酵素活性の上昇と共に、下垂体前葉、甲状腺、副腎皮質、副腎髄質、睪丸島、精巣由来の多くのホルモンの分泌増加がみられた。但しインスリンのみは値が低下した。
- 2) 成長ホルモンに関しては、走行速度の速い者は、走行後の増加が著しく、速度の遅いグループは分泌増加の程度が少ないと人う結果がみられた。
- 3) 20名中1名のみ、体調が悪く14 kmで走行を中断したが、この走者は走行後のアドレナリンおよびノルアドレリンの分泌増加が、他の者に比し、低いと云う結果を示した。
- 4) 運動負荷前後のホルモンの分泌動態をみる場合、優者と劣者との的をしぼって検討することは有意義と思はれる。また途中で負荷に耐えられなくなった症例については、特に副腎皮質および髄質機能に注目して検討すべきであると思はれる。

#### 4. 中学, 高校運動部選手の練習前後における循環器学および内分泌学的検討

執筆者 草川三治, 村田光範  
研究協力者 木口博之<sup>1)</sup>, 根本博文<sup>1)</sup>

##### (1) 循環器学的検討

###### (目的)

近年, 健康増進という点からも, スポーツが盛んになり, 中学, 高校生特にその運動部選手の運動はかなり厳しいものがある。一方中学, 高校生における突然死ことにスポーツ中のそれが多く報告されている。このスポーツ中の突然死を予防するために, 成長期の中学, 高校生にとって, 厳しい運動がどの程度まで心臓に対して影響を与えているか, また運動部選手の中に運動部の選手としてやって行くのに問題があるものがどの程度いるのかを検討するのが本研究の目的である。

###### (対象および方法)

対象は習志野第1中学校の野球部員25名, サッカー部員24名, 陸上部員25名, 計74名であり, 男子62名, 女子12名である。高校生は習志野高校女子バレー部員44名である。練習前に胸部レントゲンと心電図を記録した。運動は中学, 高校生ともに3時間, 通常行なっているトレーニングを行ない, トレーニング終了後, できる限りすみやかに心電図を記録した。心電図異常のあったものについては, 超音波断層心エコー検査(2Dエコー)とマスター二重負荷試験を行なった。超音波断層心エコー検査は東芝SSH-11Aセクタ超音波断層装置を使用した。

###### (結果)(表4-1)

##### I) 対象運動部員における運動前検討

###### 1) 胸部レントゲン有所見者

心拡大(心胸廓比50%以上)

中学生群 0名

高校生群 3名(3/44名 6.8%)

心拡大を認めた3名のうち, 2Dエコー法による検査で, 左室腔の拡大を認めたものは1名である。他の2名は, 2Dエコー検査では正常範囲内であった。

1) 東京女子医科大学第二病院小児科

表4-1

	習志野1中	習志野高校	計
対象数	74名	44名	118名
正常	54名 (73%)	30名 (68%)	84名 (71%)
僧帽弁逸脱症候群	1名		1名
移動ペースメーカー	8名 (10.8%)	4名 (9.1%)	12名 (10.2%)
運動後のⅡ・ⅢaV <sub>F</sub> の低下	4名 (5.4%)	1名 (2.3%)	5名 (4.2%)
期外収縮	0名	7名 (15.9%)	7名 (5.9%)
上室性		6(5)名 (13.6%)	6名 (5.1%)
心室性		1名 (2.3%)	1名 (0.8%)
		*( )内は運動後に出現 他は運動後消失	
左室腔拡大	0名	4名 (9.1%)	4名 (3.4%)
小心症	11名 (14.9%)	3名 (6.8%)	14名 (11.9%)

###### 小心症(心胸廓比40%以下)

中学生群 11名(11/74名 14.9%)

高校生群 3名(3/44名 6.8%)

これら小心症のものに関しては, 2Dエコー検査は行っていない。

##### 2) 心電図有所見者

###### 心肥大所見

中学・高校生群のいずれにも認めなかった。

###### 二源性ペースメーカー(図4-1)

正常洞調律以外に, 他の心房部位にペースメーカーがあるもので, 多くは冠状脈洞調律である。この場合心奇形がない限り, 正常範囲内のものと考えられている。

中学生群 8名(8/74名 10.8%)

すべて冠状静脈洞調律であり, 運動後は

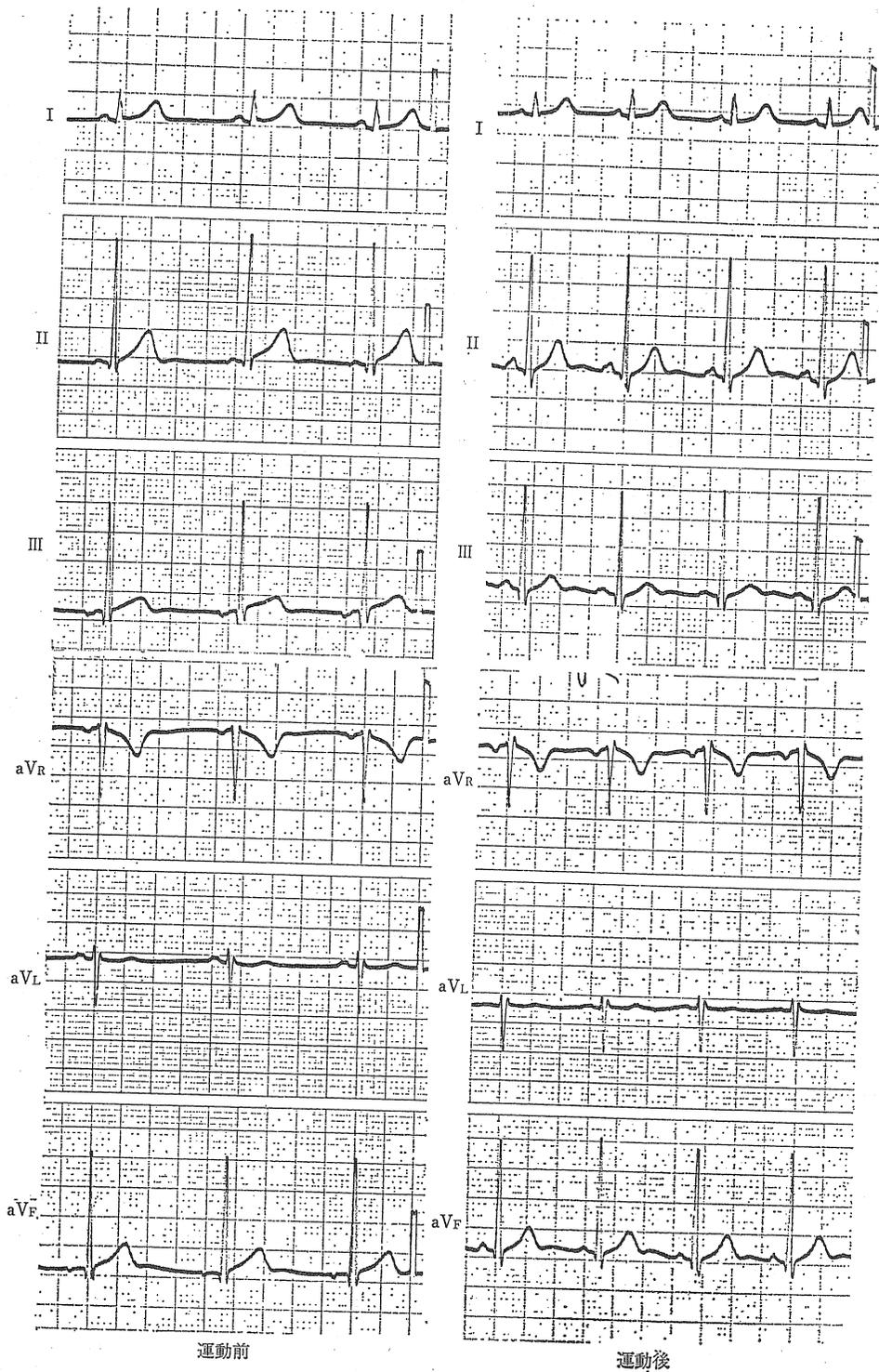
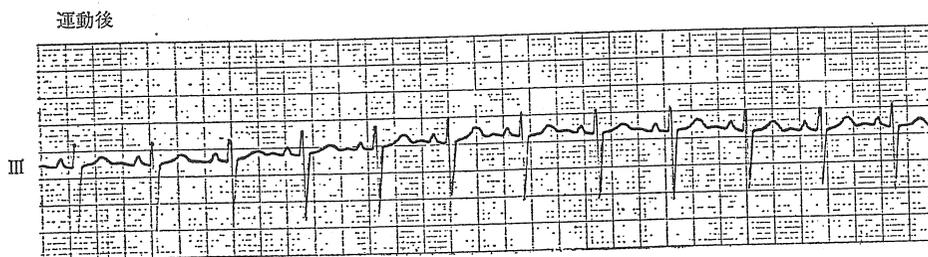
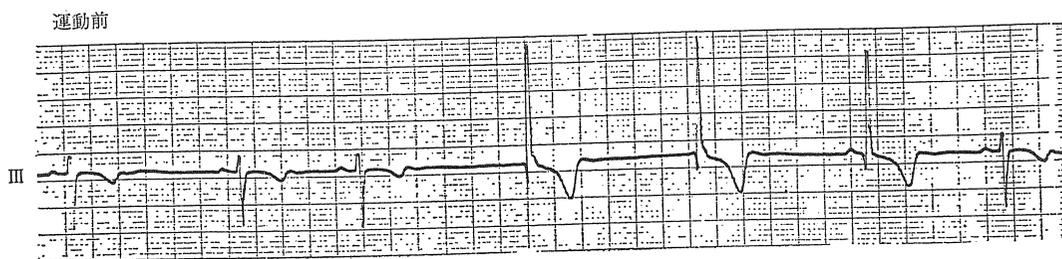


図 4-1 二源性ペースメーカー J.S. 15歳男運動前の心電図では、II・III・aV<sub>F</sub>誘導でP波が陰転しており、心臓ペースメーカーは冠静脈洞にある。運動後ではP波は陽性となり、心臓ペースメーカーが正常の洞房結節にある。



U.A. 16歳・女

図 4-2 心室性期外収縮

歳女運動前心電図の4・5・6拍目でQRS及び波の形の変っている。心室起源の調律であり、運動後には正常洞調律に戻っている。

正常洞調律になっていた。

高校生群 4名(4/44名 9.1%)

すべて冠状静脈洞調律である。3名は運動後は正常洞調律になった。1名だけ冠状静脈洞調律と正常洞調律が交互に出た。

### 期外収縮

中学生群 0名

高校生群 3名(3/44名 6.8%)

上室性期外収縮 2名

心室性期外収縮 1名(図4-1)

いずれも運動後には期外収縮は消失していた。上室性期外収縮の2名は、2Dエコー検査にて左室腔の拡大が認められた。

### 3) 心形態異常

中学生群: 僧帽弁逸脱症候群 1名

運動後の心電図にて、II・III・aV<sub>F</sub>のST-Tの低下が認められ、2Dエコー検査にて僧帽弁の逸脱が認められた。

高校生群 0名

## II) 運動後における心電図異常

- 1) II・III・aV<sub>F</sub>のST-Tの低下(0.1mV以上)

中学生群 4名(4/74名 10.8%)

高校生群 1名(1/44名 2.3%)

すべてII・III・aV<sub>F</sub>のST-T低下のみであり、胸部誘導での変化は伴っていない。

### 2) 期外収縮

中学生群 0名

高校生群 4名(4/44名 9.1%)

すべて上室性期外収縮であり、1名は洞房ブロックを伴っていた。(図4-4)(図4-5)

### (考 按)

#### 1. 運動前における異常

##### 心拡大

胸部レントゲンにて心胸廓比50%以上の心拡大例は、中学生群にはおらず、高校生群で3名いた。この3名のうち1名のみが、2Dエコー検査にて左室拡大が認められた。この例は心胸廓比54%と明らかに大きく、他の2名は心胸廓比50%で、2Dエコー検査では心筋厚、左室腔ともに正常範囲内であった。期外収縮で精査した群の中に、心胸廓比は50%以下であるに関わらず、2Dエコー検査にて左室腔拡大が認められた例が、高

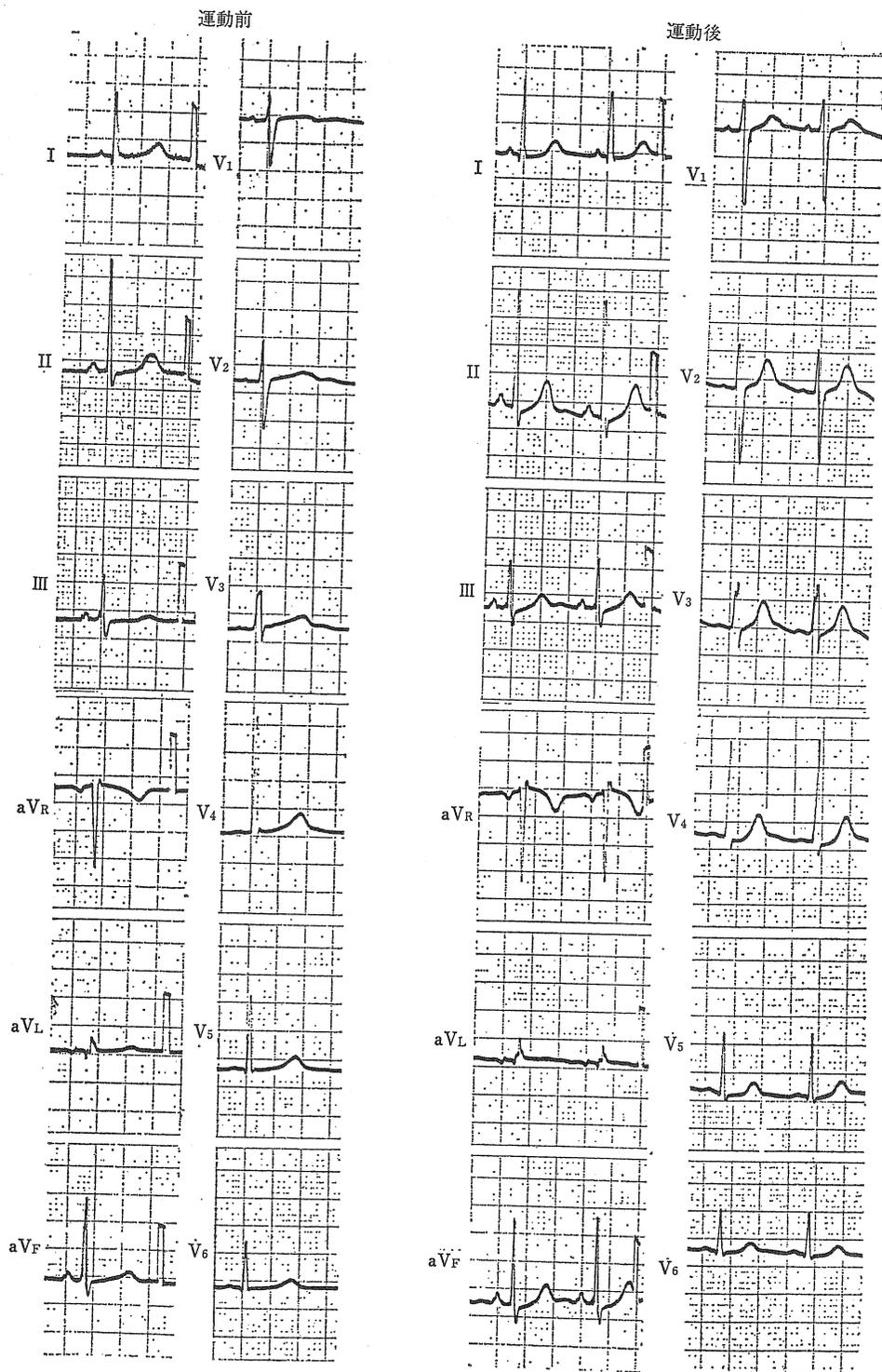
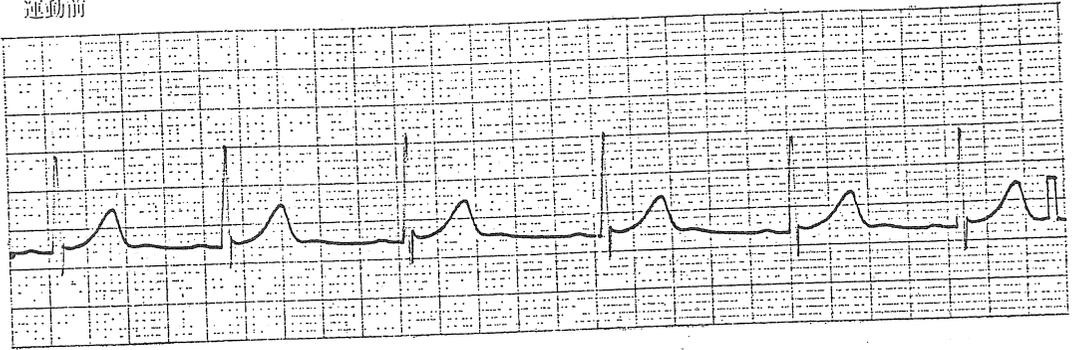


図 4-3 N.O. 14歳・男 運動後の心電図においてⅡ・Ⅲ・aV<sub>F</sub>およびV<sub>3</sub>・V<sub>4</sub>のST-Tの低下が認められる。

運動前



運動後

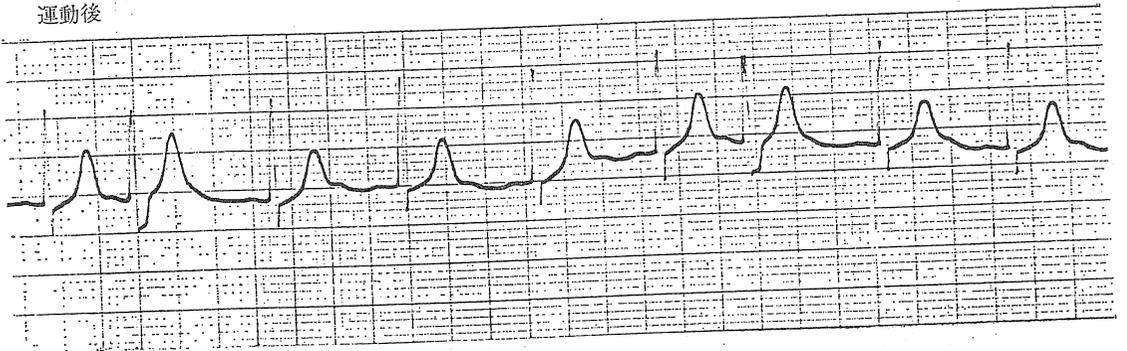
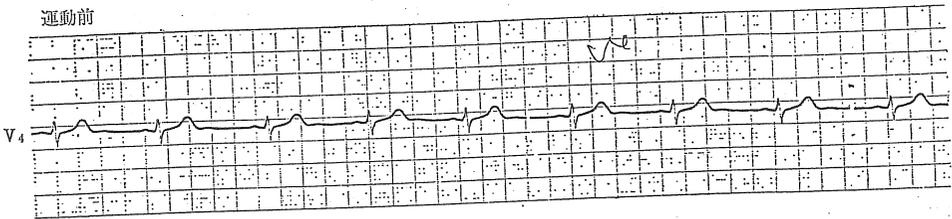


図 4-4 上室性期外収縮 K.K. 17歳・女  
運動後の心電図において、2拍目と7拍目に上室性期外収縮を認める。

運動前



運動後

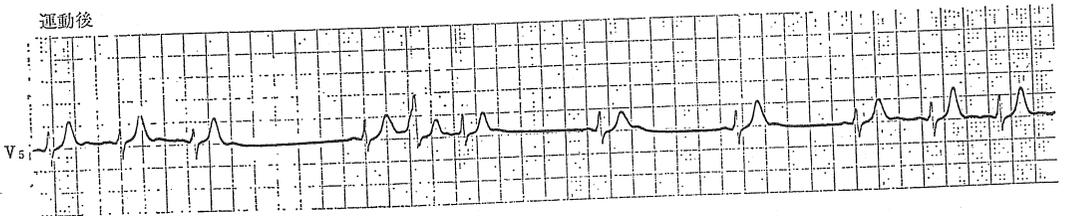


図 4-5 洞房ブロック上室性期外収縮 N.O. 18歳・女  
運動後の心電図で、3拍目から4拍目で著明なRR間隔の延長があり5拍目では幅の広いQRS波が記録されている。そして7拍目、8拍目、9拍目で徐脈となった後、正常の心電図にもどっている。

校生群で3名いた。これら心拡大の4名は、すべて左室腔の拡張はあるが、心筋の厚さは正常範囲内であった。また2Dエコー法による左室機能検査はすべて正常範囲内であり、心電図にても肥大もしくは負荷所見は認められなかった。心拡大がすべて高校生群にみられ、中学生群にみられなかったのは、やはり運動量の問題によるものであろうと推定される。心拡大には心筋が肥厚してくるものと、心室腔が拡張していくものに分けられる。今回すべて心室腔の拡大であったという事は、始めに運動量の増加による循環血流量の負荷を代償するために心室腔が拡大し、今回は心筋肥大は認められなかったが、次いでこの負荷が長期間に亘れば、やがて心筋が肥大してくるスポーツ心の一過程をとらえたものと考えられる。今後運動選手を個々に継続的に観察していくならば、長期に亘る運動がもたらす心臓に対する影響、スポーツ心の成因が解明できるであろう。

#### 小心症

胸部レントゲンにて、心胸廓比が40%以下である小心症は、中学生群で11名、高校生群で3名認められた。小心症の学童の問題としては、胸痛を主とした不定愁訴のあるものが多いという事と、迷走神経反射の強いものが多く、急激な運動により心停止する事があるという事である。小心症が中学生群に多く、高校生群になると減少しているのは、単に運動量の増加による影響と考えてよいのか明確ではない。これら小心症の学童に対しては、迷走神経反射を強く早起きするような事、即ちいきなり激しい運動をするような事は避け、準備運動を十分にするように指導する事が、突発的な事故を防ぐことに結びついている。

#### 二源性ペースメーカー

心臓収縮は、正常では右心房上部にある洞結節起源の興奮が、刺激伝導系を伝わって行って行なわれる。ところが正常洞結節以外の上室部にもペースメーカーがあり、そこから興奮が起き心臓収縮が行なわれる事がある。これのうちペースメーカーが3つ以上ある多源性のものや、心室性ペースメーカーであるものは要注意であり、異常である。ところがペースメーカーは正常洞結節以外に1つしかない二源性のもので、冠状静脈洞や左

房にペースメーカーがあるものは、心形態異常がない限り、正常範囲内のものと考えられ、特に運動制限する必要もない。特に冠状静脈洞調律のものは、学童に多く、学童心臓検診では正常範囲内のものとしている。ただ非常に稀な例として、正常洞結節調律と異所性調律とのきりかわりの時に、発作性頻拍症などを起す例もある。

#### 期外収縮

運動前に期外収縮が認められたものは、中学生群ではいず、高校生群で3名いた。上室性期外収縮が2名、心室性期外収縮が1名であった。この発生頻度は、従来の学童検診より出された頻度と比べて大差のないものであった。運動前に期外収縮が認められた3名は、運動後には全例、期外収縮は消失していた。心室性期外収縮の例は、心室調律が連続する心室性頻拍症といわれるものである。一般的に何の臨床症状もないのが特徴であるが、定期的に経過観察し、検査して行く必要はある。運動後には期外収縮が消失したこれらについては、原則的に運動制限する必要はないと考える。

#### 僧帽弁逸脱症

運動後にⅡ・Ⅲ・aV<sub>F</sub>のST-Tの低下した症例の中に、2Dエコー検査にて、僧帽弁尖が閉鎖時に左房側に落ち込む僧帽弁逸脱症のものがいた。僧帽弁逸脱症はエコー検査ができるようになってから、診断されるようになったともいえる疾患である。これが不整脈や突然死の原因になるという報告もあるが、はたしてこれを異常と考えて、管理する必要があるのか、また明確な見解はでていない。少なくとも運動制限する必要はないと考えられている。この症例は同時にⅡ・Ⅲ・aV<sub>F</sub>のST-T低下が認められたが、この低下もJ型のもので、虚血性心疾患の時にみられるST-T低下の型ではなく、false positiveとも考えられるものである。当然ではあるが、2Dエコー検査では左右冠状動脈起始部に異常を認めず、左心機能も正常範囲のものであった。

以上運動部選手の基礎的異常について検討してみたが、特に運動選手としては問題がある、運動制限を必要とする症例はいなかった。ただ心室性期外収縮にもものについては、注意深い観察が必要

であり、今後運動制限をする必要がでてくる可能性もある。小心症のものは運動実施にあたっては、注意する必要がある。このようにやはり運動部選手としては今回は問題あるものはいなかったが、一度は循環器学的な検査をうけておく必要は、突然死を妨ぐ意味からもある。

## 2) 運動後にみられた心電図異常

運動によってもたらされる心電図異常は、ほぼ以下のようなものである。1つは不整脈の出現である。不整脈の原因としては数多く考えられるが、運動中および運動直後にみられる突然死の原因のうち、最大のものがこの不整脈である。今回の調査では、中学生群にはみられず、高校生群に4例認められた。いずれも上室性期外収縮があり、危険な室性のものはなかった。ただ図4-5のように、洞房ブロックと上室性補充収縮が認められた症例は、期外収縮の発生のしかたによっては、上室性頻拍症をひき起す可能性がある。この症例を含めて、全例、現時点では運動制限する必要はないと考えている。心室性期外収縮が出現するものに対しては、運動制限が必要であり、運動部選手として問題がでてくる。またこれら期外収縮が認められた4名について、2Dエコー検査とマスター二重負荷試験を行なった。4名のうち1名に左室腔拡大が認められ、全例左心機能は正常範囲内であった。マスター二重負荷試験では全例不整脈の出現は認めず、運動負荷量が軽る過ぎたためと考えられる。

もう1つは心筋の虚血性変化を示すものとして、II・III・aV<sub>F</sub>のST-T低下である。ただST-Tの低下には、頻脈のために心房興奮の再分極相が重なってきたためのものや、脚ブロックの影響によるものがあり、これは当然真のST-T低下ではない。この場合のST-T低下の型は丸みを帯びたJ型といわれるものである。虚血性変化による場合は、直線的に低下したH型といわれる型を示す。他に理由は不明であるが、自律神経失調症タイプの人にも、ST-Tの低下が認められる。今回の調査では中学生群に4名、高校生群に1名認められた。すべてJ型のST-T低下であり、明らかに虚血性変化によるものと考えられる症例は認めなかった。他に心筋の異常を示すもの

としては、T波の平低ないし陰転化があるが、これはまったく認められなかった。また左心機能が低下している場合、運動により左室負荷が増し、左室収縮末期圧が上昇する。それは左側胸部誘導におけるR波の増高化として現われるが、今回の調査の中には1例も認められなかった。

今回の調査を通して、直接突然死に結びつくような危険な状態を示したのものや、現時点で運動制限する必要のあるものは認めなかった。ただし今後、継続して検査観察が必要であると判断される症例はいた。これらは将来運動制限が必要となる可能性があるものである。また特に不整脈の例に対しては、マスター負荷試験を行なったが、不整脈は再現されなかった。運動の心臓に対する影響を調べる方法には、マスター負荷試験、エルゴメーター、トレッドミル等による、いわゆる負荷心電図がある。しかしこれはあくまで運動量を想定して行うもので、いろいろと変化する実際のトレーニングを十分には反映しえない。スポーツの心臓に対する影響を調べるには、やはり実際のトレーニング中に測定した方が、自然であろうと考えられる。

## (まとめ)

習志野第1中学校運動部員74名、習志野高校バレー部員44名について、運動前後における心電図変化について検討した。運動後II・III・aV<sub>F</sub>のST-Tの低下したものは、中学生群4名、高校生群1名いたが、すべてJ型のST-T低下であった。運動後に不整脈が出現したものは、高校生群の4名で、すべて上室性期外収縮であった。運動前に出現したものを含めて、期外収縮の出現頻度は一般学童と大差なかった。左室拡大が高校生群に4名認められ、すべて心室腔の拡張であり、心筋の肥厚したものはなかった。これら左室腔拡大の4名のうち、3名に上室性期外収縮が認められた。

## (II) 内分泌学的検討

### (目的)

運動中の突然死は、これまで主に循環器系の異常によるものが多いといわれている。しかしその一方では全く原因の解らないものも散見する。そこで原因不明なものの中に、内分泌系の異常によ

るものがないかどうか検討する目的で、まずその手始めとして中学高校生の運動部選手を対象として、運動の前後において内分泌学的にどのような変化があるかを検討した。

(対象および方法)

対象は循環学的検討編で述べたもので、調査は中学生群が昭和56年8月12日、高校生群が昭和56年8月26日に行なった。

方法は中学生群の運動負荷は、通常のクラブ活動程度とし、監督教官の指導の下で3時間行なった。高校生群は、監督の指導下で通常より厳しい練習を行っているが、当日は更に強い内容の運動を3時間行なった。

検査前日の午後9時より経口摂取を中止し、当日早朝の一番尿を持参させた。練習開始直前に採血し、これらの結果を負荷前のものとした。負荷前の検査後、朝食として牛乳200ml、鶏卵1個、アンパン1個(合計400Kcal)を摂取させ、その後約30分の休息後練習を開始した。運動終了後、速やかに採血し、運動負荷による影響を調べた。検査項目としては、糖代謝の変化を調べる目的で、血糖値、インシュリン値、インシュリン結合率、グルカゴン値、尿中の糖、3セトン調べた。又脂質代謝の変動を調べる目的で、総コレステロール値、HDLコレステロール値、トリグリセライド、NEFA、リポ蛋白分画を測定した。ストレスホルモンとしては、コルチゾール、甲状腺機能検査としてTSH、 $T_4$ も併せて検討した。その他、一般検査として、血色素量、赤血球数、白血球数、ヘマトクリット値、尿蛋白、尿潜血、尿沈渣を調べた。また運動前後で体重、身長

を測定した。

(結果)

1) 運動負荷前の体重において、中学生群、高校生群共に、年齢別身長の理想体重に対する肥満度が+20%以上のものはいなかった。運動負荷前後での体重減少は、中学生群で $0.38 \pm 0.39$ kg、高校生群で $1.06 \pm 0.35$ kgと、運動負荷の強い高校生群において、より顕著であった。

2) 血糖値は、中学生群では負荷前平均 $86.5 \pm 6.9$ mg/dl、負荷後 $91.1 \pm 5.3$ mg/dl、高校生群では負荷前 $87.3 \pm 5.3$ mg/dl、負荷後 $95.8 \pm 10.3$ mg/dlであった。又、中学生群、高校生群ともに、2SDを大きくはずれたものはいなかった。又尿糖、尿3セトンが陽性であったものも、両群とも負荷前後を通して認められなかった。

3) 脂質代謝の検査として、総コレステロール、HDLコレステロール、トリグリセライド、NEFA、リポ蛋白分画を調べたが、両群において、各々の平均値では大差はなかった(表4-2)。運動負荷前後では、トリグリセライドが増加傾向を示した以外は、あまり大きな変動は認められなかった。しかし個々をみてみると、総コレステロール値では中学生群で2名、高校生群で3名が2SD以上の高い値を示していた。又HDLコレステロールでは、中学生群の3名が2SD以下であった。又(総コレステロール値-HDLコレステロール値)÷(HDLコレステロール値)で表現されるatherogenic index(A. I.)で検討してみると中学生群で負荷前 $1.78 \pm 0.61$ 、負荷後 $1.87 \pm 0.68$ 高校生群では負荷前 $2.0 \pm 0.58$ 、負荷後 $2.0 \pm 0.53$ とあまり大きな変動を示さなかった。また+2S

表 4-2 脂質代謝系検査

	総コレステロール (mg/dl)	HDL-コレステロール (mg/dl)	Atherogenic index (A. I.)	トリグリセライド (mg/dl)	NEFA (mEq/L)	リポ蛋白分画		
						$\alpha$ (%)	Pre $\beta$ (%)	$\beta$ (%)
1群 (u=75)								
負荷前	155±24.5	56.5±11.4	1.78±0.61	98.6±25.8	0.47±0.21	46.1±5.1	14.6±6.2	39.0±4.7
負荷後	158±22.4	56.9±11.0	1.87±0.68	136±48	0.32±0.11	42.7±6.4	17.8±7.0	36.6±5.3
2群 (u=44)								
負荷前	165.7±24	55.3±8	2.0±0.58	93.5±13.8	0.64±0.13	46.9±3.8	12.8±3.7	39.7±3.9
負荷後	176.8±25	59.2±9	2.0±0.53	125.3±30.0	0.53±0.13	44.2±6.0	16.6±4.0	37.2±4.5

表 4-3 内分泌検査

	(2群 n=44)				
	インシュリン値 ( $\mu\text{U}/\text{ml}$ )	グルカゴン値 ( $\text{pg}/\text{ml}$ )	コーチゾール値 ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	TSH 値 ( $\mu\text{v}/\text{ml}$ )	$\text{T}_4$ 値 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
負 荷 前	$8.4 \pm 2.81$	$161.7 \pm 96$	$14.3 \pm 4.3$	$0.45 \pm 0.76$	$4.3 \pm 2.4$
負 荷 後	$16.4 \pm 6.3$	$177.4 \pm 127$	$23.2 \pm 4.3$	$0.41 \pm 0.72$	$7.1 \pm 2.5$

D以上の高いA. I. を示すものは、中学生群で3名(4.1%)、高校生群で2名(4.5%)おり、このうち4名は、+3SD以上とび抜けて高い値であった。又リポ蛋白分画においては、中学、高校生群共に2SDを大きくはずれたものはいなかった。

4) 内分泌検査は、より強い運動負荷を行なった高校生群において主に検査した(表4-3)。インシュリン値は、平均で負荷前 $8.4 \pm 2.8 \mu\text{IU}/\text{ml}$ が、負荷後 $16.4 \pm 6.3 \mu\text{IU}/\text{ml}$ と増加し、個々をみて

もほとんどの例で上昇をみた(図4-6)。一方、インシュリンの結合率の変動も併せて調べてみたが、6例中5例で平均 $6.78 \pm 0.54\%$ 上昇した。インシュリンに対する拮抗ホルモンであるグルカゴンの変動をみてみると(図4-7)、負荷前 $161.7 \pm 96 \text{pg}/\text{ml}$ 、負荷後 $177.4 \pm 27 \text{pg}/\text{ml}$ とあまり大

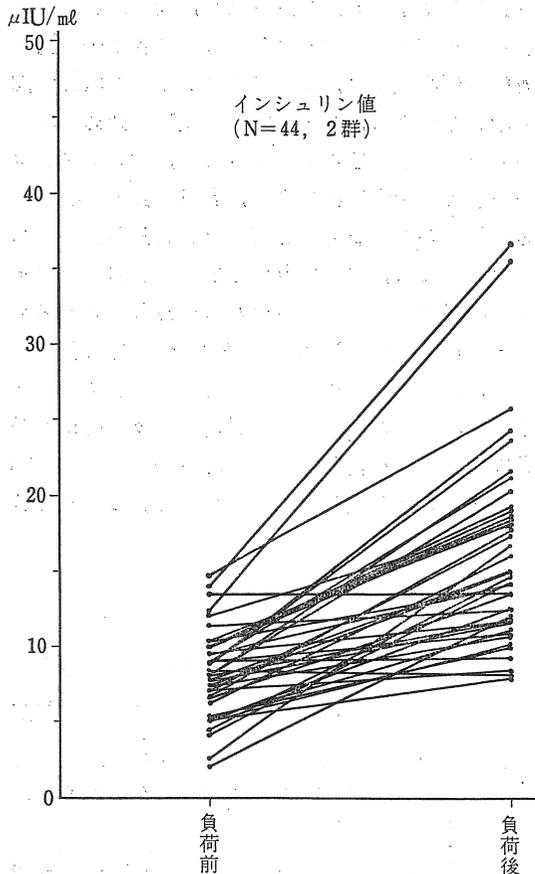


図 4-6

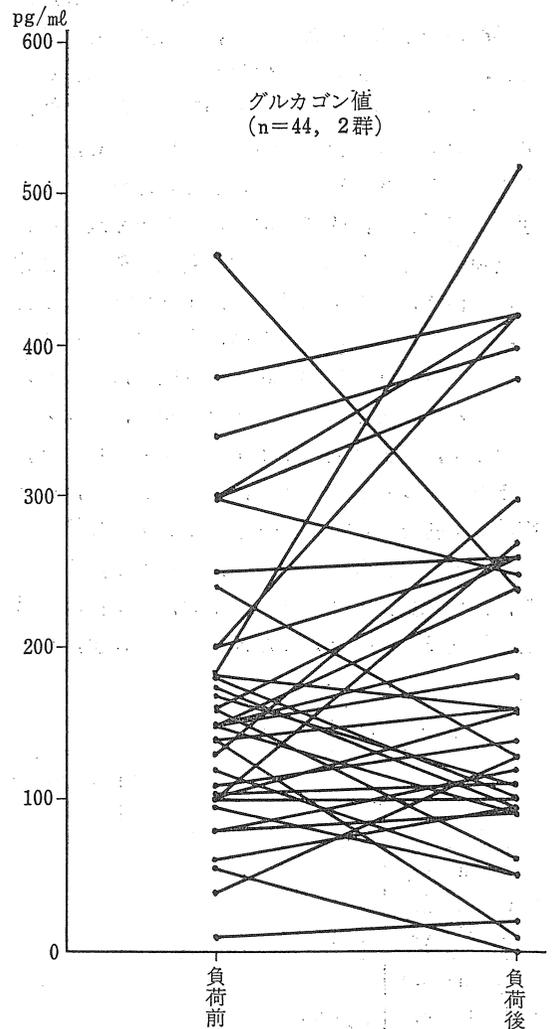


図 4-7

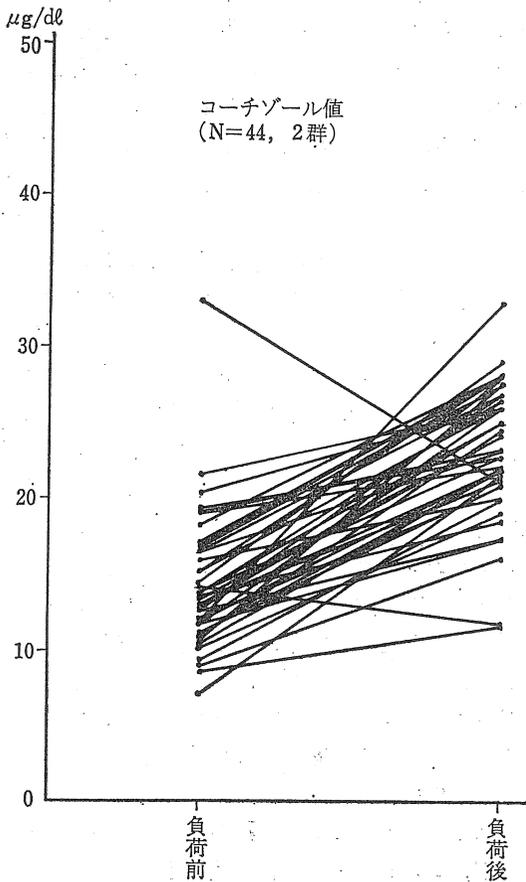


図 4-8

きな変動はなく、又個々の変動をみても、上昇するものと低下するものがあり、一様ではなかった。ストレスホルモンとしてコルチゾールは(図4-8)、負荷前 $14.3 \pm 4.3 \mu\text{g/dl}$ が、負荷後 $23.2$ と上昇し、個々をみてもほとんどの例が上昇傾向を示した。甲状腺機能検査として、TSH、 $T_4$ を調べた。TSHは負荷 $0.45 \pm 0.76 \mu\text{U/ml}$ 、前負荷後 $0.41 \pm 0.72 \mu\text{U/ml}$ とあまり変動せず、個々の変動も一様ではなかった(図4-9)。 $T_4$ においては、負荷前 $4.3 \pm 2.4 \mu\text{g/ml}$ が、負荷後 $7.1 \pm 2.5 \mu\text{g/ml}$ と上昇を認めた(図4-10)。個々の例でTSHと $T_4$ の変動の相関を検討してみると、TSHは変動せず、 $T_4$ のみが上昇したのが41%、TSHはむしろ低下し、 $T_4$ が上昇したのが24%、TSHも $T_4$ も共に上昇したのが21%であった。

5) 一般検査のうち、血算で色素量 $10\text{g/dl}$ 以下の貧血のあるものは、中学生群にはいず、高校生

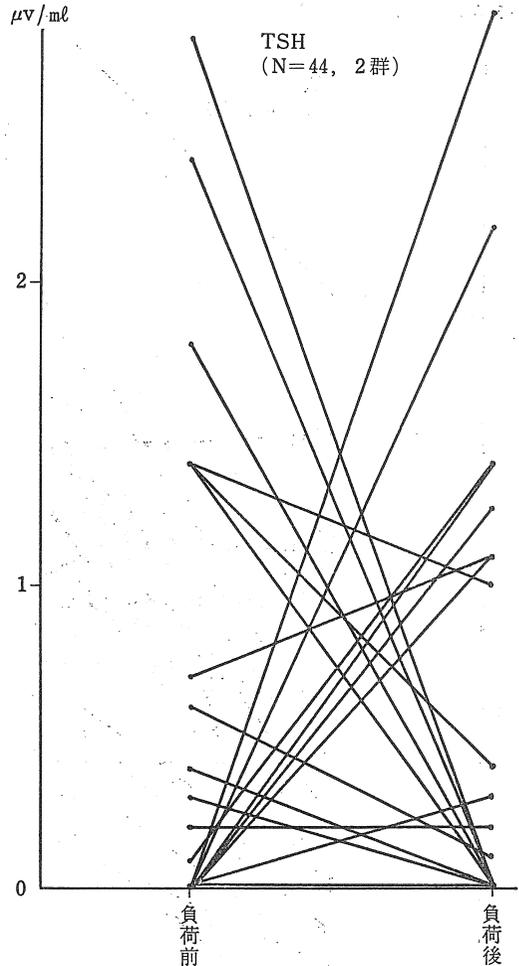


図 4-9

群に3名(6.8%)認められた。その他では異常所見を呈したものはなかった。又尿検査では、負荷前で尿蛋白陽性は中学生群2名(2.7%)、高校生群0名、負荷後では中学生群7名(9.6%)、高校生群6名(13.6%)と増加した。しかし全例とも、潜血反応、沈渣所見では異常は認められなかった。

(考 按)

今回調査を行なった時期が、夏休み中のためいろいろと試合が続き、両群共に比較的疲労が蓄積している状態であった。特に高校生群は、全国大会出場を前にした猛練習中での調査であるので、選手にとってはかなりの負荷になったと思われる。体重減少をみても、中学生群で $0.38 \pm 0.39 \text{kg}$ 、高校生群で $1.06 \pm 0.35 \text{kg}$ と、後者でより著明

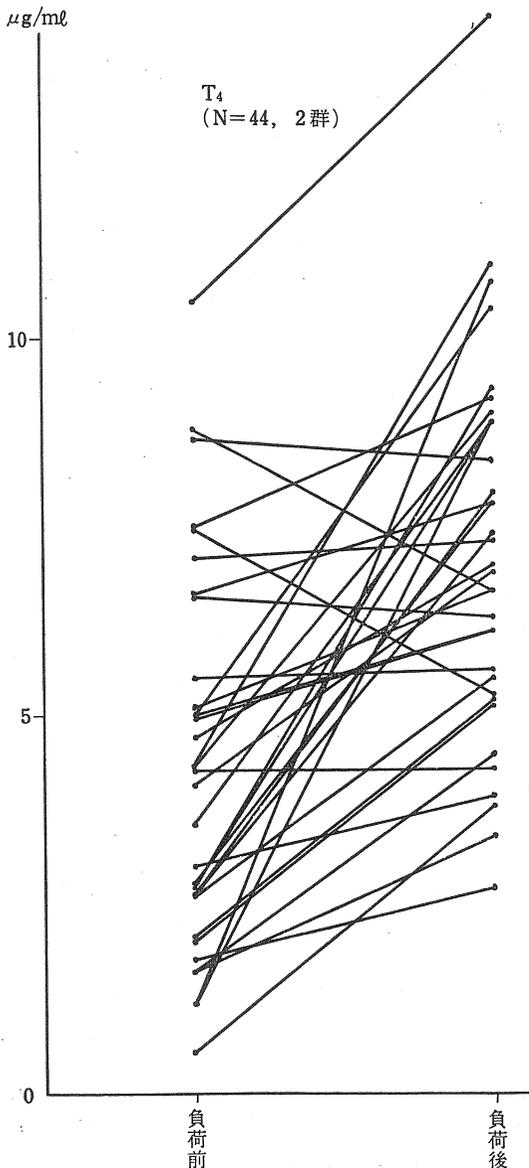


図 4-10

であるのも、それだけ高校生群でより激しかった事を裏づけている。

今回の調査の主眼の一つに糖代謝の変動を調べる目的があった。血糖値は中学生群で運動負荷前  $86.5 \pm 6.9 \text{ mg/dl}$ 、運動負荷後  $91.1 \pm 8.7 \text{ mg/dl}$ 、高校生群で運動負荷前  $87.3 \pm 5.3 \text{ mg/dl}$ 、運動負荷後  $95.8 \pm 10.3 \text{ mg/dl}$  と平均で見ると、やや負荷後に上昇する傾向が見えるが、有意の変動ではなかった。個々をみても、負荷前後で 2SD を大き

くはずれた血糖値を示したものは認められなかった。又尿アセトン、尿糖の陽性であったものはいなかった。一方、インシュリン値は負荷後むしろ上昇するという興味ある所見を得た。このことは、急激な運動により筋肉組織等での糖の必要量が増加し、そのため細胞内により活発に取り込ませる必要があり、インシュリンが多く分泌されてには、いるとも考えられる。実際インシュリンの値自体それ程高い値ではない事から、血糖値が下がるまでには至らなかったのではないかと推察できる。6例で検討したインシュリン結合率の結果からは、結合率が上昇傾向を示す例が多かった事から、インシュリンの作用としては、インシュリンの値から想像される程度より強く出る可能性も考えられる。インシュリンの拮抗ホルモンであるグルカゴンの負荷前後での変動は、各個人により様々で一定傾向はなかった。又個々をインシュリンの変動と比較しても、一定傾向は得られなかった。しかしインシュリン、インシュリン結合率、グルカゴン等の変動の組み合わせにより、稀には考えられないような糖代謝の異常をきたす可能性はあると思われる。

ストレスホルモンの変動の評価はなかなか難しいが、コルチゾールが負荷後急激に低下する様な副腎機能不全を疑わせる例は認めなかった。又  $T_4$  の値は上昇傾向を認めたが、TSH 値の変動は一定傾向がなく、この二種類だけの測定では、甲状腺機能の運動というストレスに対する役割を考察するには難しい。

脂質代謝系の検査では、A. I. 比で中学生群において 3 名 (4.1%)、高校生群で 2 名 (4.5%) が 2SD 以上と大幅に正常群と離れたものがいた事は、突然死にすぐに結びつく可能性は少ないが、将来的には冠動脈に対するリスクファクターの一つに十分なりうるので注意する必要がある。肥満児においては、これらの異常はしばしば認められるが、今回異常を呈した例はすべて肥満は認められていない。

#### (まとめ)

運動選手の運動中の突然死の原因をさぐる目的で、昭和56年8月習志野第1中学校および習志野高校運動部員について、運動負荷の前後で内分泌

学的にどのような変化があるかを検討した。今回検討した項目のうち、直接すぐに突然死に結びつく可能性のある変化を見出すことはできなかった。しかしホルモンの変動自体が、その各個人の身体的状態や運動の程度により、かなり異なってくることを考えられ、種々のホルモンの変動の組

み合せにより、予想もしない様な症状が出る可能性があると思われる。又、肥満もなく、全く健康と思われる学童に冠動脈に対する高いリスクファクターを有していた例があったことは注意が必要と思われた。

