

昭和57年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告

No. IV 運動による事故防止に関する研究

—第2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¹⁾

班員 入江実²⁾ 上野正彦³⁾ 川原貴⁴⁾
草川三治⁵⁾ 黒田善雄⁴⁾ 笹野伸昭⁶⁾
村田光範⁵⁾

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

運動による事故防止に関する研究班第2年度の研究成果は以下の如くである。本年度の一つの大きな成果として雨宮ら体協スポ研の協力により運動時の急死事故例の全国調査を行い事故の実態を明らかにし、また多くの事例につき詳細な事故発生の実態を知ることができた。これは各地方体協、体育主事、教育委員、各種の体育施設、各地のスポーツドクターをはじめとする多くの臨床医の大きな協力があってこそなされたものでこれらの人々に心から謝意を表したい。従来、学童に関するものについては学校安全会の報告があるが社会人スポーツにおいてこの様な実態調査がなされたことはなく、これをもとにしてさらに事故対策にまで発展させたいと思う。

各個研究については上野・庄司は前年度の病理

学的検討を発展させ、さらに貴重な症例を増し、スポーツ中の急死例には刺激伝導系線維の変性が多いことを確認し、またそれへの栄養血管の一つである冠動脈房室結節枝の肥厚狭窄があることを見出した。笹野らは監察医務院例につき運動中急死例と他の死亡例とを比較し、前者では副腎皮質束状帶・網状帶比が小さく副腎皮質予備能力の少ないこと、甲状腺涙胞が大きくストレスとの関連を示唆する所見を得た。草川・村田らは高校および小学生を対象に循環器、内分泌学的検討を行い、高校バレー部で練習の厳しい女子に不整脈、左室拡大などをみとめ、また、甲状腺その他のストレスホルモンの分泌不全をチェックすることが事故防止に連ることを示唆した。内分泌機能については兵頭、入江らは長距離走に伴う各種ホルモン分泌の動態を調べG H, P R L, A C T H, P R A, A L D S が運動の強度を反映することを見出し、さらに走行中の落伍者ではコーチソールなど抗ストレスホルモンの分泌不全を示唆する所見を得た。これら内分泌学的検討が運動時の急死との関

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⁾ 東京女子医科大学 ⁶⁾ 東北大

連においてなされたことは従来ほとんどなく、その意味でも本研究班の成果として評価できよう。村山、川原、黒田はスポ研所員の協力を得て運動時の事故の基礎疾患として頻度の高いHOCMの水泳中の心電図記録から興味ある所見を得、また大学運動部員のニヤミスともいうべき事例に対し検索を行い、事故の機序として一つのヒントを得

た。

本年度の研究は昨年度の研究の発展とさらに新しい分野のものを含んでおり本研究班の目的である事故対策の基礎資料となるべきものである。さらにこれらの研究を延長、発展させ、事故防止の具体策の完成に結びつけられることが期待される。

(村山正博)

I スポーツ中の急死と心臓刺激伝導系の組織変化

—第Ⅱ報—

庄 司 宗 介¹⁾

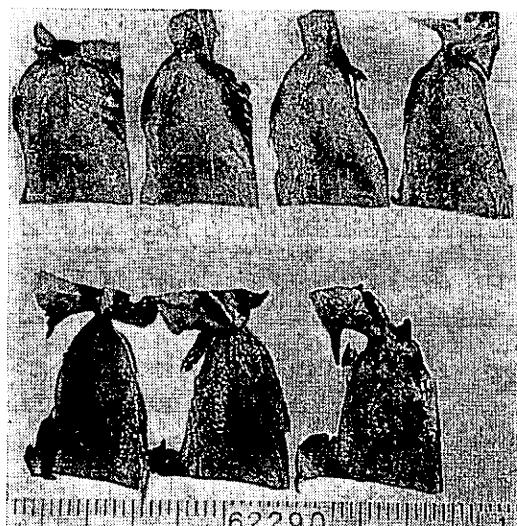
上 野 正 彦²⁾

前回は昭和50年から56年までに取扱った都23区内に発生したスポーツ中急死例を報告したが、今回は昭和57年度内に取扱ったスポーツ中急死男性16例女性2例計18例を追加報告する(表I-1)。このうち3例は検査のみで解剖されていない。年令は男性では10才代1例、20才代4例、30才代5例、50才代3例、70才代1例、80才代2例、女性は2例とも10才代である。なお20才代1例はボクシング事故、30才代1例はモーターボート事故による外因死で、その他は全例内因性急死である。競技内容は体育の時間中、バスケット、水泳、野球、バレーボール、ゴルフ練習などやほかにジョギング中に急死したものが4例で、これはいずれも高令者に多く、なかには医師からジョギング中止をいわれていたにもかかわらずジョギングをして急死した例もみられた。そのほかに心血管系疾患を指摘されたり、加療中のもの5例がみられた。内因死例の直接死因は、原因不明の急性心機能不全が男性3例、女性2例、慢性虚血性心伝導系障害による急性心機能不全1例、冠状動脈硬化による虚血性心不全や心筋梗塞6例、高血圧性心肥大3例、剥離性大動脈瘤破裂1例であった。症例のうち4例(13才、30才、38才、56才、いずれも男性)の心臓刺激伝導系の組織学的検査を行なうことができたので報告する。この症例以外にスポーツに関与して症状が出現した若年者の急死2例がみられたのでスポーツ中急死に関係あるものとして参考として記載する(表I-2、I-3)。

症例1、13才男性、身長156cm、体重47kg、体格栄養は中等である。心重量290g、心肥大度はほぼ正常である。心外膜下には溢血斑が多数出現している。左右心房室の広さはほぼ尋常で弁膜装

置も正常である。心筋の色は灰赤褐色で軽く混濁しているが、血量は中等、心筋の発育は中等、壁の厚さは左心室1.2cm、右心室0.4cmである。大動脈起始部幅4.5cm、肺動脈起始部幅は5.0cmである。卵円孔、動脈管は閉じている。冠状動脈は全般に菲薄狭小でSchlesinger 1型走行、内膜は滑沢で硬化などは全くみられない。なお本例は染色体異常クラインフェルター症候群であるが、先天性心臓奇型は全く認められない。一般的な心筋線維には乏酸素性変化がみられるほかにとくに異常を認めない。

心臓刺激伝導系の検査はLevの方法に準じ、右室中隔面で前乳頭筋基部から膜性中隔の右側まで、心房中隔面で卵円窓辺縁部から冠状静脈洞出口部を含んだ組織塊を取り出し2~3mmのスライス切片として写真I-1のごとく切り出してブロックを作成した。肉眼的には第2、3ブロックにお



写真I-1 13才男性、心房心室中隔のスライス切片、左上端第1ブロックから右下端第7ブロックに連続している。

1) 2) 東京都監察医務院

表I-1 スポーツ中の急死
(昭和56年9月～昭和57年12月)

No.	年令性	競技種目	死因	状況その他
1	17 女	体育の時間 (走っていた)	急性心機能不全	1500m走る予定のところ、1300m走って倒れ急死
2	21 男	バスケット	急性心機能不全	バスケットの試合中急死、運動後時々発作的に倒れることがあり、精検したが異常なしといわれていた
3	56 男	ジョギング	高血圧性心肥大	ジョギング中、苦しみ出し公園内で倒れた心重量 500 g
4	81 男	ジョギング	心のう血腫 剥離性大動脈瘤破裂	健康であった。ジョギング中2回ほど休み、30m位歩行している中に倒れ急死
5	30 男	ゴルフ	高血圧性心肥大	ゴルフセンターで練習中打席で倒れた心重量 490 g
6	16 女	体育の時間 (水泳)	急性心機能不全	プールに入り約1時間後、25mを泳いで急死。すぐ救助されたので溺水吸引はない
7	25 男	バスケット	急性心機能不全	バスケットのコーチとしてプレー中、1時間後に急死。18才と22才のときプレー中倒れたことあり。精検の予定で投薬をうけていた。
8	38 男	モーターボート	心のう血腫 左心耳裂傷 左第3肋骨々折	モーターボートレース中転覆受傷 A級ライセンスの選手である
9	83 男	ゲートボール	高血圧性心不全	ゲートボールをして帰宅後間もなく急死。胃潰瘍、高血圧、うっ血性心不全で治療中であった。
10	38 男	野球	心筋硬塞	高血圧症があり精検の予定であった。7回の守備につくためベンチを立ち上って急死
11	13 男	水泳	急性心機能不全 慢性虚血性伝導系障害	オリンピック強化選手、800mの練習途中でスピードが落ち、救助された。意識は死亡まで明白、19時間後死亡、溺死の所見なし、クライインフェルター(XXY)
12	38 男	野球	心筋硬塞 冠状動脈硬化	野球大会で投手をやり4回まで投げた後マウンド上で倒れ急死。プロにスカウトされたことがある
13	29 男	3000m障害	虚血性心不全 (冠状動脈硬化)	元オリンピック選手。室蘭から上京しホテルに入り急死
14	52 男	ジョギング	高血圧性心不全	競輪の選手で1年前引退 ジョギング中急死(約30分走った)
15	24 男	ボクシング	外傷性脳硬膜下血腫	プロボクサーで試合中9ラウンドにアゴにパンチをうけKO負け。リングからおりて間もなく意識不明となり、入院加療中死亡
16	22 男	バレーボール	急性心機能不全	スポーツ心と診断されていた。立ちくらみがあったという。バレーボール練習終了後、立ちくらみがあり意識がなくなった
17	50 男	体操	虚血性心不全	体操教室に週3回通っていた。30分位ランニングをやり、ボール投げ運動中急死
18	74 男	ジョギング	心筋硬塞	心肥大、高血圧(206～90mmHg)、肩こり、胸痛があった。医師に運動はやめるよういわれていた由。

表 I-2 症例の一般的所見

番号	年令性	死因	身長cm	体重kg	心重量g	心肥大度	心筋の厚さcm 左右	冠状動脈					
								蛇行	硬化	石炭化	狭窄	拡張	狭小
1	13才	急性心機能不全 慢性虚血性伝導障害	156	47	290	0	1.2 0.4	-	-	-	-	-	卅
2	30才	高血圧性心肥大	166	62	490	3	1.2 0.3	-	-	-	-	-	-
3	38才	心筋梗塞	188	80	450	0	1.3 0.4	-	+	-	-	-	-
4	56才	心筋梗塞	168	61	500	3	1.6 0.5	-	++	++	-	-	-
補5	16才	急性心機能不全 慢性虚血性伝導障害	175	60	390	0	1.2 0.3	-	-	-	-	-	卅
補6	18才	急性心機能不全 慢性虚血性伝導障害	162	50	280	-1~0	1.0 0.3	-	-	-	-	-	廿

表 I-3 症例の伝導系心筋の病理組織学的所見

番号	年令性	房室結節			房室束		脚		心室中隔上端部		その他の所見		
		血管肥厚	線維化	心筋変性	脂肪増生	筋出	心筋	脂防	筋出	血管	筋出	心筋	脂防
1	13才	+	±	±	-	++	-	+	-	卅	+	-	+
2	30才	++	+	++	卅	-	+	+	-	+	+	+	+
3	38才	++	+	++	-	++	+	卅	-	+	+	卅	+
4	56才	++	+	++	卅	-	++	卅	-	卅	++	-	右室側中隔の梗塞、線維体の粗化と弾性線維の増生
補5	16才	++	±	++	-	±	+	-	-	+	-	+	右室上端の梗塞、線維体の著しい狭小
補6	18才	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	心房大動脈腔の出血心房壁の強度の浮腫

いて心房中隔の下端で僧帽弁輪基部の上方に出血を認める。第4ブロックでは心室中隔上端の左心室内膜下に微小出血、第5ブロックでは心室中隔上端に近い右心室壁寄りに微小出血を認める。第5, 6, 7ブロックでは大動脈非冠状動脈洞の後方心房壁に厚層の血腫形成がみられる。

組織学的所見。第1ブロックでは心房筋層に著しい浮腫とびまん性出血がみられる。心房中隔の冠状静脈洞下方に出現した冠状動脈房室結節枝では中膜に浮腫がみられるがとくに著明な変化はない。心室中隔上端部の心筋線維には著しい乏酸素性変化がみられ、細動脈では内膜の Elastosis が強いものもみられる。第2ブロックでは心房中隔下端には著しい浮腫がみられ三尖弁起始部には軽度のリンパ球浸潤がみられ、また僧帽弁輪基部の房室結節アプローチ部とくに後結節間路接合部周辺にびまん性出血を認める。第3ブロックでは僧

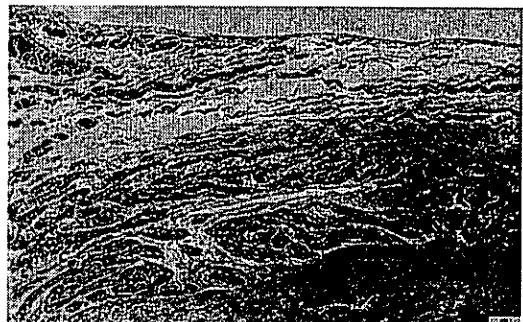


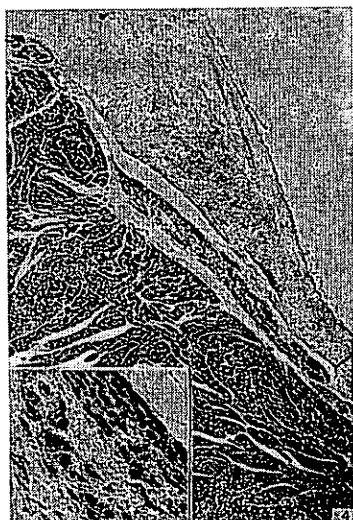
写真 I-2 13才男性、線維体の右房側に出現した房室結節、結節内には膠原線維などの増生がみられ、心筋線維の萎縮状のもの多い。Masson染色 40x

帽弁輪基部から線維体が出現し、その右心房側に房室結節が出現する(写真I-2)。第2ブロックに続いて房室結節アプローチ部の出血がみられる。房室結節内には膠原線維や弾性線維の増生が強く、心筋線維は索状に配列しているが、萎縮状

のものが多くみられる。結節内に侵入している細動脈壁の内膜には Elastosis が中等度にみられる。また結節から心筋束が線維体内に穿通し房室束に移行するものもみられる。第4ブロックでは中心線維体を穿通した房室束が心室中隔の上方に出現し初期の左脚を分岐している(写真I-3)。房室束周辺部には浮腫が強く、房室束心筋内には膠原線維と置き換わった状態が強く、心筋線維には大小不同が強くとくに中央部にその傾向が強い。左脚移行部にはびまん性出血を認め、右脚側にも微小出血がみられる。第5ブロックでは左脚起始部全般にわたり心筋線維の融解変性がみられ



写真I-3 13才男性、線維体を穿通した房室束が心室中隔の上端に出現、房室束中心部に線維化がみられ、左脚移行部にびまん性出血がみられる。Masson染色、40X



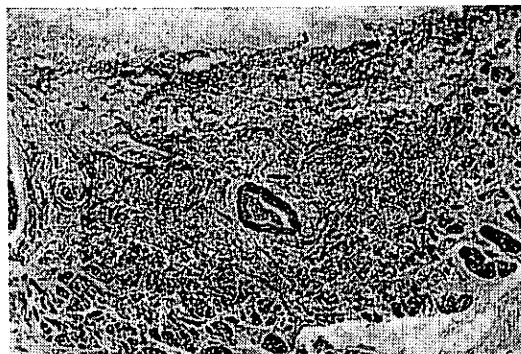
写真I-4 13才男性、左脚起始部全般に心筋線維の融解変性がみられる。左下隅は強拡大。Masson染色、40X、PTAH 200X



写真I-5 13才男性、左脚移行部心筋線維の変性、PTAH 40X

伝導系心筋線維は欠落し、残りの心筋線維にも凝固壊死が強い(写真I-4)。第6ブロックでは左右脚分岐がみられ、左脚の心筋線維は起始部で前の第5ブロックにみられた変性の傾向が残っており、また脚の心筋線維は全般に細長く萎縮状でグリコーゲンの貯溜はほとんどなくなり筋原線維の変性が強くなっている(写真I-5)。肉眼的にみられた右心室側寄りの出血は右脚の延長上にみられる。心室中隔では全般に心筋線維の乏酸素性変化が強い。第7ブロックでは右心房と大動脈間腔に著しい浮腫と出血がみられる。

洞結節では周辺外膜下に出血が強く結節周囲に波及し一部に円形細胞浸潤を伴なっている。洞結



写真I-6 13才男性、洞結節全般を示す。Masson染色、40X



写真 I-7 13才男性、洞結節動脈壁は浮腫状で血管周囲から膠原線維が多数結節内に侵入し、心筋線維の大小不同が強い。PTAH, 200 X

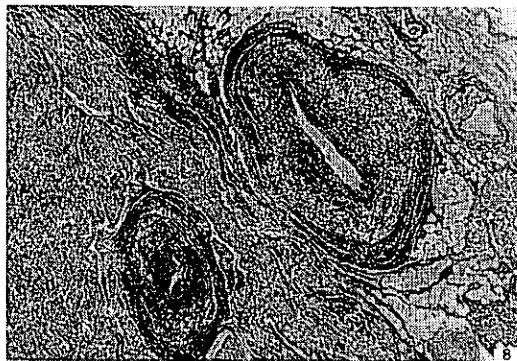


写真 I-8 30才男性、房室結節枝の著しい肥厚と狭窄がみられ、房室結節は脂肪織の浸潤が強い。Elastica-VonGieson染色 200 X

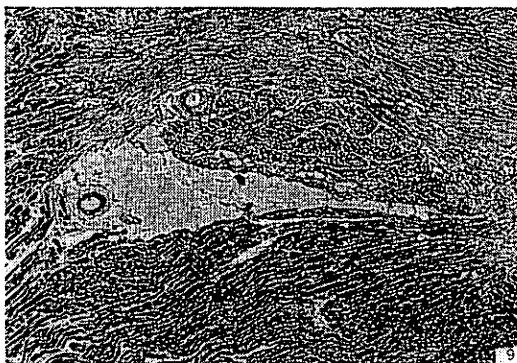


写真 I-9 30才男性、房室束は著しく萎縮状となり、約1/3は脂肪織が充満している。Masson 染色, 100 X

節周囲の神経節にも浮腫が強く神經細胞の膨化、液化など変性が強い。洞結節動脈の中膜にも浮腫が強く筋細胞は全般に泡沢状を呈している。洞結節心筋線維は小さくて細いものが多く大小不同で

核の大小不同も強く濃縮状を呈するものもあり、筋原線維の融解も強い。膠原線維の増生もかなり強く弾性線維も増生している(写真 I-6, I-7)。

症例 2(写真 I-8, I-9), 症例 3(写真 I-10, I-11), 症例(写真 I-12, I-13)はい

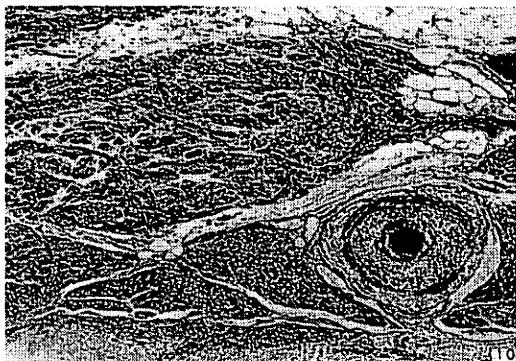


写真 I-10 38才男性、房室結節の線維化と心筋線維の萎縮。Masson 染色 200 X

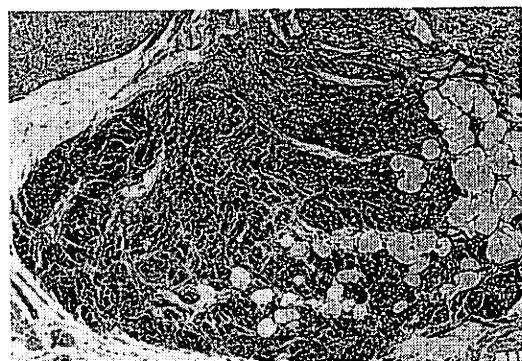


写真 I-11 38才男性、房室束心筋線維の萎縮と脂肪織の浸潤。Masson 染色, 200 X

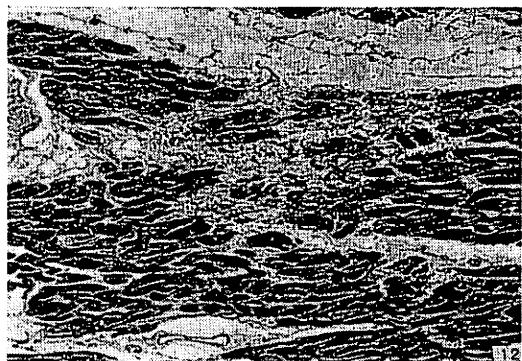


写真 I-12 56才男性、心室中隔上端、右心室壁の心筋線維の軟化と心筋線維の凝固壊死。H E 染色, 100 X

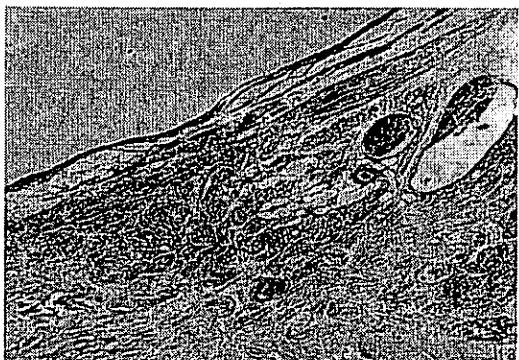


写真 I-13 56才男性、房室束心筋線維の萎縮と脂肪織の浸潤。H E染色100X



写真 I-14 16才男性、房室結節アプローチ部の萎縮と脂肪織の浸潤、房室結節枝の肥厚と狭窄。Masson染色、40X

それも器質的な病変が明らかであり、伝導系心筋線維の組織所見の大要は表 I-2, I-3 のごとくである。

つぎにスポーツ中の急死に準ずると思われる若年者の急死例について記載する。

症例 5, 16才男性、高校生、身長175cm、体重60kg、1年前頃から急に身長が伸び始め、体重も増加したという。1年前に風邪をひいて体の具合が悪くなり、そのとき心電図の検査を行ない不整脈があるとの事で、所見は上室性期外収縮であった。その後も運動会などで急激な運動をしたあとに強い恶心嘔吐があり、その都度急性胃腸障害と診断されて加療していたもので、通学の帰途電車の中で急に倒れ死亡したものである。

肉眼的所見 心重量360g、心肥大度はほぼ正常である。冠状動脈の主幹部に硬化などの所見は全くみられないが、血管は全般に非薄狭小である。
伝導系組織所見 冠状動脈房室結節枝は全般に細小であるが、線維体直前から内膜の肥厚が強く中等度に狭窄している。房室結節アプローチ部では心筋線維が極めて細く数的にも少量で、膠原線維や弾性線維の増生が強く、一部間質にリンパ球の出現がみられる(写真 I-14)。房室結節中央部では心筋線維はほぼ保たれているが全般に細いものが多い。房室束心筋線維は空胞化したものが多く(写真 I-15)、房室束分歧部では左脚側に空胞化したものが多く、右室側はほぼ保たれている。心室中隔では冠状動脈左前下行枝の中隔枝に著しい内膜肥厚と狭窄を呈したものもみられた。洞結

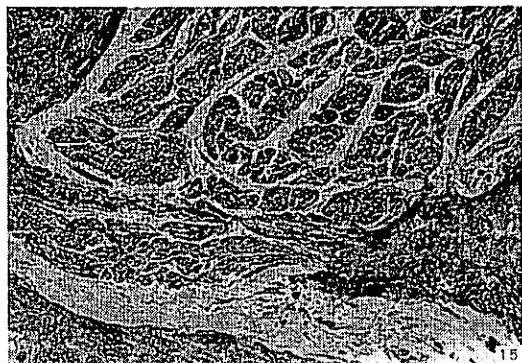


写真 I-15 16才男性、房室束左脚移行部の線維化。Masson染色、200X

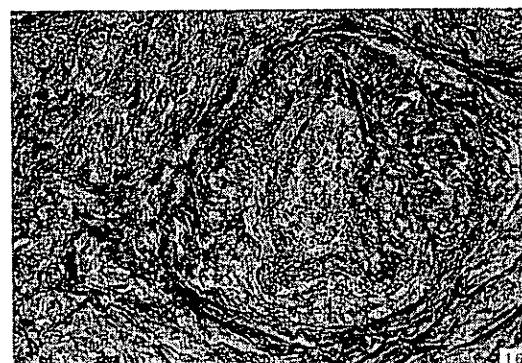


写真 I-16 18才男性、洞結節動脈の浮腫。Elastica染色400X

節では洞結節動脈壁の内膜の Elastosis がみられ中膜筋層に強い浮腫がみられる(写真 I-16)。洞結節の線維化は非常に強い。結節周辺神経節は全般に腫大し神經細胞の変性が強い。

症例 6, 18才男法, 高校生。身長 162 cm, 体重 50kg, 中学 3 年生のころから走ると急に倒れ痙攣をおこすことがときどきあったが, 脳波, CT, 心電図などの検査で異常なしといわれていた。死亡の日午後 3 時 10 分頃買物から帰宅, 2 階の自室に入ったが, 午後 4 時 10 分頃母親が本屍の部屋に行つて冷くなっている本屍を発見し医師を呼んだが死亡確認された。

肉眼的所見, 心重量 280 g, 心肥大度はやや小, 冠状動脈主幹部には硬化などの所見は全くみられないが, 全般に菲薄狭小である。伝導系組織所見 冠状動脈房室結節枝は細小であるが血管壁にとくに異常はみられない。中心線維体は狭小で発育が悪い。房室結節はほぼ正常に保たれている。房室束中央部にとくに異常を認めないが, 左右分岐部に近い部位に心筋線維の変性消失と膠原線維の増生がみられる(写真 I-17, I-18)。左脚の分岐直後の部位で心筋線維の空胞化腫大や凝固壊死を示すものが多い。心室中隔上部で冠状動脈右回旋枝の後室枝に内膜肥厚と狭窄がみられた。右心房の大動脈間腔に著しい浮腫と出血がみられた。洞結節では洞結節動脈壁の中膜筋層に強い浮腫がみられた(写真 I-19), 洞結節の線維化が強い。

伝導系心筋と冠状動脈の走行について。

一般に刺激伝導系の房室結節や房室束はそのほとんど 90% が冠状動脈右回旋枝によって栄養され, 房室結節および房室束は房室結節動脈枝により, 左右脚の上方部は房室枝や上中隔枝によって栄養されている。これをスライス標本によって示すと附図のごとくである。すなわち中隔の後方で

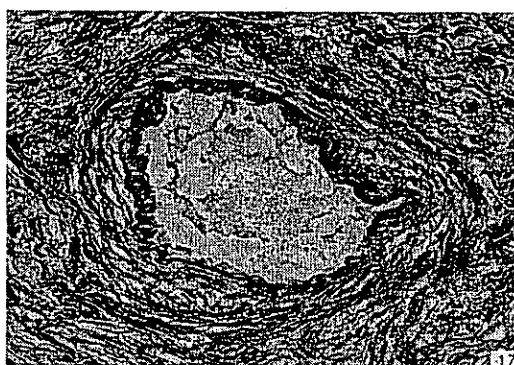


写真 I-17 18才男性, 房室束の心筋線維の変性。Masson染色, 100 X

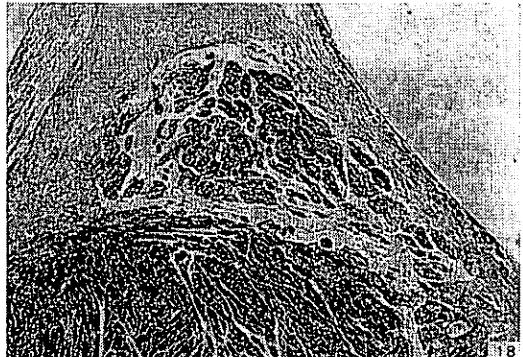


写真 I-18 18才男性, 写真 17 の強拡大。Masson染色, 200 X

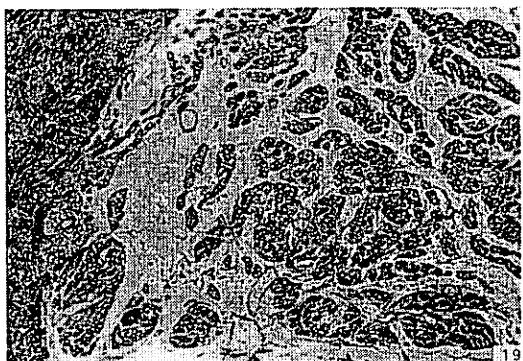
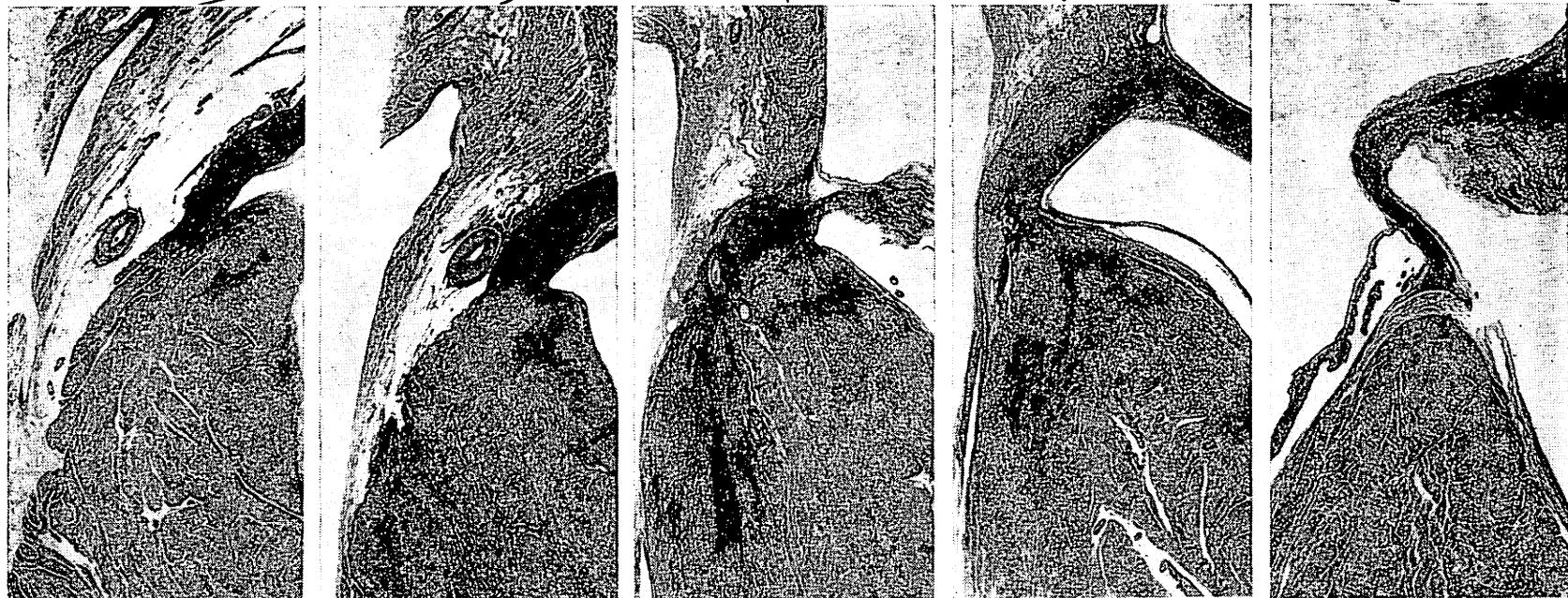
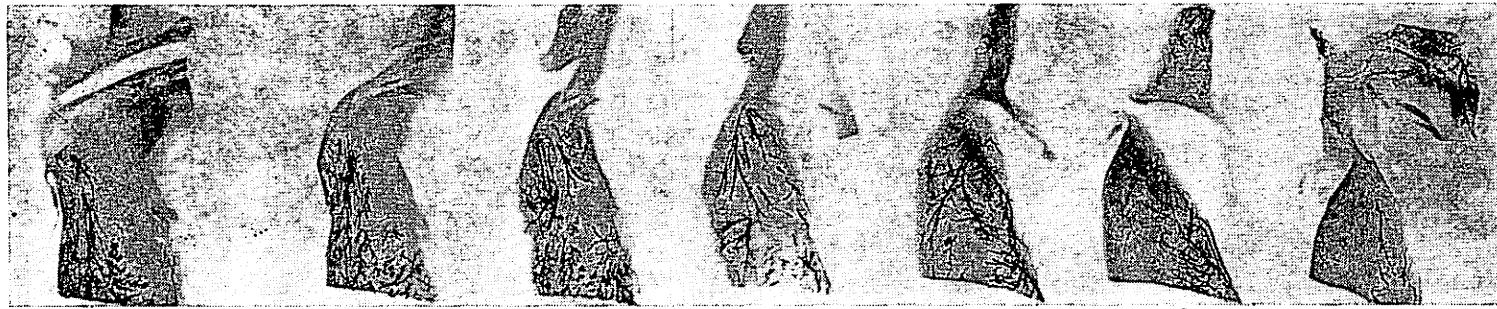


写真 I-19 18才男性, 洞結節動脈の浮腫。Elastica染色, 400 X

は後下行枝と分岐した房室枝は, 房室結節枝と後室枝に分岐し, 房室結節枝は冠状静脈洞の下方の心房中隔を前方に進む。後室枝は右心室中隔上端に入つて前方に進む。後室枝は右心室中隔上端に入つて前方に進みながら心室中隔の下方に血管を出している。前方に進んだ房室結節枝は僧帽弁輪の下方右心房から線維体の右心房側に達し, 線維体を貫いて心室中隔の上端に達して分岐し後外側枝を出し左右心室内膜側に血管を出している。このことから冠状動脈右回旋枝とくに房室結節枝は伝導系心筋線維と密接な関係を有することが明らかである。

さて前回にも述べたように房室結節枝の血管壁の肥厚が心房中隔右房側の僧帽弁輪の下方では比較的軽度であるが, 房室結節から線維体に接した部位で肥厚が強くなり線維体を通過して心室中隔上端部でも極めて強い肥厚, 狹窄を示すものが多く, 肉眼的に冠状動脈全般における狭小傾向と相



附図 刺激伝導系と右冠状動脈の走行

乗して、伝導系心筋線維に虚血性の変性が生ずるものと考えるわけである。そこで症例の変化について考察してみると、第1例で心房中隔下端部などの浮腫や出血、房室結節アプローチ部の出血、房室結節内の線維化傾向や心筋線維の萎縮、房室束周辺の浮腫や心筋線維の線維化、左右脚移行部の出血、左脚起始部の心筋線維の変性消失、左脚心筋線維の変性萎縮などがみられる。また参考例の第5、6例でもともと冠状動脈の低形成があり、房室結節枝の細小、肥厚狭窄、房室結節や房室束の線維化や心筋線維の変性がみられた。この

ような変化は一般に乏血性変化に属するものであり、慢性虚血性変化が進行して生じたものである。

刺激伝導系心筋線維は一般に変性に陥り難いといわれているが、若年者の急性心不全の中には冠状動脈右回旋枝の房室結節枝の肥厚狭窄が強度にみられ、伝導系心筋線維の慢性の虚血性の変性がかなり強く出現しているものが多いことから、房室結節枝の肥厚狭窄に基因した虚血性伝導系障害による伝導異常により急死するものもあるのではないかと考える。

II スポーツ中急死例の内分泌学的形態学的研究

—第2報— 副腎皮質および甲状腺の組織計測学的研究

篠野伸昭¹⁾ 増田高行¹⁾
菅原里恵¹⁾
上野正彦²⁾

スポーツ中急死例の内分泌腺にみられた組織変化について、第1報では通常の光学顕微鏡的検査で特に目立った所見として、副腎皮質網状帯の線維化(16例中5例)、甲状腺の過機能性過形成(16例中3例)をみとめた。前者は循環障害の結果と理解され、副腎皮質機能の予備力の低下と関係する可能性がある。これに対して甲状腺の変化は心機能に何らかの影響を及ぼすことが考えられる。依ってこのたびは、副腎皮質と甲状腺それぞれについて組織計測を行い、運動中急死例と対照例との間の比較を試みた。症例はすべて東京都監察医務院における剖検例であり、死後可成りの時間を経ている例が多くを占めるため、細胞レベルでの精細な吟味は不可能であった。依って副腎皮質では各層の厚さを、甲状腺では沪胞の大きさを計測の対象とした。

1. 副腎皮質の計測

A 材料：すべて東京都監察医務院における剖検例で、運動中急死15例と外傷・自殺死13例から得られ、ホルマリンに固定されていた副腎組織を用いた。

B 方法：厚さ4μのパラフィン切片にGomori氏法による鍍銀染色を施し、光学顕微鏡についたマイクロメーターで、副腎皮質全層、球状帶(G)、束状帶(F)、網状帶(R)の厚さを測定した。各症例につき、10カ所について行い、その平均値を求めた(表II-1, 2)。

C 成績と考察：

1) 副腎皮質全層の厚さは、運動中急死群が、1,075mm、対照群が1,100mmであり、両群の間に差は認められなかった。

2) 束状帶・網状帶比

束状帶がストレスに主役を演ずる糖質コルチコイドの産生の場という副腎皮質機能局在論の仮説に基づき、副腎皮質機能の予備能を調べるためにF/Rを検討した。表II-1と表II-2を比較すると、運動中急死群では、対照群に比してF/Rが小さくWilcoxon順位和検定により2.5%水準で有意であり、運動中急死例では副腎皮質の予備能力の少ないと推測された。

いわゆるポックリ病その他極めて些細なストレスで急死した症例では、篠野¹⁾が曾て報告したように、副腎皮質全層の厚さが対照に

表II-1 副腎皮質各層の厚さ

—運動中急死例—

(単位 0.025mm)

症例	年令	性	全層	G	F	R	F/R
1	14	♀	47	7.0	22	18	1.22
2	21	♂	30	3.4	11	16	0.69
3	15	♂	47	4.8	15	27	0.56
4	47	♂	63	2.5	27	33	0.82
5	14	♂	39	8.4	14	17	0.82
6	19	♂	40	5.5	20	15	1.33
7	21	♂	39	5.3	15	18	0.83
8	13	♂	40	5.8	15	19	0.79
9	21	♂	56	2.6	32	22	1.45
10	28	♂	39	0.3	23	16	1.44
11	15	♂	35	4.1	18	13	1.38
12	33	♂	36	3.1	17	15	1.13
13	29	♂	39	2.5	19	17	1.12
15	16	♂	36	3.7	14	18	0.78
16	18	♂	55	3.9	28	24	1.17
平均			43±9	4.2±2.0	19±6	19±5.3	1.0353±0.295

G: 球状帶

F: 束状帶

R: 網状帶

1) 東北大学医学部第二病理学教室

2) 東京都監察医務院

表II-2 副腎皮質各層の厚さ

—外傷・自殺死例—

(単位0.025mm)

症例	年令	性別	全層	G	F	R	F/R
1	16	♂	49	7.1	19	22	0.86
2	16	♂	44	7.6	16	21	0.76
3	17	♂	54	5.3	23	25	0.92
4	20	♂	46	4.5	21	20	1.05
5	20	♂	30	4.0	15	11	1.36
6	24	♂	33	3.2	19	11	1.73
7	32	♂	45	7.6	26	12	2.17
8	36	♂	49	3.8	25	20	1.25
9	38	♂	46	1.1	27	18	1.50
10	38	♂	56	3.7	27	25	1.08
11	43	♂	44	2.8	26	15	1.73
12	46	♂	41	0.6	29	12	2.42
13	48	♂	30	0.5	10	20	0.50
平均			44±8.3	4.0±2.4	22±5.7	18±5.1	1.33±0.56

G : 球状帶 F : 束状帶 R : 網状帶

比し薄い。このたびの検索例は、すべてが可成り過激な運動中に急死しており、きわめて強いストレス下にあったことと推測される。このように日常の些細なストレスには十分に耐えられた個体では、当然のこととして副腎皮質全層の厚さの減退はない。

副腎皮質網状帶は副腎循環の最も末梢域にあり、髄血性心不全では脂肪変性から壊死脱落、線維化に至る一連の変化を認める。また毛細血管の拡張、増生に伴い網状帶域の増大をみる³⁾。このような状態の下では、当然のこととして束状帶の厚さが減り、F/Rの値が著しく低くなる。髄血性心不全の患者では、一般状態が比較的良好であるのに、急に死亡することがある。それには心筋の活動性の限界も問題となるであろうが、そこに副腎皮質のこのような状態が関与することを否定できない。運動中急死の症例でF/Rの低値から推定される束状帶予備能の潜在的低下と、過激な運動による急性心臓死との間にも、何らかの因果関係を考えさせられるところである。

2. 甲状腺滤胞の計測

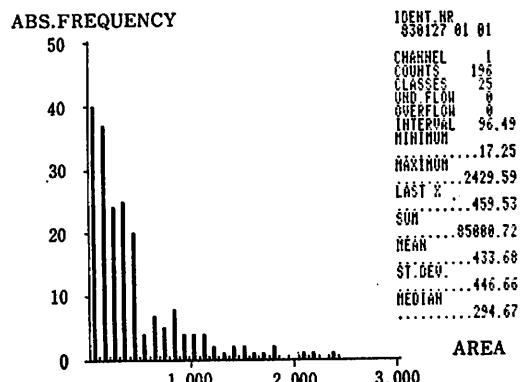
A 目的：運動中急死例の甲状腺では滤胞の大き

さにバラツキが目立ち、巨大なものも認められるので、客観化を試みた。

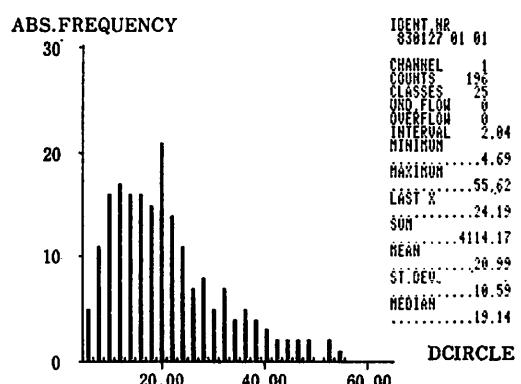
B 材料：東京都監察医務院における運動中急死例の剖検10例から採取された甲状腺を用いた。

対照には同施設剖検例から外傷・自殺死の8例を選んだ。

C 方法：標本はホルマリン固定甲状腺組織のバラフィン包埋切片にHE染色を施したものである。Visopan 拡大投影装置(Reichrt)で光学顕微鏡下の像を243倍に拡大し、甲状腺滤胞をトレースした。この方法により各症例につき、約100個の滤胞の面積(AREA)をVideopan画像解析装置(EKO)で測定した(表II-3, II-4)。これと同面積に換算した円の直径(DCIRCLE)を求めヒストグラムを描いた(図II-1, II-2)。これらの処理は滤胞を球と仮定して行ったものである。



図II-1 対照例における滤胞面積



図II-2 対照例における滤胞円の直径

表II-3 甲状腺の重量、涙胞の面積と直形
—運動中急死例—

症例番号	剖検番号	年令(才)	性	甲状腺重量 (g)	AREA (1/243 ² mm ²)		DCIRCLE (1/243mm)	
					MEAN	S D	MEAN	S D
1	54753	14	♀	27.5	2017	2724	43.25	26.6
2	54860	21	♂	17.0	1198	1461	33.88	19.5
3	55064	15	♂	51.5	1415	1689	37.23	20.5
5	55362	14	♂	19.0	721	696	27.62	12.5
6	55485	19	♂	20.0	1488	1936	37.18	22.7
8	56088	13	♂	10.5	939	1486	28.35	19.9
9	56176	21	♂	19.1	1182	1688	33.16	20.2
10	56500	28	♂	14.5	857	1703	28.25	20.6
11	56524	15	♂	17.5	1421	1875	35.95	22.9
12	57417	33	♂	28.0	1054	1630	30.52	20.4
平均				1239	1689	33.54	20.6	

表II-4 甲状腺の重量、涙胞の面積と直径
—外傷・自殺死例—

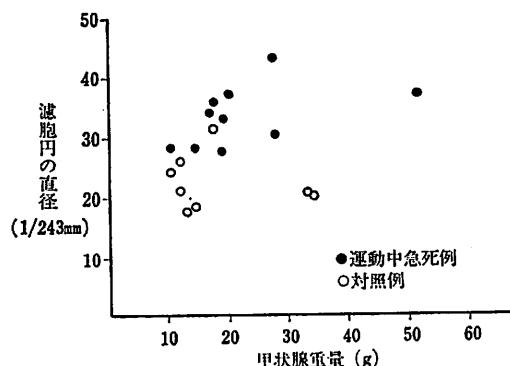
症例番号	剖検番号	年令(才)	性	甲状腺重量 (g)	AREA (1/243 ² mm ²)		DCIRCLE (1/243mm)	
					MEAN	S D	MEAN	S D
1	59308	16	♂	11.9	434	447	20.99	10.6
2	60992	16	♂	17.5	1016	1074	31.57	17.3
3	60581	17	♂	14.3	325	313	18.32	8.9
4	59612	20	♂	33.8	857	1201	20.47	18.5
6	60769	24	♂	13.0	311	368	17.74	9.1
7	60772	32	♂	10.5	602	643	24.18	13.6
9	60301	38	♂	12.0	697	822	26.03	14.6
10	60398	38	♂	33.3	440	474	20.78	11.4
平均				585	668	22.51	13.0	

D 成績と考察：

甲状腺重量は、組織学的にバセドウ病の所見を示した症例3の51.5gを除いても、運動中急死例群の方が一般にやや大きいようである（表II-3, II-4）。運動中急死例群の甲状腺涙胞1個あたりの面積は0.021mm²となり、その値は対照群の0.0099mm²に比して大であった。この比較はWilcoxon順位和検定で0.5%水準で有意であった。

対照群でも甲状腺重量が30gを超える例が2例あったが、甲状腺重量と涙胞の大きさを円に換算してもとめた直径（DCIRCLE）との関係を図II-3でみると、運動中急死例の方が、甲状腺重量

と関係なく大型涙胞をもつ傾向にあると推測でき



図II-3 甲状腺重量と涙胞円の直径との関係

た。

甲状腺は副腎皮質と異なって、上位ホルモン(TSH)の支配によって甲状腺ホルモンの生成がたかめられる場合に、コロイドの貯蔵と放出の両面に働くことになる。このことは、バセドウ病を思わせた症例の涙胞の大きさの平均値が大であったことによっても裏付けられる。甲状腺もストレス臓器のひとつである。今回の運動中急死例の多くは、日頃スポーツを行っていた症例であり、そのことが甲状腺涙胞の大きさに与えた影響も考えられる。今回の吟味は、如何にして甲状腺組織像

を客観的に表示するかの試みでもあったので、甲状腺機能の形態学的表現の複雑な機構に関する解析は、今後症例数をふやして検討を重ねたい。

文 献

- 1) 笹野伸昭：副腎の機能的構築と突然死，日法医誌 **32** : 372—379, 1979.
- 2) 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) 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.

III 運動における循環器学的、内分泌学的検討

木口博之¹⁾ 根本博文²⁾

草川三治²⁾ 村田光範²⁾

緒 言

運動中の突然死、特に児童生徒のそれは、マスコミにもしばしば報道され、注目されてきているが、その原因は複雑でまだ充分には解明されていない。昨年度は突然死の原因として、循環器及び内分泌代謝系の異常によるものがないかどうかを検討する目的で、循環器系は運動前後の心電図異常の有無を、内分泌代謝系は糖代謝、脂質代謝系の検査を中心に行なった。その結果は循環器系では、不整脈例やスポーツ心を考えさせる左室肥大例が存在する事、内分泌系では運動負荷により、インスリン値やコルチゾール値は上昇するが、少數例ではむしろ低下するなどホルモンの反応は一様ではなく、場合によっては予想もつかないような症状が出現する可能性がある事を報告した。また脂質代謝系の検査では、運動部に所属し、外見的には全く正常と思われた生徒でも、少數例においては高い動脈硬化指数を認め、将来的には冠動脈に対して危険因子を有していた。

今年度は、昨年度の結果をふまえ、循環器系は、激しい練習量の運動部選手と、比較的練習量が厳しくない運動部選手の両者について、練習前後における循環器異常を心電図を中心に検討してみた。あわせて今回は、新たに小学校高学年児童について、水泳の循環器に及ぼす影響について検討したので報告する。内分泌代謝系に関しては、昨年度変化のみられた項目および運動というストレスに対する生体の変動を中心に検討した。

対 象

千葉県習志野市立高等学校の男子バレーボール部員28名、女子バレーボール部員41名である。男子は生徒だけで、自主的に練習し、女子は指導教官の下で厳し

い練習を、共に約2時間行なった。

小学生は東京都荒川区立宮前小学校5年生と6年生の生徒である。水泳中や日常生活において顔色が悪くなったり、疲れ易いなどの不定愁訴のあるもの、心房中隔欠損症術後や川崎病の既往があるが後遺症のないものを有所見者として抽出した。有所見者は5年男子4名、女子7名、6年男子6名、女子6名である。コントロールとして、まったく何の訴えもない健常児で5年男子9名、女子7名、6年男子6名、女子8名を選抜した。

1. 循環器学的検討

方 法

高校生群は女子は指導教官の下で、男子は自分達だけで自主的に練習を約2時間連続して行ない、両者ともその間、水分摂取は禁止した。練習前後での体重減少は女子群では $1.40 \pm 0.33\text{kg}$ 、男子群では $1.14 \pm 0.44\text{kg}$ 、であった。共に練習前に胸部レントゲンと心電図をとり、練習終了後ただちに心電図をとり検討した。更に異常例については、後日東京女子医大第二病院の方に来院させ、マスター2段階負荷試験と断層心エコーによる検査を行なった。

小学生群は水泳の授業中、準備体操、バタ足訓練、自由泳ぎなどで30分経過した後に行なった。5年生は30m、6年生は45mを、自分で泳げる方法で泳がせ、泳ぐ前から泳ぎ終った後までを、心電図で連続して記録し検討した。心電図の記録はフクダ電子の無線心電計を使用して行なった。導子は胸骨上第2肋骨と第5肋骨の高さの2点に置き、水が入らぬよう粘着テープにて体に密着させた。導線は動かぬようテープにて体に密着させ、送信機は頭頂部に置き、水泳帽で固定させた。受信装置はプールから10m離れた室内に置き、無線にて心電図波形を受け、連続して記録した。

東京女子医大第二病院

¹⁾中央検査科 ²⁾小児科

結果

1) 高校生群

胸部レントゲンおよび心電図の成績は表III-1の通りである。異常所見のまったく認められな

表III-1 高校バレーボー

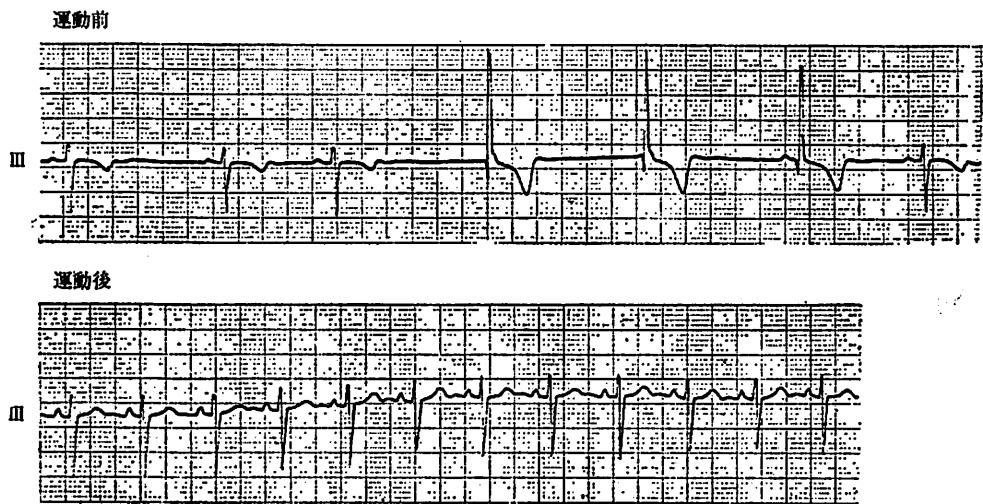
	女子	男子	計
対象数	41名	28名	69名
異常所見 (+)	19名 (46.3%)	16名 (57.1%)	35名 (50.7%)
洞性徐脈 (脈拍50/分 以下)	7名 (0.17%)	4名 (0.14%)	11名 (0.16%)
移動ペースメー カー	2名 (0.05%)	3名 (0.11%)	5名 (0.01%)
	* 1名は上室性期 外収縮合併		
左室肥大	3名 (0.07%)	0	3名 (0.04%)
	** 2名は運動後 の虚血性変化、 1名は心室調 律例である。		
運動後の虚血性 変化	3名 (0.07%)	0	3名 (0.04%)
	** 2名は左室肥 大あり		
期外収縮	7名 (0.17%)	0	7名 (0.04%)
上室性	5名		5名
心室性	1名		1名
心室調律	1名		1名
	*** 上室性の1名 を除き、すべて 運動後には消失 している。		
房室ブロック	2名 (0.05%)	0	2名 (0.03%)
I度	1名		1名
	*** 心室性期外収 縮も合併		
II度 (ウェンケバッハ 型)	1名		1名
	**** 運動機には すべて正常化し ている。		
小心症 (心胸廓比39%以 下)	4名 (0.1%)	5名 (0.18%)	9名 (0.13%)

かったものは、女子41名中16名(39%)、男子28名中14名(50%)である。ところが異常所見のあつものを検討してみると、脈拍数が50以下の洞性徐脈の11名すべて、運動後は他の健常児と変わらない脈拍数となっている。洞性徐脈はしばしば運動選手に認められるもので、それ自体問題ないものである。同じく移動ペースメーカーも大きくは正常範囲内のものと考えられており、自律神経系の関与もその原因のひとつと考えられている。心室調律の1例(図III-1)は、運動選手に稀に認められるもので、洞性徐脈があるために出現したもので、運動により脈拍が速くなると正常洞調律のみとなっている。断層心エコー図検査では、左心機能は正常ではあるが、左室腔の拡大が認められた。

心肥大が認められたものは3名あり、いずれも心電図上では左室肥大の疑微所見であり、胸部レントゲン上では正常であった。いずれも断層心エコー図検査で左室腔の拡大が認められ、2名は運動後にⅡ、Ⅲ、aVFのST-T低下といった虚血性変化が認められ、1名は心室調律が認められた。左心機能は3名とも正常であった。このうち2名は昨年も断層心エコー図検査を行なっているが、その間の左室腔および左心機能に有意の差は認められなかった。房室ブロックの2例は、運動後には正常伝導となっていた。

男子では、移動ペースメーカー例を除くと、心電図上で異常所見が認められたものはいなかった。

女子で、運動後に著明な心電図異常を呈した1例があった(図III-2)。運動後の心電図で、Ⅱ・Ⅲ・aVFのQ波が深くなり、Ⅱ・Ⅲ・aVF・V₄～V₆のT波の著明な平低化が認められ、この時練習後半に軽い胸痛を自覚している。他の検査では、練習前後において体重は60kgから58kgと2kg減少し、ヘマトクリット値が38.9%から43.1%へと血液濃縮し、尿蛋白も陰性から陽性となっていた。この例は、前年度も検査しており、その時は異常は認めておらず、今回もその後の運動負荷試験、断層心エコー図検査でも異常は認めなかった。



図III-1 心室調律17Y合運動前の心電図にて、4拍目より6拍目に心室調律によるQR波を認める。運動後には正常洞調律のみに戻っている。

1. 小学生群

1) 水泳中における脈拍数の変化

5年生(図III-3)

脈拍数は水中に入っただけで急速に増加し、泳ぎ始めた直後まで増加していく。その後中間地点、泳ぎ終った直後までの脈拍数の増加はにぶり、水中から出た後まではゆるやかに脈拍数は回復しているが、水泳前までは戻らず、むしろ泳ぎ始めた直後とあまり変わっていない。このパターンは有所見者、無所見者、男女での差はあまり認められない。但し女子有所見者のみが、泳ぎの中間地点まで脈拍数が増加してゆき、むしろこれが一般的なパターンと考えられる。全体に有所見者の方が、一貫して脈拍数が多い。

水中に入った時、脈拍数がふえる者が圧倒的に多いが、逆に脈拍数が減少してしまう者が、無所見者の方で男子2名、女子1名いた。

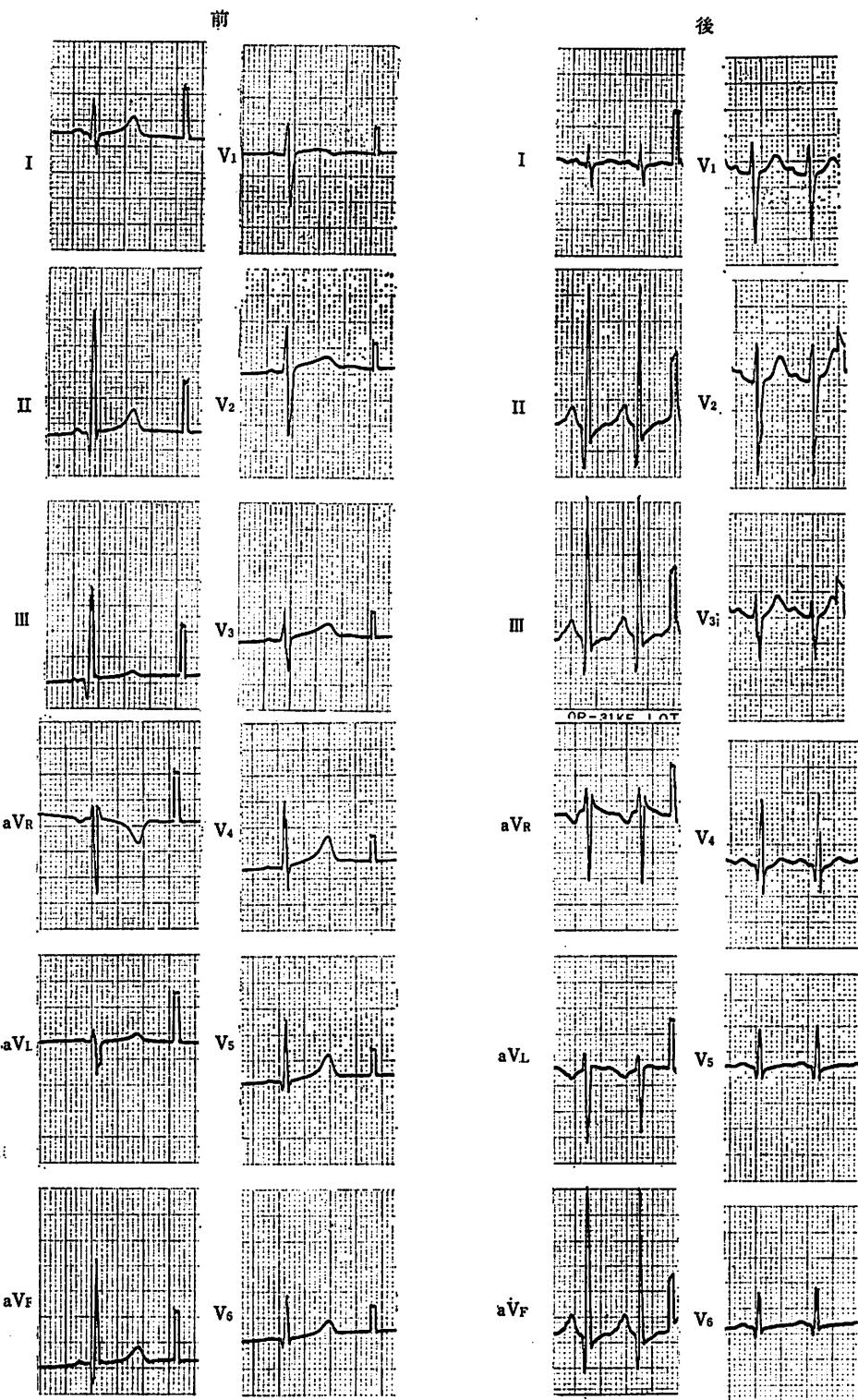
6年生(図III-4)

5年生に比べると、陸上における水泳前の脈拍数には、有所見者と無所見者との間に差は認められなかった。運動の展開とともに脈拍数は増加してゆき、最高脈拍数は水泳終了後、水中で立たせている時になっている。女子の無所見者では更に陸上に出た時の方が、脈拍数が増加している。た

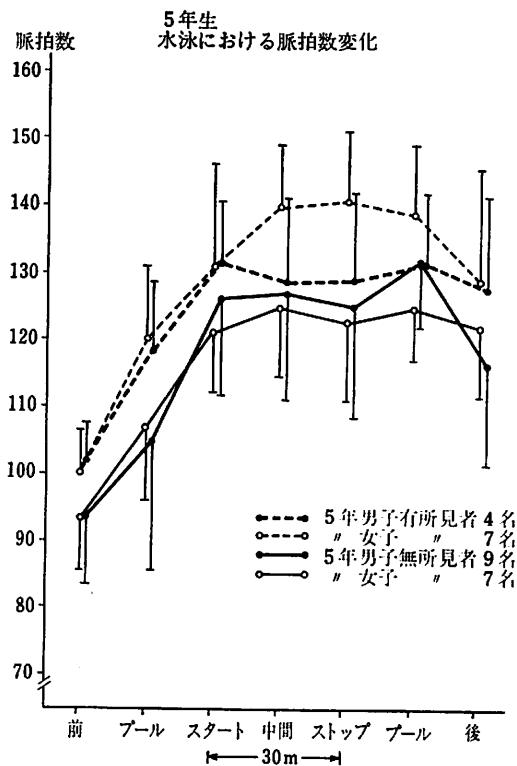
だやはり全体のパターンとしては、有所見者、無所見者、男女間ではあまり差は認められず、ほぼ同一である。5年生に比べると、脈拍数の増加は、運動量と一致している。この事は一つは水泳距離を長くした事であり、一つは泳ぐのが上手になり、休む休む事なく一息で泳いでいるという点が、このような結果が得られた理由であろう。やはり水中に入った時に、逆に脈拍数が減少してしまうものが、無所見者の方に、男子2名、女子1名に認められた。

図III-5、図III-6は、上記の成績を5年生と6年生で、有所見者と無所見者だけに大きく分けてみてみたものである。結果は前述したと同じであり、5年生では有所見者の方が脈拍数が全般に多いが、6年生ではその差は認められなかった。

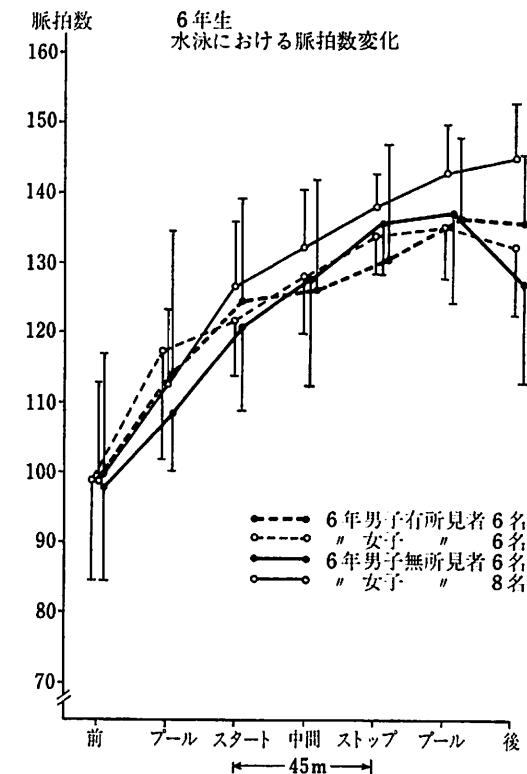
次に運動量の変化に伴なう、脈拍数の増減を見てみた。図III-7は5年生についてみてみたものであるが、水中に入った時に急激に脈拍数は増加し、泳ぎはじめると、中間地点ではあまり脈拍数の増減に変化がなくなっている事が分る。図III-8は6年生についてみたものであるが、やはり水中に入った時に急激に脈拍数が増加している。5年生に比べると、泳ぎの中間地点以降も脈拍数は増加している。



図III-2 運動後の心電図でII, III, aVFの深いQ波と, I, II, III, aVL, aVF, V₄~V₆でT波の平低化を認める。



図III-3



図III-4

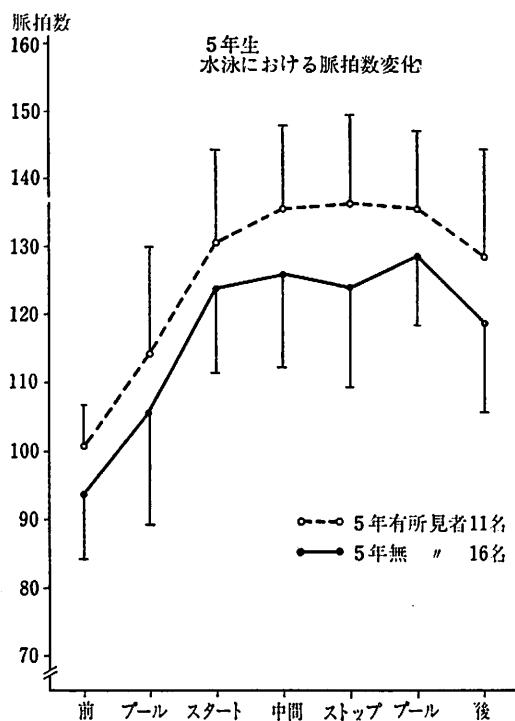
2) 各群における運動能力（表III-2）

有所見者、無所見者について、各々の運動能力についてみてみた。平均ラップタイムとは、5年生では30m、6年生では45m泳ぐのに要した時間であり、短かい程泳ぎがうまく運動能力が高いといえる。これでは明らかに無所見者の方が短時間で泳ぎきっている。泳ぎ方を比較してみると、やはり所有見者全体に泳ぎが下手であり、無用な力を使っている。平均最高脈拍数とは、水泳中で

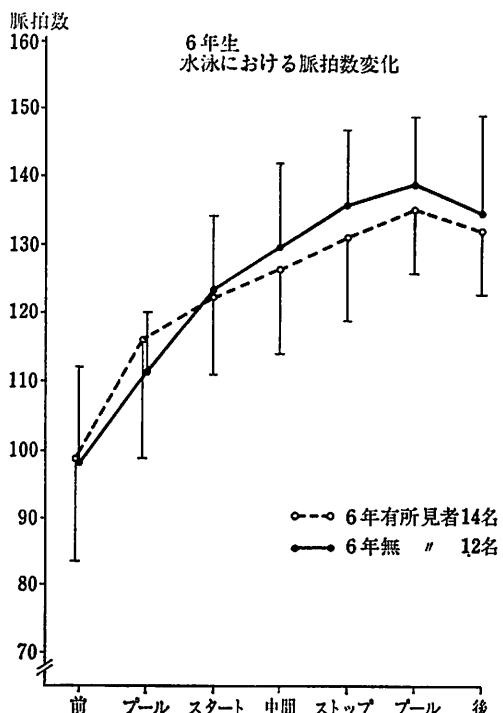
脈拍数が最高になった時であるが、これは脈拍数と運動による酸素消費量が相関している事より、脈拍数によって、ほぼ必要エネルギーが推定される。平均最高脈拍数は大体120～140／分の間にあり、無所見者の方が脈拍数は少ない。この事は、無所見者の方が平均ラップタイムも短かいという点を絡めて考えるならば、少ないエネルギーで効率的に運動しており、運動能力が高いといえよう。脈拍数から推定すると、この程度の水泳は、

表III-2 平均ラップタイムと最高脈拍数及び脈拍回復率

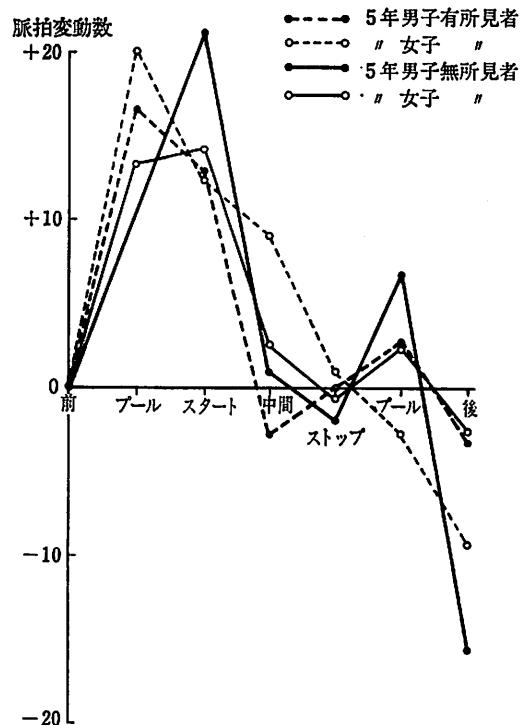
	平均ラップタイム		平均最高脈拍数		平均 脈 拍 回 復 率	
	有所見者	無所見者	有所見者	無所見者	有所見者	無所見者
5年生	男 98'' 06	77'' 62	133.8	131.9	23.9%	50.0%
	女 119'' 54	91'' 86	141.1	127.3	34.1%	24.1%
	5年生 111'' 73	83'' 85	138.5	129.9	30.4%	38.7%
6年生	男 152'' 82	108'' 16	136.0	136.5	12.7%	33.7%
	女 185'' 86	104'' 84	134.7	121.4	15.8%	3.8%
	6年生 169'' 34	106'' 26	135.3	127.9	14.4%	18.7%



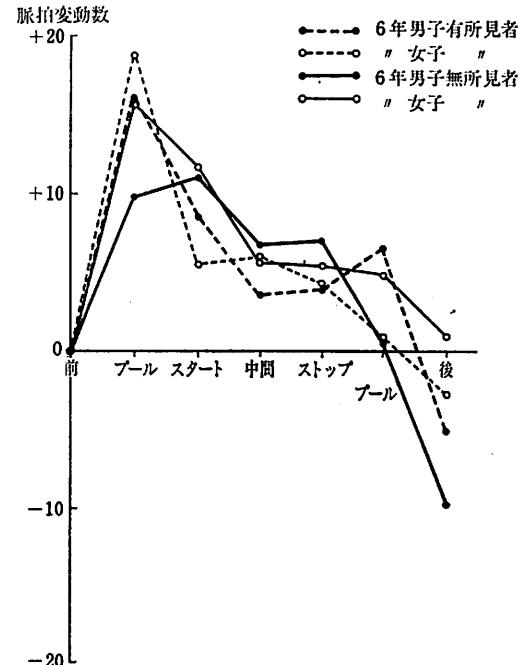
図III-5



図III-6



図III-7 5年生運動変化に伴なう脈拍数変動



図III-8 6年生運動変化に伴なう脈拍数変動

100mを全力で走った程度の運動にはほぼ相当する。平均脈拍回復率とは、脈拍数が運動後、ど

の程度まで運動前の脈拍数に戻っているかをみたもので、回復率が高いものほど余力があるといえる。これでみてみると、やはり無所見者の方が回復率が高い傾向にある。

2. 内分泌学的検討

方 法

千葉県習志野市立高等学校の男子バレー部員28名、女子バレー部員41名。検査前日午後9時より、経口摂取を中止し、翌朝午前9時に座位にて採血した。その後、朝食として400 Calを摂取させ、30分安静後に運動を開始した。運動は、指導教官の下で約2時間連続して行なった。練習終了後数分以内に座位にて採血した。練習前後の体重減少は、男子群で $1.14 \pm 0.44\text{kg}$ 、女子群では $1.40 \pm 0.33\text{kg}$ であった。

検査項目

内分泌系検査項目：アドレナリン、ノルアドレナリン、TSH、T₄、T₃、rT₃、インスリン、コチゾル、グルカゴン、HGH、アルドステロン

代謝系検査項目：血糖値、総コレステロール値、トリグリセライド、HDL—コレステロール値

その他：血算、検尿

結 果

1) 内分泌系検査項目（表III-3）

a) 甲状腺機能について

T₄は男性、女性両群において有意の上昇を認め、T₃・rT₃は女子群においてのみ有意の上昇を示したのに対して、TSHは全体としては有意の変動を認めなかった。しかしTSHにおいても、男子群で $4.4\mu\text{U}/\text{ml}$ から負荷後 $16.9\mu\text{U}/\text{ml}$ に、女子群で $0.7\mu\text{U}/\text{ml}$ から $13.0\mu\text{U}/\text{ml}$ 、 $0.6\mu\text{U}/\text{ml}$ から $18.6\mu\text{U}/\text{ml}$ 、 $2.3\mu\text{U}/\text{ml}$ から $14.4\mu\text{U}/\text{ml}$ と著増する例も散見することから、甲状腺自身、運動時の生体の変化に対して積極的な役割を果している可能性を示唆している。今回の対象群の中で明らかな甲状腺機能の異常を呈していたものはいなかった。

b) インスリン、グルカゴンについて

インスリン値、グルカゴン値共に両群において有意の上昇を認めた。一方血糖値においてもまた

有意の上昇を示したことから、運動時の血糖の維持はこれらのホルモンのみならず、他のストレスホルモンの影響もかなり受ける様である。又、運動の強さが異なれば、糖の消費も異なり、また異なる変化が得られるであろう。

c) コチゾル、アルドステロン、アドレナリン、ノルアドレナリンについて

これらのホルモンは血圧の維持に大きな役割を持ち、ショックや突然死に直接関係があると思われるホルモンである。コチゾル、ノルアドレナリンでは両群において有意の上昇を認め、アルドステロンは、女子群においてのみ有意の上昇があり、アドレナリンは、有意の一定傾向を認めなかった。これらのホルモンでは、+2 S. D. を越す高い値を示している例は散見するが、特に問題となると思われる-2 S. D. 以下の値を呈する様な症例は認められなかった。しかし全體としては有意の上昇を認めたコチゾルでも、男子例で $9.9\mu\text{g}/\text{dl}$ から $6.9\mu\text{g}/\text{dl}$ 、 $19.7\mu\text{g}/\text{dl}$ から $10.3\mu\text{g}/\text{dl}$ 、 $13.6\mu\text{g}/\text{dl}$ から $7.8\mu\text{g}/\text{dl}$ と負荷後に低下する例もあった。しかしそれストレスホルモン自体非常に変動するものであるし、低下した例の意味づけは難かしい。これらの値は、各個人の運動の強度によって異なるし、特に体重減少がより著しかった女子群では、負荷後著明な低下を示した例がほとんどみられなかった事は、運動の強さに応じてストレスホルモンはより多く分泌され、又生体も必要としているとも推測される。またこれらのホルモンの分泌不全状態があれば、強い運動のストレスに応じきれない状態にもなりうるであろう。

2) 代謝系検査項目および一般検査(表III-4)

a) ミオグロビンについて

両群において、負荷後に有意の上昇を示し、特に体重減少の多かった女子群で上昇の程度は著しかった。

b) トリグリセライド、総コレステロール、HDL—コレステロール、動脈硬化指数について

総コレステロール、HDL—コレステロールは女子群でのみ有意に上昇したが、動脈硬化指数で表現すると有意の変動はみられなかった。動脈硬化指数が高値であったものは、各1群名ずつ（男

表III-3 内 分 泌 系 検 査

項目 症 例	T S H		T ₄		T ₃		rT ₃		インスリン	
	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
男子バレーボール選手 27名										
1	8.1	12.0	6.8	8.2	130	141	281	294	7.0	7.8
2	4.0	1.7	8.0	8.8	140	138	291	293	7.3	7.1
3	5.8	6.2	5.6	6.6	115	116	213	232	2.4	6.6
4	5.0	2.3	6.9	8.2	120	124	320	272	6.5	12.8
5	4.4	16.9	6.8	8.2	128	134	232	265	4.8	7.9
6	4.6	9.6	7.3	8.4	124	131	274	289	6.0	8.6
7	2.6	7.1	8.6	9.3	144	146	348	367	8.6	8.8
8	6.8	1.8	6.2	7.0	132	162	224	246	6.3	10.3
9	2.6	1.7	7.9	8.4	142	142	308	310	4.1	4.6
10	4.4	3.1	5.6	6.2	114	122	264	308	7.3	9.2
11	4.9	4.0	7.9	8.1	134	134	269	290	6.2	8.3
12	3.0	1.4	8.4	8.7	145	160	294	280	4.8	7.3
13	2.5	3.0	9.2	10.0	135	147	354	324	7.0	8.5
14	5.4	5.1	7.1	8.1	129	135	225	216	7.9	8.4
15	1.6	5.0	9.3	8.8	124	125	335	325	8.3	9.8
16	5.5	1.1	7.7	7.8	125	127	281	279	8.8	7.0
17	2.1	8.0	8.1	8.3	148	149	293	282	5.4	7.8
18	1.7	8.7	8.2	9.1	149	158	356	344	6.2	4.8
19	0.3	7.7	7.9	8.6	139	152	317	247	4.7	10.2
20	4.0	2.2	6.6	7.0	140	136	261	271	6.8	9.6
21	4.2	8.3	5.9	6.4	120	131	181	194	5.0	2.7
22	4.6	6.6	7.5	8.6	143	152	261	330	9.3	23.6
23	13.4	13.4	8.3	9.6	152	151	329	333	5.5	10.8
24	6.8	6.1	7.1	8.4	136	157	336	345	7.6	4.9
25	15.5	10.8	8.1	9.4	132	133	343	326	6.3	14.7
26	7.2	4.4	7.1	8.2	139	147	266	268	6.6	7.3
27	2.5	6.0	8.7	9.3	168	163	317	298	2.3	7.4
平均 値	4.82 ± 3.3 $\mu\text{U}/\text{ml}$	6.08 ± 4.02 $\mu\text{U}/\text{ml}$	7.5 ± 0.99 $\mu\text{g}/\text{dl}$	8.29 ± 0.96 $\mu\text{g}/\text{dl}$	135.5 ± 12.2 ng/dl	141.2 ± 13.1 ng/dl	285.6 ± 47.3 pg/ml	289.9 ± 41.0 pg/ml	6.3 ± 1.7 $\mu\text{U}/\text{ml}$	8.8 ± 3.9 $\mu\text{U}/\text{ml}$
標準偏差										
有意 差				P < 0.01						P < 0.01

グルカゴン		H G H		cotisol		aldosterone		aorenalin		noradrenalin	
負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
78	136	1.2	2.1	10.7	13.9	118	77.2	0.01	0.01>	0.18	0.28
115	124	1.0	8.0	9.3	15.6	126	257	0.02	0.01>	0.14	0.26
115	178	6.5	9.2	10.6	10.0	64.4	116	0.01>	0.01>	0.09	0.31
110	117	2.6	7.7	8.1	12.3	147	122	0.01>	0.05	0.07	0.19
83	153	7.7	7.4	9.9	6.9	96.5	62.9	0.02	0.01	0.13	0.27
110	150	12.0	3.3	12.1	13.7	149	134	0.01>	0.02	0.15	0.33
55	147	2.4	3.4	11.5	11.4	105	89.5	0.01	0.01>	0.18	0.35
60	127	1.1	2.0	16.7	24.0	36.2	150	0.03	0.03	0.13	0.57
96	188	0.8	13.1	12.0	12.0	94.0	37.1	0.02	0.01	0.22	0.16
75	102	1.5	2.1	14.3	11.0	67.6	67.7	0.03	0.02	0.13	0.47
50	119	0.8	1.7	17.0	16.4	116	94.6	0.05	0.02	0.18	0.25
161	197	2.0	2.1	6.7	17.3	93.4	349	0.03	0.02	0.17	0.37
171	167	2.0	5.0	14.5	23.8	168	123	0.02	0.02	0.28	0.67
102	173	4.8	1.5	7.9	19.9	51.5	87.4	0.07	0.04	0.23	0.42
169	258	1.0	0.9	8.2	10.9	40.4	155	0.03	0.01>	0.15	0.13
87	144	4.9	1.2	11.3	15.2	111	51.1	0.03	0.01>	0.14	0.12
154	245	7.6	1.1	19.4	21.4	146	41.8	0.03	0.02	0.11	0.32
79	140	3.2	5.6	6.8	14.9	92.6	115	0.02	0.01>	0.14	0.37
65	101	1.6	16.4	8.8	11.4	144	156	0.04	0.05	0.31	0.82
97	170	1.8	6.6	19.7	10.3	218	96.4	0.05	0.02	0.19	0.36
70	146	6.1	2.5	10.0	11.8	100	130	0.03	0.06	0.10	0.39
52	93	3.0	2.7	19.5	25.6	209	322	0.07	0.24	0.31	4.8
153	259	10.9	4.8	13.6	7.8	168	224	0.09	0.03	0.14	0.25
89	165	3.7	4.9	8.1	19.3	120	204	0.03	0.02	0.11	0.20
131	221	3.0	8.0	15.6	22.2	84.4	277	0.02	0.04	0.20	0.93
56	98	6.9	14.9	10.0	16.8	81.1	243	0.03	0.03	0.14	0.65
80	87	2.2	23.7	13.1	18.5	56.5	228	0.03	0.05	0.20	1.39
96.7 ±36.9 pg/ml	155.7 ±48.4 pg/ml	3.9±3.0 ng/ml	6.0±5.5 ng/ml	11.9 ±3.9 μg/dl	15.3 ±5.1 μg/ml	109.9 ±46.5 pg/ml	148.5 ±85.9 pg/ml	0.03 ±0.021 ng/ml	0.03 ±0.045 ng/ml	0.167 ±0.062 ng/ml	0.579 ±0.888 ng/ml
	P<0.01				P<0.01						P<0.05

項目 症例	TSH		T ₄		T ₃		rT ₃		インスリン	
	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
女子バレーボール選手 41名										
1	0.7	13.0	6.7	7.4	120	155	273	265	7.3	8.0
2	1.9	3.1	6.3	6.4	118	129	172	185	8.2	2.8
3	0.7	2.2	6.4	6.7	125	141	202	218	8.5	18.9
4	4.7	3.0	7.9	9.3	155	174	234	251	7.7	22.0
5	2.1	3.6	8.8	10.1	131	185	222	292	7.1	9.7
6	0.6	18.6	6.5	7.6	101	130	240	276	5.8	8.2
7	4.0	4.7	7.3	8.2	119	148	200	238	7.5	19.8
8	11.6	5.8	6.1	7.4	123	143	187	249	6.8	13.9
9	0.1	4.2	7.2	9.3	122	150	258	301	6.5	7.5
10	3.7	5.5	7.9	9.1	125	144	313	353	8.4	10.6
11	7.7	6.3	7.0	8.1	105	119	319	382	8.6	15.3
12	3.6	6.3	6.3	7.5	102	142	236	268	7.0	16.5
13	3.6	9.0	6.7	7.9	127	132	253	314	5.9	6.3
14	2.3	6.1	8.5	10.8	121	151	310	396	7.2	4.2
15	12.3	5.8	8.0	8.9	145	168	213	260	13.0	13.0
16	2.3	14.4	8.1	8.8	115	141	280	300	13.4	10.4
17	11.4	4.9	8.7	8.8	133	144	270	310	11.8	12.7
18	7.9	9.2	7.3	8.3	111	132	384	390	8.3	7.5
19	3.3	7.3	7.7	8.8	135	144	293	348	8.7	11.1
20	4.6	6.5	7.6	8.7	135	166	277	298	8.4	24.0
21	7.3	9.7	6.6	7.4	127	154	276	267	11.9	15.6
22	6.9	5.0	7.1	8.0	132	148	239	277	9.8	18.2
23	3.5	5.1	5.8	7.0	123	126	174	214	8.4	9.3
24	2.9	6.4	5.1	5.3	95	108	201	201	8.6	11.6
25	2.8	1.4	5.7	7.6	121	143	194	231	9.7	8.6
26	4.6	0.5	6.8	8.5	126	142	288	304	5.6	9.9
27	3.7	5.7	6.6	9.2	135	151	231	293	11.5	15.7
28	3.6	8.0	8.7	10.8	138	156	329	400	10.7	12.1
29	8.0	4.7	7.2	8.3	124	141	273	303	9.4	19.2
30	6.1	10.3	3.6	4.4	75	91	143	194	10.0	23.0
31	5.6	9.0	6.5	7.7	143	170	182	239	8.2	19.3
32	4.3	1.6	7.0	7.3	119	140	189	197	8.5	14.1
33	2.4	1.0	8.4	9.0	129	139	236	257	6.0	6.4
34	5.8	0.6	5.3	5.6	103	115	199	178	9.1	23.4
35	3.2	2.4	7.6	8.1	120	116	221	225	8.0	12.5
36	8.9	1.3	9.3	8.8	130	133	290	253	10.7	15.5
37	4.0	1.1	6.9	7.7	110	120	231	235	8.0	7.7
38	3.9	1.8	7.2	7.3	113	122	219	216	8.8	11.0
39	3.4	3.4	7.5	8.1	132	129	291	267	10.2	22.6
40	0.2	4.0	6.3	6.6	131	124	227	187	8.9	12.2
41	3.9	3.4	5.9	5.6	98	100	219	193	9.1	17.9
平均 値	4.49	5.51	7.03	7.96	121.8	139.2	243.6	268.8	8.7±1.9	13.4±5.5
標準偏差	±2.98	±3.89	±1.12	±1.35	±15.0	±19.4	±50.2	±60.1	μU/ml	μU/ml
有意差				P<0.01		P<0.01		P<0.05		P<0.01

グルカゴン		H G H		cotisol		aldosteone		adenalin		noadrenalin	
負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
122	118	1.4	5.6	9.2	16.8	279	474	0.01>	0.01>	0.05	0.54
78	74	9.4	13.4	6.6	22.0	248	259	0.01>	0.01>	0.09	0.51
65	86	6.7	6.9	13.8	18.7	147	184	0.04	0.04	0.14	0.51
57	50	6.6	5.8	8.7	21.5	112	235	0.03	0.04	0.22	0.67
63	106	2.5	2.5	9.4	18.7	61.5	102	0.01>	0.05	0.1	0.81
64	71	5.0	3.8	8.1	14.2	76.7	168	0.03	0.03	0.1	0.68
136	162	10.6	4.2	14.3	21.2	87.8	236	0.01>	0.02	0.18	0.45
108	168	10.9	2.2	6.1	29.8	90.2	376	0.02	0.01	0.07	0.31
133	193	2.6	8.9	17.2	28.5	100	301	0.01>	0.02	0.11	0.59
96	110	2.1	3.4	8.1	22.1	220	726	0.03	0.02	0.13	0.66
219	325	2.9	10.9	13.8	22.4	40.5	124	0.01>	0.01	0.11	0.55
101	160	1.3	11.5	14.7	26.7	56.5	143	0.02	0.01	0.18	0.42
62	97	9.3	6.3	7.2	12.7	54.6	209	0.01>	0.01>	0.1	0.29
71	130	1.6	3.9	11.1	25.9	51.5	215	0.01>	0.02	0.13	0.81
78	105	6.4	2.4	10.0	26.2	81.7	304	0.01>	0.02	0.16	0.43
110	201	3.2	10.1	6.9	28.7	58.7	311	0.01>	0.06	0.14	0.59
75	98	2.3	2.4	9.3	17.2	54.7	137	0.01>	0.01	0.14	0.36
209	532	7.4	3.0	12.2	34.4	60.6	216	0.01	0.04	0.19	1.44
109	191	11.5	1.8	8.8	22.2	84.2	200	0.01>	0.01>	0.17	0.2
236	256	3.5	2.3	21.7	20.7	216	411	0.02	0.01>	0.19	0.8
76	115	5.4	11.3	19.6	29.0	124	360	0.03	0.01	0.18	0.55
52	96	1.7	2.1	18.0	19.4	235	421	0.02	0.01>	0.13	0.32
102	207	1.0	3.7	15.8	18.9	105	143	0.01>	0.01	0.07	0.5
175	262	3.4	6.1	12.7	24.7	147	311	0.05	0.05	0.17	0.46
90	207	1.2	6.9	6.3	14.2	74.9	165	0.02	0.02	0.15	0.44
73	116	2.0	6.8	8.0	17.9	82.9	241	0.02	0.01>	0.17	0.50
60	129	3.4	11.0	9.7	24.7	172	380	0.03	0.01>	0.16	0.30
134	216	2.8	3.4	9.6	19.5	67.4	333	0.02	0.03	0.17	0.50
71	115	4.4	6.3	8.1	15.6	33.4	89.1	0.02	0.01>	0.11	0.17
103	150	1.4	3.2	12.8	21.0	92.6	346	0.03	0.07	0.22	0.67
76	103	2.6	2.9	13.4	10.8	170	67.3	0.03	0.03	0.10	0.25
103	165	6.4	3.5	10.5	28.1	51.2	342	0.02	0.03	0.11	0.33
59	88	2.1	3.2	9.2	14.1	84.7	513	0.02	0.02	0.13	0.38
103	154	3.0	7.6	7.5	12.8	87.8	506	0.03	0.02	0.11	0.26
106	148	2.3	4.9	11.3	17.6	47.8	443	0.03	0.01>	0.10	0.33
132	182	1.7	3.5	11.8	15.8	35.6	317	0.01	0.02	0.10	0.25
206	282	2.4	3.2	8.0	23.9	55.7	341	0.02	0.04	0.10	0.42
81	113	2.8	13.8	9.3	12.3	82.2	348	0.02	0.01>	0.20	0.96
92	137	5.3	6.8	10.8	35.7	220	1059	0.04	0.02	0.14	0.57
121	224	4.3	6.4	5.5	10.9	63.6	256	0.01>	0.01>	0.13	0.16
66	120	7.6	6.4	13.0	10.9	95.5	243	0.04	0.05	0.14	0.25
104.2 ±46.4 pg/ml	160.1 ±85.4 pg/ml	4.3±2.9 ng/ml	5.7±3.3 ng/ml	10.9 ±3.8 μg/dl	20.7 ±6.4 μg/ml	105.1 ±64.5 pg/ml	321.0 ±184.4 pg/ml	0.017 ±0.015 ng/ml	0.020 ±0.019 ng/ml	0.136 ±0.041 ng/ml	0.492 ±0.242 ng/ml
P<0.01		P<0.05		P<0.01		P<0.01		P<0.01		P<0.01	

表III-4 生化学検査および一般検査

項目 症例	血 色 系		ヘマトクリット		血 糖	
	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
男子バレー部 27名						
1	1.61	17.0	46.4	48.4	81	85
2	—	16.5	—	48.1	81	82
3	14.3	14.3	41.8	41.3	86	108
4	14.8	14.9	43.8	43.4	81	96
5	15.4	16.2	44.9	46.7	90	104
6	—	16.3	—	46.7	82	98
7	—	15.9	—	47.3	78	89
8	14.9	16.4	43.2	47.6	82	113
9	15.4	16.4	45.9	48.5	77	79
10	16.5	17.7	46.5	49.9	89	106
11	14.7	14.7	43.0	43.6	91	108
12	15.0	15.8	43.4	45.8	77	96
13	16.1	16.2	46.1	46.4	81	115
14	9.1	9.5	28.6	29.9	90	112
15	14.8	15.3	43.1	44.9	84	100
16	15.3	15.3	45.3	43.8	86	74
17	15.6	16.8	44.9	48.7	78	88
18	16.3	17.2	46.7	49.0	83	86
19	14.3	14.8	42.2	43.3	90	136
20	16.1	16.1	46.3	47.6	102	91
21	14.4	14.9	42.2	43.3	80	91
22	15.3	15.4	44.1	45.2	94	156
23	15.1	15.6	43.7	45.6	91	92
24	14.6	15.3	42.9	44.0	79	89
25	14.1	15.0	41.1	44.8	79	136
26	13.1	14.5	38.0	42.4	88	109
72	14.7	15.7	43.3	46.7	87	127
平均 値	g/dl 14.8±1.4	g/dl 15.5±1.5	% 43.3±3.7	% 45.3±3.8	mg/dl 84.7±6.0	mg/dl 102.5±19.0
標準偏差						
有 意 差				P<0.01		P<0.01

トリグリセライド		総コレステロール		HDL—コレステロール		動脈硬化指数		ミオグロビン	
負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
66	128	221	230	42	43	4.3	4.3	15.9	22.8
116	193	162	170	42	40	2.9	3.3	18.3	28.7
77	163	146	159	41	43	2.6	2.7	12.2	15.0
77	127	157	161	45	45	2.5	2.6	10.0	14.7
37	93	115	123	37	44	2.1	1.8	21.5	23.4
57	88	202	207	48	54	3.2	2.8	16.8	22.9
40	65	160	172	53	50	2.0	2.4	28.2	37.1
97	211	158	187	48	55	2.3	2.4	19.4	33.3
83	175	141	149	38	39	2.7	2.8	22.1	21.8
82	135	106	115	39	42	1.7	1.7	20.9	38.1
57	157	132	141	41	40	2.2	2.5	18.6	21.0
55	102	142	159	37	39	2.8	3.1	17.6	21.0
61	96	173	181	55	59	2.1	2.1	24.9	77.6
44	77	136	136	46	45	2.0	2.0	14.3	22.5
32	65	141	147	45	45	2.1	2.3	14.3	16.5
51	109	163	159	47	46	2.5	2.5	11.3	10.2
75	123	169	181	38	40	3.5	3.5	15.4	18.1
48	89	148	165	49	54	2.0	2.1	15.5	34.1
49	83	156	163	51	55	2.1	2.0	16.0	21.5
42	54	155	164	45	49	2.4	2.3	10.9	18.7
56	92	163	181	46	50	2.5	2.6	9.1	21.8
75	175	138	150	42	43	2.3	2.5	13.5	24.1
58	89	161	169	50	51	2.2	2.3	16.6	15.1
49	95	156	177	50	61	2.1	1.9	35.1	65.3
41	78	146	158	50	56	1.9	1.8	20.4	39.9
31	65	119	134	56	65	1.1	1.1	13.5	46.7
40	64	125	138	55	61	1.3	1.3	20.9	39.3
mg/dl 59.1±20.6	mg/dl 110.7±43.4	mg/dl 151.5±43.4	mg/dl 162.1±24.2	mg/dl 48.7±7.6	mg/dl 45.8±5.7	mg/dl 2.35±0.63	mg/dl 2.39±0.65	mg/dl 17.8±5.8	mg/dl 20.1±15.5
									P<0.01

項目 症例	血 色 素		ヘマトクリット		血 糖	
	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
女子バレーボール部 41名						
1	14.5	16.0	41.9	46.2	79	117
2	14.3	14.9	41.8	43.4	83	109
3	8.2	8.6	26.3	27.6	96	139
4	9.5	10.2	29.6	31.5	93	145
5	12.8	13.9	37.9	41.0	82	98
6	12.6	12.6	37.5	37.5	93	105
7	10.7	11.4	34.5	36.1	90	98
8	12.5	13.8	36.3	39.6	88	109
9	13.4	15.1	38.9	43.1	92	114
10	13.8	14.9	41.0	44.1	89	97
11	11.3	12.9	33.8	39.6	88	91
12	10.6	11.3	31.3	33.6	97	128
13	12.8	13.7	38.7	40.5	86	97
14	13.1	14.9	38.6	43.8	85	86
15	14.1	15.2	42.7	45.5	93	113
16	13.1	14.1	39.3	42.6	101	126
17	12.8	13.1	37.4	37.4	88	95
18	11.8	13.7	35.3	40.3	84	90
19	13.3	13.8	38.9	40.4	84	89
20	13.8	14.4	41.1	43.0	83	122
21	13.3	14.2	39.4	41.8	95	107
22	13.4	14.5	38.7	41.4	90	94
23	12.5	13.5	36.7	39.8	87	94
24	12.7	12.9	27.8	38.7	88	89
25	12.9	13.6	38.0	39.8	93	85
26	12.9	13.8	38.1	41.2	90	66
27	13.5	14.6	39.6	42.0	85	99
28	13.0	14.2	38.6	42.3	91	99
29	12.9	13.3	37.8	38.4	97	91
30	12.9	14.0	38.8	41.0	85	92
31	13.2	13.5	39.0	39.1	90	112
32	14.4	15.1	42.0	44.3	78	98
33	13.3	13.4	37.5	38.6	86	95
34	14.2	14.7	42.3	42.9	84	82
35	12.7	13.5	38.9	40.5	84	95
36	14.7	15.3	42.4	43.6	96	102
37	12.7	13.7	35.4	37.3	84	96
38	10.5	11.1	32.2	33.7	91	102
39	10.4	11.3	31.8	34.6	91	116
40	12.7	12.7	38.0	37.2	87	90
41	12.3	12.5	36.8	36.5	90	91
平均 値 標準偏差	mg/dl 12.7±1.4	mg/dl 13.5±1.5	% 37.6±3.6	% 39.8±3.8	mg/dl 88.7±5.1	mg/dl 101.5±15.4
有意 差				P<0.02		P<0.01

トリグリセライド		総コレステロール		HDL—コレステロール		動脈硬化指数		ミオクロビン	
負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
62	135	157	181	56	67	1.8	1.7	21.6	33.3
88	221	168	188	58	61	1.9	2.1	17.3	21.6
45	99	159	179	62	71	1.6	1.5	15.9	22.2
38	94	165	184	63	69	1.6	1.7	17.3	25.3
38	89	163	197	54	69	2.0	1.9	12.7	29.7
36	74	122	139	46	63	1.7	1.2	22.6	79.7
30	65	141	158	46	52	2.1	2.0	9.9	25.1
76	143	175	201	54	65	2.2	2.1	11.1	20.7
46	75	160	192	47	60	2.4	2.2	12.4	41.0
42	69	164	180	62	71	1.6	1.5	18.2	36.7
69	112	137	160	46	54	2.0	2.0	20.2	75.4
73	135	152	170	50	58	2.0	1.9	20.2	94.0
42	142	148	170	66	75	2.5	1.3	16.7	45.7
71	170	119	152	54	65	1.2	1.3	12.6	42.8
60	126	140	169	55	63	1.5	1.7	16.3	38.0
72	170	169	195	65	72	1.6	1.7	17.2	53.3
97	126	130	140	45	47	1.9	2.0	16.4	38.8
72	87	209	250	72	82	1.9	2.0	22.0	90.6
45	104	135	146	56	65	1.4	1.2	15.5	24.7
60	109	162	186	58	69	1.8	1.7	19.3	49.8
43	105	143	162	51	54	1.8	2.0	17.8	65.3
71	105	121	136	42	48	1.9	1.5	13.1	34.0
57	101	145	158	54	63	1.7	1.5	18.0	52.6
72	92	180	190	63	67	1.9	1.8	20.8	55.5
85	155	193	208	58	60	2.3	2.5	13.6	30.0
44	64	145	166	66	81	1.2	1.0	12.1	56.0
58	101	164	186	51	59	2.2	2.1	19.1	41.6
46	78	120	141	42	50	1.9	1.8	15.2	41.3
71	105	157	162	57	64	1.8	1.5	28.6	59.8
63	137	157	177	54	70	1.9	1.5	13.1	46.6
56	112	152	159	50	56	2.0	1.8	11.3	16.6
91	158	145	155	47	52	2.1	2.0	12.3	35.3
47	107	213	225	68	75	2.1	2.0	12.8	29.1
73	108	188	195	64	68	1.9	1.9	12.4	27.2
39	104	189	207	55	57	2.4	2.6	16.0	31.4
49	80	157	169	47	49	2.3	2.4	11.9	23.1
81	134	164	186	37	39	3.4	3.8	13.7	32.7
48	68	170	182	53	63	2.2	1.9	12.2	32.2
25	47	121	134	57	65	1.1	1.1	13.5	36.2
64	80	203	200	74	71	1.7	1.8	13.6	19.1
73	125	189	184	59	54	2.2	2.4	15.2	30.6
mg/dl		mg/dl		mg/dl		mg/dl		mg/dl	
59.0 ± 17.6	108.1	158.3	176.1	55.2 ± 8.4	62.4 ± 9.4	1.92 ± 0.40	1.84 ± 0.48	15.9 ± 3.9	41.1 ± 18.8
	± 33.8	± 24.1	± 24.7						
P < 0.01		P < 0.01		P < 0.01					P < 0.01

子例、女子例3,4)認めた。高い動脈硬化指数は、当然冠動脈硬化症の危険因子となりうるであろう。これらの2例においても、心電図、胸部レントゲンでは特に異常は認めなかった。

c) 血算について

ヘマトクリットは両群において有意の上昇を認めたが、その程度は特に問題となる程のものではない。男子群で1名、女子群で2名、貧血(10 g/dl以下)を認めた。

d) 尿所見について

女子群で1名が負荷後に血尿が出現した。尿蛋白は、男子群では9名(うち3名は強陽性化)、女子群で14名(うち1名が強陽性化)が負荷後に陽性化したが、沈渣では異常が認められた例はいなかった。

考 按

1) 循環器系

今回調査を実施した時期は、昨年度とほぼ同じで、高校生、小学生とともに7月の夏休み中である。高校生群は男女ともに合宿が続いた頃のもので、特に女子は全国大会直前の猛練習中であり、かなりの運動負荷になっているものと思われる。しかし今年度の調査においても、運動に耐えられなかつたものは1名もいなかった。小学生群については、夏休み期間中の水泳授業を利用し、あらかじめリストアップしておいた児童が参加してきた時に、授業の始まる前、事前によく説明してから行なった。このためリストアップしていても参加しなかつたものがかなり出てしまった。

高校生群では昨年度とほぼ同じ運動内容、同じ対象群を調査する事により、昨年度の成績とも比較した。昨年度と大きく違う点は、今年度は練習中の水分摂取を禁じた事である。今回も特に運動を中止しなければならない異常を示したものはないかった。大きく男性群と女性群とで比較してみると、運動が厳しい女性群の方が、異常所見を示すものが多く、運動量と循環器異常所見は当然の事ながら相関していた。不整脈に関しては、その頻度は昨年と変わらないものではあるが、心室調律の1例を除いては、2年連続ひっかかったものはないかった。心室調律例は生來のものか、スポーツ心によるものかは決められないが、心室調律自

体は一般的に問題ないものと考えられている。この例も頻脈になると正常洞調律に戻っている。断層心エコー図では左室腔の拡大が認められるが、昨年とほぼ同じで進行性の拡大は認められず、左心機能も正常であった。ただなかには心機能が徐々に低下している例も報告されているので、一概に運動選手に時にみられる調律で問題なしとかたずける事は危険であり、定期的なチェックが必要である。左室拡大例は昨年の4名とあまり変らず、3名であった。このうち2名は昨年もひっかかっており、断層心エコー図検査を行なっている。この結果は1年間で有意の拡大の進行はみられず、大体変りなしであり、左心機能は正常であった。ただ心拡大の1例は心室調律があり、2例はII, III・aVFのST-T低下という虚血性変化を示している。この事は心拡大が単なるスポーツ心とかたずける事はできず、やはり過激な運動時には、十分冠血流量がまかなわれないために、一過性の心筋の虚血性変化を呈したとも考えられる。この状態が永く続く程、心筋の障害が出てきて、左心機能の低下をまねく危険性が高くなる。今回の調査で女子の1人に重大な心筋異常を思わせる心電図変化を呈した例が認められた。今回は、昨年度と違って練習中の水分摂取を禁止しており、人によってはかなりの脱水状態を示している。運動後にII・III・aVFの深いQ波と、II・III・aVF・V₄～V₅でのT波の平低化という心筋障害を考えさせる変化を示した女子例は、体重が2kg減少し、ヘマトクリット値が4.2%上昇していた。この事から脱水状態における運動負荷が、電解質のバランスを乱すとともに、心筋の乳酸蓄積や変化、血液濃縮による虚血といったものをきたし、この様な心電図異常をもたらしたらしたものとも推測される。この例はその後の運動負荷試験、断層心エコー図でも異常なく、昨年の練習中も水分摂取していた時の調査では異常なかった。この事は運動中における脱水状態は心筋にとって危険であり、適切な運動と水分摂取に十分留意する必要がある。過去における運動中の水分摂取禁止という事は誤りである。

今回は新たに、小学生児童について水泳中の心電図を検討してみた。今回の調査により、十分に

水泳中でも検討にたえうる心電図波形がとれる事がわかった。水泳の心電図を検討するにあたり、顔色が悪いとか、疲れ易いとかいう問題児や心臓手術後の者と、まったく健康には問題のない者とで比較してみた。

脈拍数の変化が一番大きいのはやはり水中に入った時である。この事は水泳における注意点としては、水に対する皮膚反応が自律神経を刺激する時が最も脈拍が変動する事より、いきなり水中に飛びこませるという事は、できるだけ避けるということである。また水中に入った時、迷走神経反射にて脈拍数が減少してしまう者は、不定愁訴のある者の方に存在するであろうと予想していたが、逆に無所見者の方に存在してしまった。この事はあくまで推測であるが、不定愁訴のある者は、緊張型であるといえるのではないだろうか。

有所見者と無所見者を比較してみると、両者における明らかな差は、運動能力の差である。有所見者は運動が下手であり、適応能力に関して劣っていると考えられる。

水泳の学童管理における位置は、100m走ったのとほぼ同じであり、更に長距離泳げば、陸上における疾走距離と相当させられる。水泳中における心電図ST-T変化や不整脈の出現をみてみたが、虚血性変化を思わせるST-T低下を呈したものや、不整脈がみられたものはなかった。ただ運動が最も激しい時には、基線が動いてしまうため、脈拍以外の検討は不可能であった。

今後、一応水泳中における心電図がとれる事が分ったので、症例数をふやすとともに、水泳距離も長くして、なるべく長時間記録して、検討していく事が必要であろう。

2) 内分泌代謝系

今年度の調査目的としては、昨年度とほぼ同じ運動内容、同じ対象群を調査することにより、昨年度調査した項目のうち変化のあったものを再確認することと、それ以外には運動というストレスに対し、生体がどの様な反応を示すかを調べる目的で、いわゆるストレスホルモンの変動を中心検討した。

甲状腺機能では、T₄では両群で、T₃、rT₃は体重減少の激しかった女子群で有意に上昇した。ま

たTSHでは、全体としては有意の変動はなかったが、負荷後にかなり上昇した例が散見する事から、甲状腺自身運動時のストレスに対して大きな働きを有している可能性を示唆した。

インスリンとグルカゴンは血糖の維持に関しては、互いに相反する働きをもつものが、両者共に上昇した。昨年度も同じ傾向であった事から、今回の運動負荷の程度ではやはりインスリンは上昇すると思われ、他の抗インスリン作用のあるストレスホルモンの動きと併せて更に検討する必要があると思われる。血糖値からみると両群とも有意の上昇を示していることから、作用としてはグルカゴン優位と思われる。しかし女子群の1名において、90mg/dlから66mg/dlと負荷後に著明に低下した例もあり、運動時のストレスの程度により、異なった結果となる可能性がある。

コーチゾル、アルドステロン、アドレナリン、ノルアドレナリン等のいわゆるストレスホルモンは測定の状態によりかなり変化する可能性があるが、コーチゾル、ノルアドレナリンでは、両群で有意の上昇を認めるなど運動負荷時には、かなり積極的な役割を持っていると思われ、これらのホルモンの分泌不全状態にある場合は、注意を要すると思われる。

まとめ

運動中の突然死の原因をさぐる目的で、昨年にひき続き、昭和57年8月27日市立習志野高校バレーボール部、男子27名、女子41名について、循環器と内分泌の両面から検討を行なった。また昭和57年7月29日から8月7日区立宮前小学校5年生27名、6年生26名について、水泳中の心電図をとり、脈拍数の変動を検討した。

1) 高校生群における循環器学的検討の結果は、練習の厳しい女子群に異常が多く認められた。期外収縮は7名(0.09%)であり、全員女性である。うち上室性が5名おり、運動後には消えている。心室調律例が1名おり、左室拡大が認められた。他に左室拡大例は2名おり、いずれも女性で、運動後に虚血性変化が認められている。1例著明な心筋障害を思わせる症例を経験したが、脱水によるものとも考えられ、運動時における水分摂取も重要な問題であるといえる。

2) 内分泌学的検討としては、甲状腺機能、種々のストレスホルモンの変動を中心に行なった。その結果、これらのホルモンは、運動によってもかなり変動する事から、これらのホルモンの分泌不全が疑われる場合には、十分注意する必要があると思われた。

3) 水泳中の無線による心電図分析は十分可能

であり、その結果は次の通りである。脈拍数変動が最も大きいのは水中に入った時であり、5年生30m、6年生45mの水泳は、陸上での100mの走行に相当する。

いわゆる不定愁訴などのある有所見者群は、運動が下手であり、不効率に運動エネルギーを使っているため、運動能力が劣っている。

IV 長距離競歩に伴う血中ホルモンの動態

執筆者 兵頭常一¹⁾
 研究協力者 入江実¹⁾ 難波修¹⁾
 伊原利和¹⁾
 村山正博²⁾
 川原貴³⁾

はじめに

我々は56年度日本体育協会スポーツ科学研究所において、運動による事故防止に関する研究の第一報として、「長距離走行に伴う、血中ホルモンの動態」について検討した結果を報告した。この研究により判明した興味ある事実の一つは長距離走行により、インスリンを除く多くの血中ホルモンが著しく増加することであった。これは20kmの長距離を分速283~202mと云うハイピッチで走行すると云うストレスに伴う内分泌臓器の反応あるいは運動に伴う血液循環の亢進による内分泌臓器の灌流血液量の増大などの因子と共に、夏の炎天下を水分の補給なしで走行したための脱水の影響などの因子が関与しているものと推定される。この点を更に検討するため、今回は長距離競歩の被験者を対象とし、運動の強度を減じた場合の影響、水分の補給を行って脱水の影響を少なくした場合の血中ホルモンの分泌動態をみようとした。

方 法

対象はトレーニングを重ねている、男性3名でその内訳は表IV-1の如くであった。日本体育協会

スポーツ科学研究所所有のトレッドミルを用い、分速160mの定速度で2時間にわたる競歩を行わせ、その直前、直後に採血を行ったが、この競歩実験を更に水分摂取の有無により下記の3群に分け、3名に各々3回、計9回の競歩実験について検討した。水分摂取の条件は、(1)水分を全く摂取しない場合(Controlと略)、(2)水を任意に摂取させた場合(Ad libと略)——表IV-1にみられるように水分摂取量は480~1390mlであった。(3)水を一定量(1500ml)飲ませた場合に分け、各被験者は競歩実験を3回行うに当って1日以上平均3日の間隔をあけて行った。トレッドミルを設置している部屋の気温は25℃、湿度は60%の条件下に調節された。運動の強度は表IV-1に示すように $\dot{V}O_{2\text{max}}$ 60.8~64.7 ml/kg·min であった。採血量は1回当たり22mlで、この血液について表IV-2に示されるような血液学的、生化学的検査および血中ホルモンの定量を行った。

結 果

測定の結果は、水分摂取の条件により3群に分け、各群における個々の被験者のデータとその平均(X)および標準偏差(SD)を表IV-3、IV-4

表IV-1

被験者	年令 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	$\dot{V}O_{2\text{max}}$ (ml/kg/min)	水分摂取量(ml)		
					Water 1500ml	Ad lib	Control
K・S	33	176	63	60.8	1,500	480	0
K・O	19	166	53	64.7	1,500	1,250	0
J・E	19	181	59	61.6	1,500	1,390	0

¹⁾ 東邦大学医学部第一内科

²⁾ 関東通信病院

³⁾ 東京大学医学部第二内科

表IV-2

血液学的検査	
1.	赤血球数 (RBC)
2.	ヘモグロビン (Hb)
3.	ヘモトクリット (Ht)
4.	白血球数 (WBC)
5.	血小板数 (Plat)
生化学的検査	
1.	血清総蛋白 (TP)
2.	GOT
3.	GPT
4.	乳酸脱水素酵素 (LDH)
5.	遊離脂肪酸 (FFA)
6.	ミオグロビン
血中ホルモンの定量	
1.	成長ホルモン (GH)
2.	プロラクチン (PRL)
3.	テストステロン
4.	アドレナリン (Aと略)
5.	ノルアドレナリン (NAと略)
6.	血漿レニン活性 (PRA)
7.	アルドステロン (ALDSと略)
8.	コーチゾール (CORTと略)
9.	副腎皮質刺激ホルモン (ACTH)
10.	トリヨードサイロニン (T_3)
11.	インスリン (IRI)
12.	グルカゴン (GLUCと略)

および図IV-1, IV-2, IV-1にまとめた。この結果を要約すると次の如くとなる。

1. 血液学的検査については、競歩の前後で比較すると白血球数が約2倍の增多を来たしているが、水分摂取の有無による差はみられない。その他の検査項目についても人数が少ない上凝固などでデータが不揃いのため、統計学的処理は出来ないが、一定の傾向はみられないようである。

2. 生化学的検査については、競歩の前後で変動したものはTP, FFAおよびMyoglobinであった。之を水分摂取の有無で検討すると、例えば水1500ml群とControl群を比較すると、前値の平均が同一のため運動後のデータをpaired t testでみると差ありとした場合の危険率は $P < 0.095$ で有意差はみられなかった。他のデータも全て同

様で、水分摂取の有無による差はみられない。

3. 血中ホルモンのデータをみると、図IV-2でみられるように競歩後に増加しているものが多い。すなわち GH, PRL, Testosterone, PRA, Aldosterone, Cortisol, ACTH および Glucagon は明らかに増加した。之に対しトリヨードサイロニン (T_3) は運動の前後で変化はなく、またインスリン (IRI) は明らかな低下がみられ、運動後の値は測定感度の下限の値を示している。

4. 血中ホルモンの競歩前後による変動を水分摂取の有無による3群の分類で比較すると図IV-2, IV-3でみられるように、その変動の程度に明らかな差はなく、統計学的にも水分摂取の有無による有意差はみられなかった。

考 察

今回の長距離競歩は160m/分の速度で2時間行ったため約20kmの競歩であり、之を昨年度の20km走行実験のデータと対比してみると、興味ある所見が得られた。運動の強度と云う観点からみると、20km走行では、 $VO_2 \text{ max}$ は計測されていないが、走行に較べると競歩の方が運動の量は少ないと云えるであろう。競歩を行った被験者は運動直後には著明な発汗を伴っており、当然かなりの脱水を伴うと考えられる。しかし今回のデータをみる限り明らかな血液濃縮の所見は認められず、血中総蛋白の濃度の変動も水分摂取の有無による差が認められなかった。従って今回企図した脱水の影響による血中ホルモンの変動については結論を出すことは出来ない。脱水あるいは血液濃縮による影響をみるために競歩よりもより激しい運動負荷を行う必要があると考えられる。

競歩実験の前後において、血中 Myoglobin は平均2.7倍の増加を来たしたが、20km走行後には4.1倍の上昇がみられており、血中 Myoglobin の増加率は運動負荷の程度の指標として最も鋭敏な検査の一つと云えよう。運動後の血中ホルモンの増加は競歩と走行ではほぼ同様の傾向がみられ、調べ得た殆んど全てのホルモンは増加した。ただし T_3 は不变で、IRI は競歩後に低下を示し、之も走行後の変化と同様のパターンであった。図IV-4は運動後の血中ホルモンの増加率を20km走行と競歩とで比較したもので、運動前を100として

表IV-3 競技における水分補給実験

Condition	Subj	TP g/dl		GOT u/ml		GPT u/ml		LDH u/ml		FFA mEq/l	
		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Water 1500ml	KS	7.6	7.6	19	9*	5	4	520	333*	0.20	1.14
	KO	7.0	7.8	11	12	5	8	308	362	0.22	1.09
	JE	6.0	7.1	9	12	8	5	239	266	0.25	1.28
	X	7.1	7.3	13	11	6.1	5.7	355.7	320.3	0.22	1.17
	SD	0.5	0.4	5.3	1.7	1.6	2.1	146.4	49.2	0.03	0.10
Water Ad lib	KS	8.0	7.7	4*	9	4	5	510*	495	0.56	1.96
	KO	6.8	7.5	13	10	5	3	265	361	0.18	1.43
	JE	6.6	7.5	6	16	5	5	271	336	0.36	0.98
	X	7.1	7.6	7.7	11.7	4.7	4.3	348.7	397.3	0.37	1.46
	SD	0.8	0.1	4.7	3.8	0.6	1.2	139.8	85.5	0.19	0.49
Control	KS	7.4	7.8	8	11	5	5	333	348	0.17	0.92
	KO	7.2	8.0	4	7	6	6	332	371	0.67	1.45
	JE	6.8	7.6	10	26*	7	5	264	溶血	0.26	0.94
	X	7.1	7.8	7.3	14.7	6	5.3	309.7		0.37	1.10
	SD	0.3	0.2	3.1	10.0	1	0.6	39.6		0.27	0.30
Water 1500ml	Subj	RBC($\times 10^4$)		Hb(g/dl)		Ht(%)		WBC		Plat($\times 10^4$)	
		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
	KS	380	396	12.5	13.0	37	39	4100	8000	12.4	16.0
	KO	444	480	14.0	15.0	43	46	4600	11000	21.0	20.0
	JE	511	534	15.6	16.3	47	48	6200	11200	19.1	21.0
Water Ad lib	X	445	470	14.0	14.8	42.3	44.3	4967	10067	17.5	19.0
	SD	65.5	69.5	1.6	1.7	5.0	4.7	1097	1793	4.5	2.6
	KS	420	400	13.3	17.9	42	40	4200	6200	146	15.2
	KO	—	445	—	14.1	—	42	—	9300	—	18.0
	JE	504	542	15.6	16.6	46	49	5200	116.0	15.4	20.4
Control	X	462.3	—	14.5	—	43.7	—	9033	—	17.9	—
	SD	72.6	—	1.9	—	1	4.7	—	2710	—	2.6

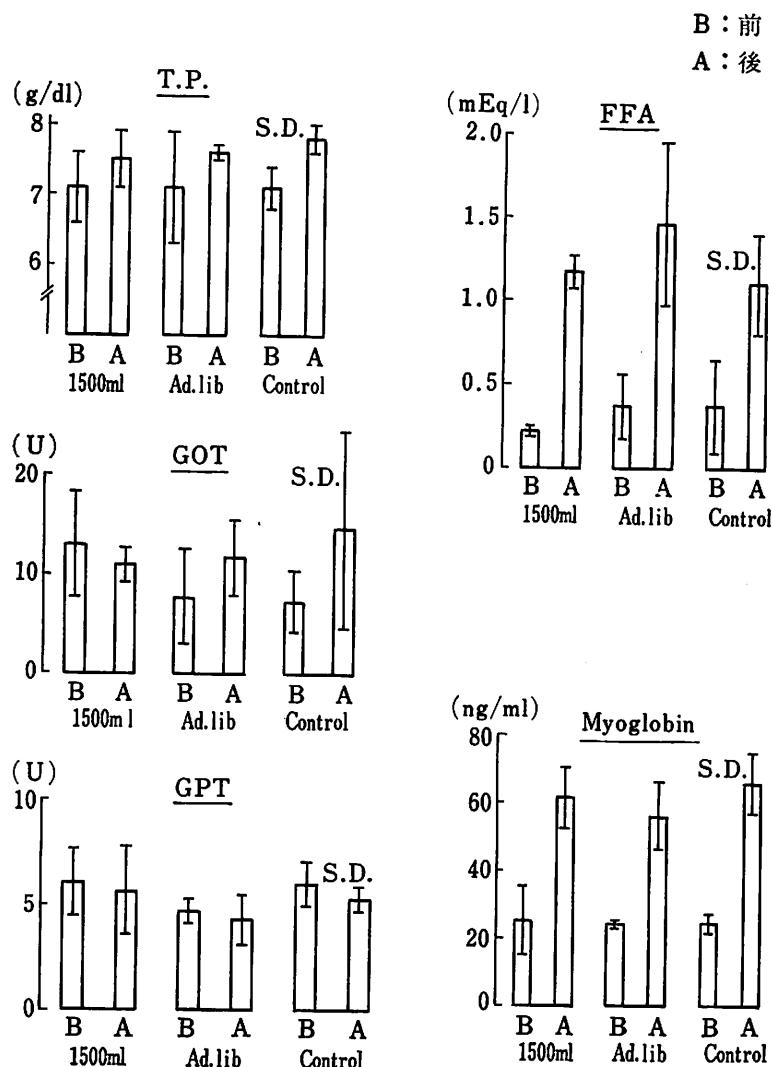
Comment * 溶血の影響

表IV-4 競技における水分補給実験

Condition	Subj	PRA ng/ml/ha		ALDS pg/ml		CORT μg/dl		ACTH pg/ml		T ₃ RI ng/ml		IRI-II μU/ml		GLUC pg/ml		
		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	
Water 1500ml	K S	1.8	4.4	80.2	111	6.4	15.5	19	40	1.3	1.3	23	5.0	63	82	
	K O	2.4	6.2	61.5	188	6.7	16.1	18	44	1.1	1.0	31	5.0	39	70	
	G E	4.6	6.8	181	500	12.2	19.6	10	39	1.4	1.4	3.1	5.0	46	80	
	X	2.9	5.8	107.6	266.3	8.4	17.1	15.7	41	1.3	1.2	19.0	5.0	49.3	77.3	
	S D	1.5	1.2	64.3	206.0	3.3	2.2	4.7	2.6	0.2	0.2	14.3	0	12.3	6.4	
Water Ad lib	K S	4.4	7.4	77.1	114	7.1	18.9	10	28	1.2	1.1	8.4	5.0	82	116	
	K O	2.8	4.0	86.5	262	9.9	15.9	11	46	1.1	1.1	49	5.0	52	60	
	J E	3.6	14.0	163	634	13.2	24.5	33	42	1.4	1.5	25	5.0	60	97	
	X	3.6	8.5	108.9	346.7	10.1	19.8	18	38.7	1.2	1.2	27.5	5.0	64.7	91	
	S D	0.8	5.1	47.1	255.7	3.1	4.4	13	9.5	0.15	0.23	20.4	0	15.5	28.5	
Control	K S	1.6	2.6	88.2	108	9.8	1702	10	46	1.4	1.3	7.3	5.0	81	74	
	K O	4.4	11.2	87.3	171	14.6	23.5	14	73	1.1	1.1	18	5.0	70	93	
	J E	7.0	17.8	152	536	13.1	17.7	10	57	1.5	1.6	44	5.8	48	43	
	X	4.3	10.5	109.2	271.7	12.5	19.5	11.3	58.7	1.3	1.3	23.1	5.3	66.3	70	
	S D	2.7	7.6	37.1	231.1	2.5	3.5	2.3	13.6	0.2	0.2	18.9	0.5	16.8	25.2	
Water 1500ml	Condetoin	GH ng/ml		PRL ng/ml		Myoglobin ng/ml		TS ng/ml		A ng/ml		NA** ng/ml				
		Before	Aftar	Before	Aftar	Before	Aftar	Before	Aftar	Before	Aftar	Before	Aftar	Before	Aftar	
	K S	0.9	6.7	15	25	37	58	2.9	4.1	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下		
	K O	7.8	10	14	13	18	54	5.8	8.1	0.02 以下	0.02 以下	0.02 以下	0.02 以下	0.02 以下		
	J E	6.4	20	10	43	21	71	8.4	11.0	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下		
	X	5.0	12.2	13	27	25.3	61	5.7	7.7							
	S D	3.6	6.9	2.6	15.1	10.2	8.9	2.8	3.5							
Water Ad lib	Control	K S	2.1	3.2	12	19	23	50	4.2	1.5*	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	
		K O	1.7	5.8	10	11	24	50	4.4	5.7	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	
		J E	7.7	9.5	11	35	25	67	9.6	16.0	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	
		X	3.8	6.2	11	21.7	24	55.7	6.1	7.7						
		S D	3.4	3.2	1	12.2	1	9.8	3.1	7.5						
Control	K S	3.1	9.4	15	17	27	56	6.2	9.7	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下		
	K O	1.8	8.0	6.4	8.6	24	73	5.3	7.0	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下		
	J E	2.8	2.1	11	29	21	66	7.4	13.0	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下		
	X	2.1	6.5	10.8	18.2	24	65	6.3	9.9							
	S D	0.7	3.9	4.3	10.3	3	8.5	1.1	3.0							

Comment * 再度検査予定

** カラコールアミン保存期間の影響

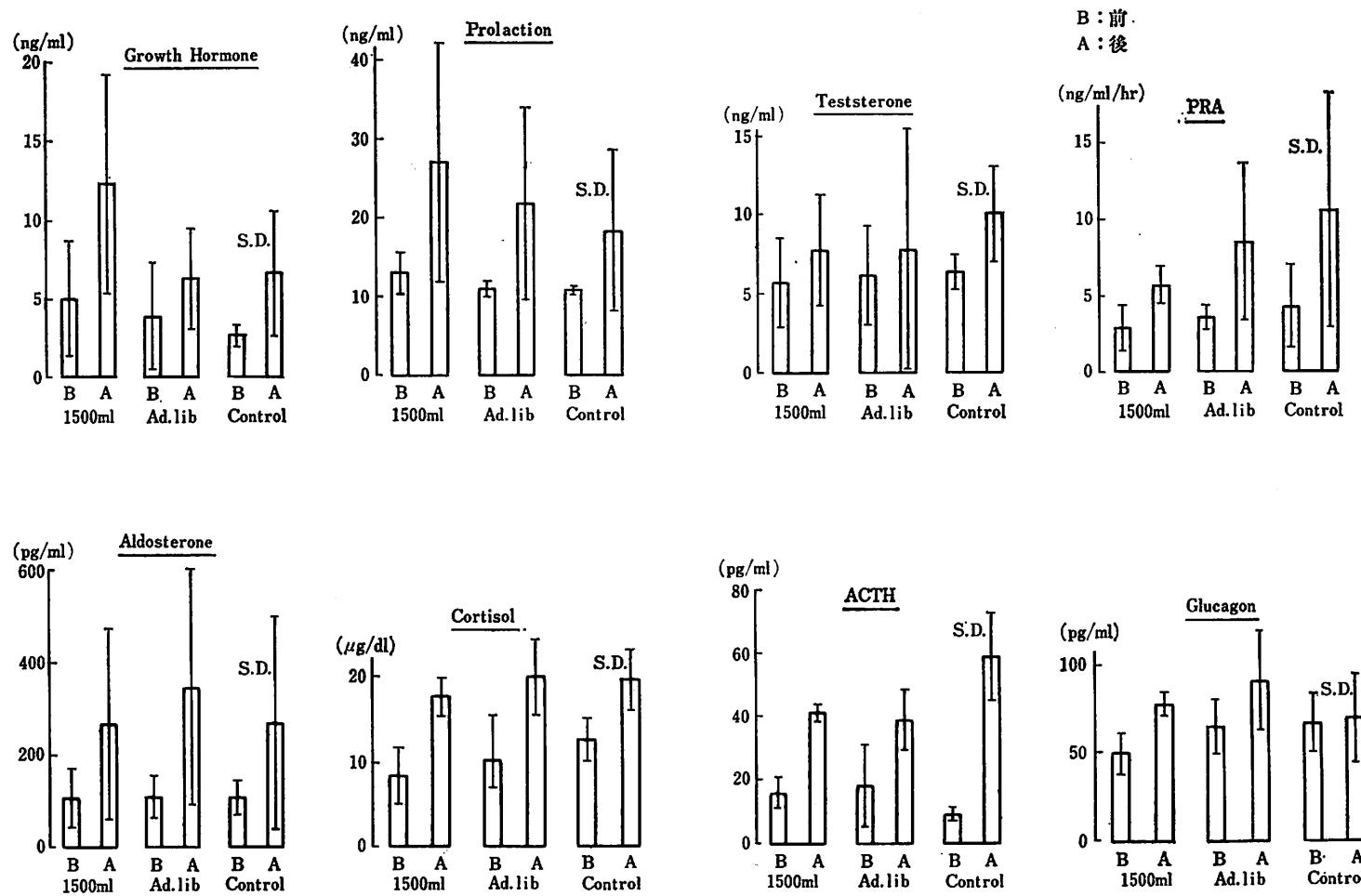


図IV-1 長距離競歩前後における血液生化学検査値の変動

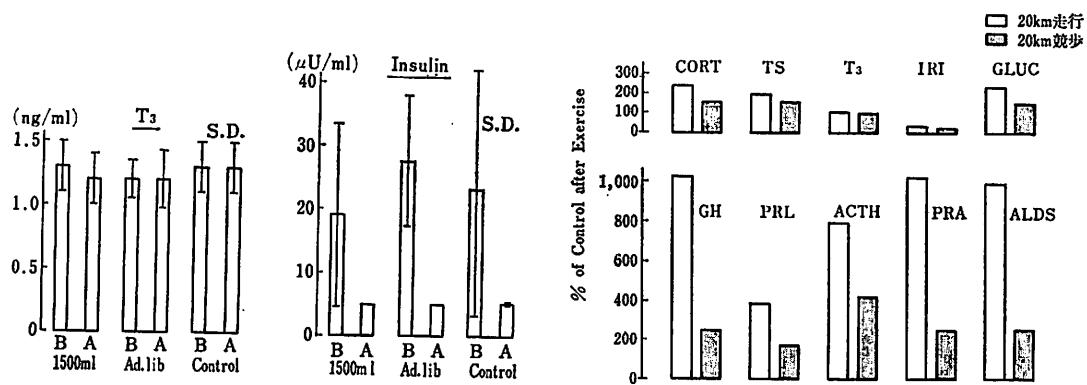
運動後の値を百分率で図示した。図で明らかなように走行に較べると競歩の方が増加率は低く、特に下段に示すG H, P R L, A C T HおよびP R A, A L D Sでその差が著しく、これらのホルモンは運動の強度を反映するものと考えられる。なお今回測定したアドレナリンおよびノルアドレナリンは全例著しい低値を示したが、之は採血後測定までに約1ヶ月を要し血漿保存中の低下と考えられたため、このデータについては検討を加えなかった。

結語

- 3名の男性被験者を対象とし、20km競歩前後に血液学的、生化学的、内分泌的検査を行い、さらに運動中の水分摂取の有無による差異を検討した。
- 20km競歩では運動の前後で脱水の影響は明らかでなく、水分摂取の有無による検査データの有意差はみられなかった。
- 血中 Myoglobin の増加は運動負荷の強度を反映する鋭敏な指標である。



図IV-2 長距離競歩前後における血中ホルモンの変動



図IV-3 長距離競歩前後における血中ホルモンの変動

4. 長距離競歩により増加したホルモンは、GH, PRL, ACTH, PRA, ALDS, CORT, TSおよびGLUCであり、T₃は不变で、IRIは運動後に低下を示した。

5. とくにGH, PRL, ACTH, PRAおよびALDSは競歩後の増加よりも走行後の上昇が著明であり、これらのホルモンは運動の強度を反映するものと考えられる。

V 長距離走行に伴う血中ホルモンの動態（第2報）

執筆者 兵頭常一¹⁾
研究協力者 入江実¹⁾ 難波修¹⁾
伊原利和¹⁾
村山正博²⁾ 坂本静男²⁾
松浦宏明²⁾
川原貴³⁾

はじめに

我々は56年度日本体育協会スポーツ科学研究報告において、表題のテーマの第一報を報告したが、その骨子は(1)20 km の走行により各種血中ホルモンが著しく増加すること、(2)走行速度の速速で比較すると、ある種のホルモンの分泌動態が異なること、(3)体調が悪く完走出来なかった者は、ストレスに拮抗するホルモンの分泌が悪いこと、の3点であった。以上の3点は興味ある所見であり、特に第3点は運動による事故の原因の一つに内分泌学的因子が関与する可能性を示唆すると思はれるため、この点を更に検討すべく、下記の研究を立案した。

方 法

健康で且つ或る程度トレーニングを積み重ねている男子大学生・陸上競技部員20名を対象とした。年令は19~23才、平均20.0才であった。走行実験は昭和58年2月27日、小金井市の東京学芸大学のグラウンドに於て一周400 mのトラックを用いて行われた。当日の天候は晴、気温8.9℃の条件下で、走行中水分の補給は行われなかった。採血は走行前(AM10時)、AM11時にスタート後10kmに達した時点で第2回目、20km走行直後に第3回目の採血が行われた。1回当たりの採血量は12 mlであった。なお20名中4名は完走出来ず途中で中止したが、この4名については中止時点での第3回目の採血を行った。血液はEDTA-2 Na入りの試験管に採血され、攪拌後4℃に保存、4

時間以内に遠心分離した血漿を-20℃に凍結保存し、1週間以内に測定に供せられた。測定はSpecial Reference Laboratory(本社東京都新宿区西新宿2-4-1新宿NSビル22F)に依頼した。被験者の内訳を表V-1に、測定されたホルモンの項目を表V-2に示す。なお一部の検体については得られた血漿量が少く、全ての項目を測定出来なかっただけで、測定項目の優先順位をつけ、表V-2の番号順とした。従って優先順位最下位のPRAについてはn=9となった。測定データの有意差検定はPaired t testによった。

結 果

20名中16名が完走し、表V-1にみられるように、No.5, No.9, No.16, No.20の4名が途中で落した。このうちのNo.5被験者は走行を中止した時点で顔面蒼白、脈拍微弱など前ショック状態を思はせる所見がみられたが、安静臥床のみで自然に回復した。No.9および16も体調が悪く中止となつたが、一般状態に著変はみられなかった。このうちNo.16は10km地点でdrop outとなつたため、この被験者に関しては第3回目の採血は行われなかつた。No.20については膝関節痛のため走行不能となつたものであるが、この被験者が落伍するに至った理由は前3者とは異なるため、このケースを除外し前3者と完走者とを対比して検討した。表V-3から表V-6までに10項目の血中ホルモンの測定値とその平均および標準偏差を示す。この表ではA走行前、Bは10km走行時、Cは20km走行後の血中ホルモンの値を示した。この10項目の血中ホルモンの変動をグラフ化したものが図V-1, V-2である。図でA群とB

¹⁾ 東邦大学医学部第一内科

²⁾ 関東通信病院

³⁾ 東京大学医学部第二内科

表V-1 被験者の一覧

No.	年 令 (才)	身 長 (cm)	体 重 (kg)	20km 走行 前後の体重差	記 録	備 考
1	19	175.0	62.9	+ 0.1	1° 6'54"	
2	19	175.0	62.3	- 1.0	1° 6'49"	
3	19	166.0	53.0	- 1.5	1° 7'49"	
4	23	164.0	60.6	- 1.3	1° 8'26"	
5	20	170.0	61.8	—	—	17.2km で中止
6	21	170.0	55.4	- 1.2	1°12'47"	
7	20	169.0	59.1	- 1.5	1°14'40"	
8	20	170.5	61.4	- 1.3	1°14'47"	
9	19	169.8	53.8	- 0.1	—	16km で中止
10	21	177.8	59.9	- 1.6	1°10'24"	
11	19	170.0	57.0	- 0.2	1°16'03"	
12	20	174.0	62.3	- 1.5	1°16'03"	
13	21	168.0	60.2	- 1.5	1°16'04"	
14	21	178.9	59.4	- 1.0	1°16'02"	
15	21	167.2	60.6	- 1.4	1°16'02"	
16	19	167.8	53.3	- 1.0	—	10km で中止
17	19	168.0	61.5	- 1.3	1°21'19"	
18	19	168.0	63.5	- 0.8	1°17'53"	
19	20	171.8	60.4	- 1.5	1°19'57"	
20	20	169.5	54.4	- 0.7	—	16.4km で中止 (膝関節痛のため)
	平均 20.0 SD ±1.0	170.5 3.76	59.1 3.32	- 0.93 ± 0.74		

表V-2 測定したホルモン

1. 副腎皮質刺激ホルモン (ACTH)
2. コーチゾール
3. アドレナリン
4. ノル・アドレナリン
5. 成長ホルモン (G.H.)
6. インスリン (IRI-2 抗体法)
7. 遊離サイロキシン (Free T₄)
8. テストステロン
9. アルドステロン
10. 血漿レニン活性 (PRA)

群、B群とC群およびA群とC群の間に有意差ありとした場合の危険率をPで表わした。図の棒グラフに重なる shadow は正常の基準値を示す。この結果を要約すると次の如くとなる。

- 1) 走行前の採血において、血中ホルモンが正常値以上の値を示したものがみられた。その件数は、ACTH (4/20), Cortisol (10/20), GH (11/19), Aldosterone (2/19) であり、

走行前のウォーミング・アップの程度が関与しているものと思はれる。

- 2) 血中ホルモンの変動については、四つのパターンに分けられた。

(i) 前、10km, 20km と血中ホルモンが有意に増加したもの (図V-1)

ACTH

Cortisol

Adrenalin

Noradrenalin

Aldosterone

(ii) 走行前から 10kmまでの間に著明に増加するが、そこで plateau 達し、10kmから20kmの間に有意の増加がみられないものの (図V-2)。

G H

P R A

(iii) 全経過を通じて血中ホルモン値が変化しなかったもの (図V-2)。

表V-3 20km 走行前・中・後の血中ホルモンの変動

被験者	1. ACTH [pg/ml]			2. Cortisol [μg/dl]			3. Adreralin [ng/ml]		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	74	177	266	16.1	29.1	34.6	0.02	0.10	0.23
2	23	37	53	12.2	15.1	18.1	0.01以下	0.06	0.09
3	22	62	103	15.4	18.4	27.7	0.01以下	0.10	0.05
4	61	77	105	11.0	21.9	27.7	0.01以下	0.07	0.28
5	34	131	287	19.7	20.7	30.8	0.01以下	0.18	0.65
6	16	22	35	17.9	23.6	27.5	0.02	0.10	0.16
7	10以下	32	57	10.7	23.5	29.2	0.02	0.12	0.72
8	60	132	190	24.1	25.3	34.2	0.04	0.18	0.65
9	12	79	127	10.4	22.9	30.3	0.02	0.21	0.83
10	42	66	107	15.3	19.6	26.8	0.01	0.17	0.36
11	155	222	399	10.3	13.8	21.4	0.03	0.11	0.51
12	23	27	100	22.0	17.0	25.2	0.02	0.10	0.29
13	46	53	85	10.3	16.4	22.0	0.01以下	0.06	0.20
14	10以下	24	109	8.5	13.7	22.4	0.01以下	0.02	0.25
15	235	261	273	9.5	13.6	19.8	0.01以下	0.08	0.19
16	15	32	—	16.9	10.8	—	0.03	0.03	—
17	228	361	405	14.0	27.0	39.3	0.01以下	0.07	0.41
18	80	132	167	9.2	21.9	32.0	0.02	0.10	0.86
19	118	98	206	20.1	21.7	26.5	0.01以下	0.09	0.23
20	61	89	116	18.4	22.6	29.8	0.03	0.08	0.25
N	20	20	19	20	20	19	20	20	19
平均	66.3	105.7	167.9	14.60	19.93	27.65	0.018	0.102	0.379
S D	67.9	89.9	110.7	4.68	4.94	5.42	0.009	0.050	0.249

A = 走行前, B = 10km 走行地点, C = 20km 走行直後

表V-4 20km 走行前・中・後の血中ホルモンの変動

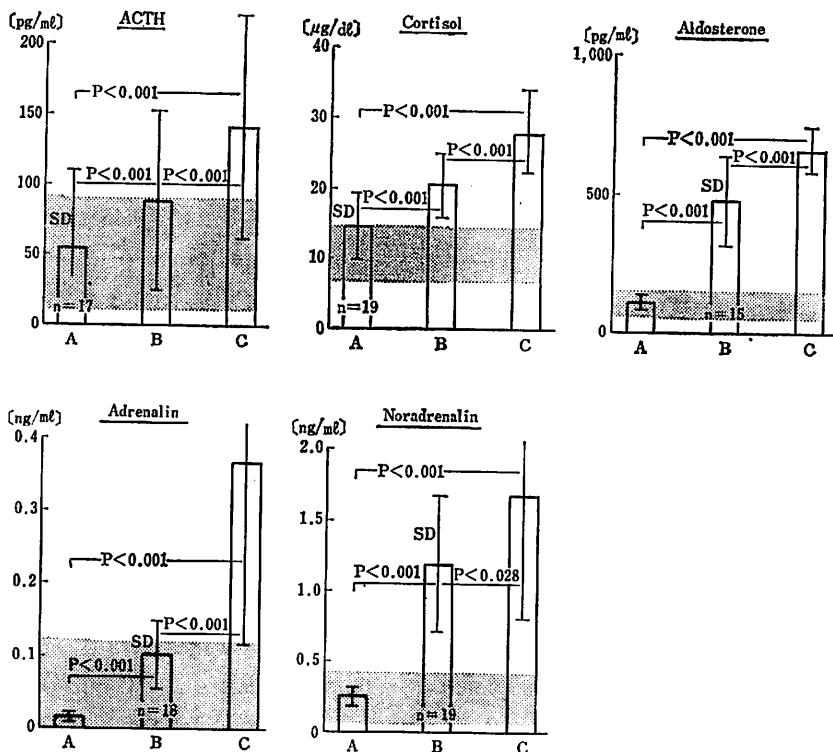
被験者	4. Nor Adrenalin [ng/ml]			5. GH [ng/ml]			6. IR I-II [μ U/ml]		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	0.16	0.50	1.20	9.6	32	33	18	40	11
2	0.33	1.2	0.68	—	—	—	—	—	—
3	0.31	1.82	0.73	3.4	46	32	35	11	20
4	0.26	0.91	1.15	1.5	39	44	19	5.0	5.0
5	0.30	1.88	1.18	7.1	41	47	15	25	5.0
6	0.34	1.01	0.72	2.2	47	46	8.2	5.0	5.0
7	0.27	1.93	2.92	13	33	48	19	5.0	5.0
8	0.21	1.40	1.46	8.8	30	33	13	5.0	5.0
9	0.31	1.69	1.21	9.9	43	40	7.4	5.0	5.0
10	0.24	1.30	2.04	27	40	39	25	5.0	5.0
11	0.23	0.86	2.76	13	16	35	14	5.0	5.0
12	0.41	1.24	2.93	12	18	17	17	5.0	5.0
13	0.24	0.58	1.14	2.0	27	24	9.2	5.0	5.0
14	0.28	0.52	1.56	0.6	24	45	19	5.0	5.0
15	0.22	0.72	1.38	1.9	18	15	23	6.2	5.0
16	0.20	0.63	—	5.2	27	—	12	8.6	—
17	0.12	1.00	1.28	1.9	17	21	15	5.0	5.0
18	0.18	0.97	2.50	3.8	34	56	61	5.0	5.0
19	0.24	1.95	3.57	8.5	16	15	17	5.0	5.0
20	0.37	1.05	1.23	16	25	25	10	5.0	5.0
N	20	20	19	19	19	18	19	19	18
平均	0.261	1.162	1.665	7.76	30.2	34.7	18.78	8.46	6.17
S D	0.072	0.484	0.858	6.61	10.5	12.2	12.13	8.97	3.73

A = 走行前, B = 10km 走行地点, C = 20km 走行直後

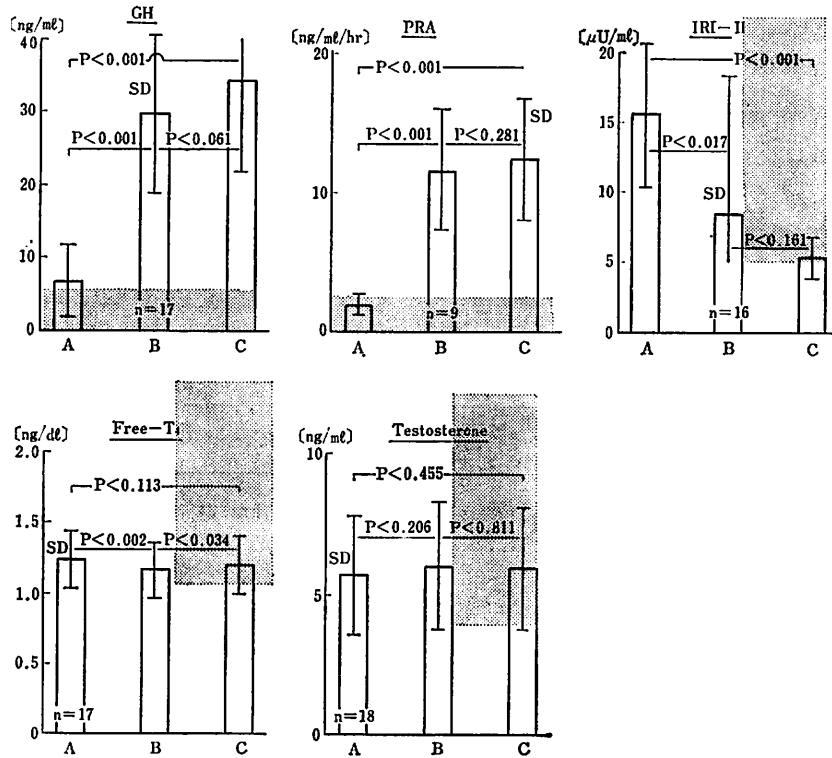
表V-5 20km 走行前・中・後の血中ホルモンの変動

被験者	7. Free-T4 [ng/dl]			8. Testosterone [ng/ml]			9. Aldosterone [pg/ml]		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	1.41	1.31	1.34	5.0	6.5	5.8	92.1	653	690
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1.34	1.29	1.15	8.0	10.0	10.0	94.3	743	720
4	—	—	—	7.3	5.4	6.5	114	323	637
5	1.52	1.24	1.31	7.8	7.6	6.7	116	243	528
6	1.11	0.99	1.01	6.5	7.1	5.9	115	306	625
7	0.95	0.90	0.88	4.0	4.6	5.5	125	375	577
8	1.07	0.90	0.99	4.5	5.6	5.8	143	629	695
9	1.31	1.33	1.42	5.8	5.8	9.5	129	469	523以上
10	1.55	1.40	1.46	5.3	6.8	5.7	66.6	435	800
11	1.20	1.12	1.27	5.7	5.7	4.8	42.4	95.1	201
12	1.55	1.58	1.58	10.0	10.0	9.2	163	468	570
13	1.21	1.22	1.24	4.5	5.6	6.2	140	420	683
14	1.34	1.30	0.40	6.2	4.5	4.1	86.2	363	658
15	0.94	0.88	0.89	7.2	8.7	6.8	210	485	593
16	1.30	1.20	—	7.7	10.0	—	166	654	—
17	0.99	1.01	1.05	1.2	1.5	1.9	95.8	608	635
18	1.12	1.09	1.15	4.8	5.4	5.8	74.3	353	714
19	1.25	1.09	1.07	2.3	1.4	1.9	387	890	990
20	1.24	1.17	1.22	6.5	6.4	5.2	124	739	800以上
N	18	18	17	19	19	18	19	19	18
平均	1.244	1.168	1.202	5.81	6.24	5.96	130.7	486.9	646.6
S D	0.192	0.189	0.203	2.07	2.42	2.16	73.2	198.4	157.7

A = 走行前, B = 10km 走行地点, C = 20km 走行直後



図V-1 長距離走行前、中、後における血中ホルモンの変動



図V-2

表IV-V-6 20km 走行前中後の血中ホルモンの変動

被験者	10. PRA [ng/ml/hr]		
	A	B	C
1	—	—	—
2	—	—	—
3	1.0	19.0	17.8
4	—	—	—
5	2.9	11.8	14.2
6	2.3	7.4	8.8
7	2.3	13.6	13.0
8	2.0	12.6	11.0
9	—	—	—
10	—	—	—
11	1.0	3.8	5.2
12	—	—	—
13	—	—	—
14	1.6	11.8	12.2
15	—	—	—
16	—	—	—
17	3.0	15.0	19.2
18	—	—	—
19	1.4	9.8	9.8
20	—	—	—
N	9	9	9
平均	1.94	11.64	12.36
S D	0.75	4.37	4.37

A=走行前, B=10km 走行地点

C=20km 走行直後

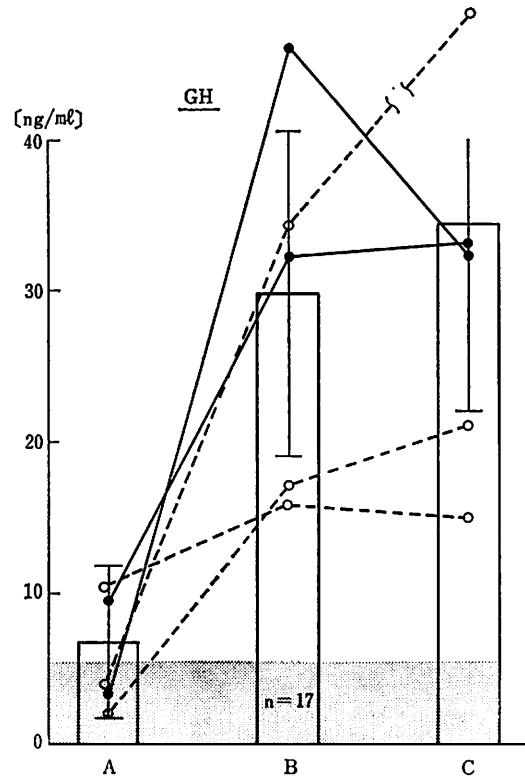
Free T₄

Testosterone

(iv) 経時的に血中濃度が低下したもの(図V-2) I R I

3) 走行速度の速い者(No.1, 3—実線)と遅い者(No.17, 18, 19—点線)とをGHの変動に関して比較したものが図V-3である。図で明らかなように、両者の間に一定の関係はみられなかった。他のホルモンについても検討したが同様に関連はみられなかった。

4) 走行中に体調が悪くなり途中で落伍した四名の血中ホルモンの変化をみたものが図V-4, V-5である。膝関節痛のため完走出来



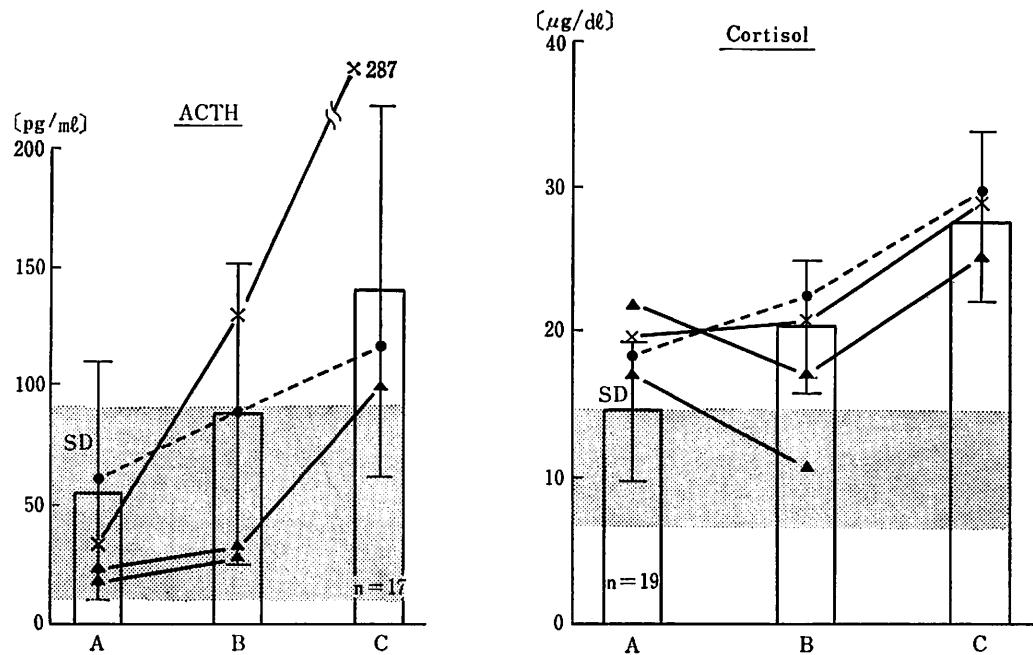
図V-3

なかつた No.20 のデータは点線で、Preshock を来たした No. 5 は×印実線で、他の 2 名は▲印実線で示した。4名中2名は10km地点での ACTH の増加率が少なくこの2名の Cortisol は10km 地点で前値より低値を示している。Cortisol が走行前より低下したのは 20例中この2名だけであった。Adrenalin に関する No.16 が前値から10km地点にかけて増加がみられない点が注目される。Adrenalin が走行後に増加しなかったのは 20例中 1名のみであった。なお Noradrenalin については一定の関係はみられなかった。

考 按

今回の走行実験により多くの事実が判明した。これらのデータをもとに、昨年度の第一報のデータと対比しつつ考察すると、次のようなことが云えるであろう。

1) 今回の走行実験では、Cortisol, GH の半数, ACTH の 20%, Aldosterone の 10% が走行前の採血において正常上限を超える値を



図V-4

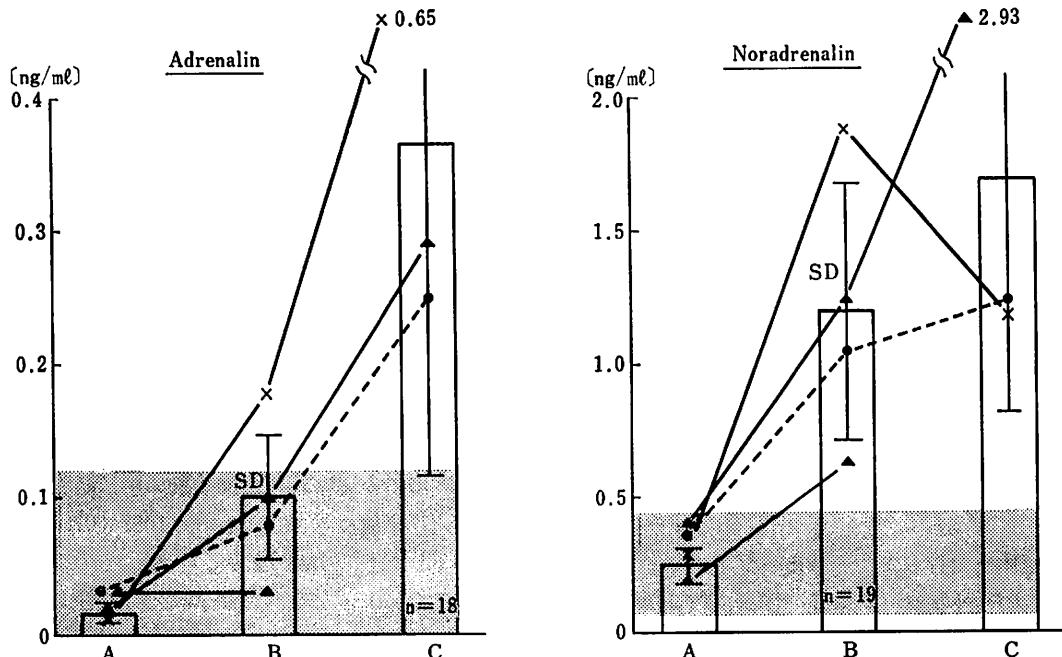
示した。今回の被験者は実験当日、各自自宅よりグラウンドに集合し、適宜ウォーミングアップを行い、スタート直前に前採血が行われている。之に対し昨年度の実験においては全員合宿中で、起床直後に前採血を行ったため、早朝練習を行った数名を除いて殆んど全てのホルモンが正常範囲内であった。この種の走行実験を行うに行う当っては前採血の時刻、条件の設定には特に留意すべきであり、可能な限り合宿中のような条件を設定し易い対象を選び、早朝空腹時の採血が望ましい。

2) 走行に伴う血中ホルモンの変動については興味あるパターンがみられた。すなわち、抗ストレスホルモンである ACTH, Cortisol, Adrenalin, Noradrenalin および Aldosteron に関しては走行前の値よりも 10 km 時点の値が著明に増加し、更に 10 km よりも 20 km 走行後の方が有意の高値を示し、走行と云うストレスに関しては時間ないし走行距離の函数で血中の抗ストレスホルモンが増加することが判明したが、この所見は第一報の走

行実験とほぼ同一の結果であった。

3) GH および PRA の変化は 10 km で Plateau に達し、それ以後有意の増加はみられなかった。今回の走行実験では下垂体前葉のホルモンとしては GH と ACTH のみを測定したが、両者を比較すると走行時には GH 産生細胞の方が ACTH 産生細胞より早く反応すること、また GH の増加率が 20 km で前値の 447 % であるのに対し、ACTH のそれは 253 % であり、GH は走行により著明に増加するホルモンあると云えよう。GH の分泌増加がどの時点で起るのかは興味ある点である。

4) これに対して FreeT₄ および Testosterone は走行の前後において殆んど変化がみられず、またインスリン (IRI) は走行後殆んど測定感度レベルまで低下した。第一報では甲状腺ホルモンとしてトリヨードサイロニン (T₃) を測定し、運動の前後で臨床的に意味のある変動はみられなかった。今回は遊離サイロキシン (FreeT₄) を測したが同様の結果



図V-5

がみられた。従って血中の甲状腺ホルモンは長距離走行の前後では変動しないと云えよう。また Testosterone に関しては、第一報では正常範囲内の変動であるが運動後に有意の上昇がみられたが、今回の実験では有意差がみられなかった。なおインスリンに関しては前回、今回ともに走行後に明らかに低下しており、長距離走行と云う血中のグルコース消費を強い環境下では合理的な反応と思われる。

- 5) 第一報において、上位ランナーと下位ランナーとの間にG Hの増加率が明らかに異なる傾向がみられたため、今回もこの点に注目して各ホルモンの変動を解析したが、今回は一定の関係がみられなかった。
- 6) 今回の走行実験で注目すべき点の1つは、完走出来ず途中で落伍した被験者に抗ストレスホルモンの分泌が悪いことである。（図V-5でみられるように血中コーチゾールは10

km地点で2例が低下を示しており、×印のNo.5はACTHが過剰に分泌されているにも拘らず、Cortisolの分泌は充分でなく相対的な副腎皮質機能不全とも云うべき状態がみられた。ストレス下に抗ストレスホルモンの分泌が充分でないことは重大な所見と考えられるが、現時点では症例が少ないため結論は差し控え、今後更に検討すべき点と考える。

結 語

- 1) 20名の健康な男子大学生陸上部員について、20kmの走行を行わせ、走行前、10km、走行後の血中ホルモンの変動について検討した。
- 2) 走行中に体調が悪くなり落伍した被験者において、抗ストレスホルモン（特にコーチゾール）の分泌不全を示唆する所見がみられた。この点に関しては今後更に検討を要すると思はれる。

VI 運動時の急死事故例に関する調査

村山正博¹⁾

川原貴²⁾ 黒田善雄²⁾

1. 方 法

(1) 全国調査として図VI-1のアンケート調査用紙を体協会長名にて全国47都道府県体育施設1,700カ所に対して発送し、実態調査を行った。事故例ありと回答されたものに対しては昨年度本研究班にて作製したスポーツによる内因性急死調査用紙を発送し、個々の事故例の実態を調査した。

(2) 体協で行っているスポーツドクター講習会参加者のネットワークや地方体協、教育関係などを通じ広く事故例を集め、調査を行った。また新聞紙上にて事故例が報ぜられた時には上述の人達を通じて情報をうる様にした。

運動による事故防止に関する調査

1. 施設名稱 _____

2. 所在地 _____

〒_____ TEL_____

3. 施設利用者数(活動者数)はどのくらいですか。

昭和50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度	56年度	57年度
男							
女							
計							

昭和57年夏は昭和57年4月1日～10月31日まで

4. これまで貴施設において死亡事故がありましたか。

1. なし

2. あり (A. 外傷性事故死 件 年 月
(B. 内因性事故死 件 年 月
(非外傷性))

記入者氏名 _____

どうもありがとうございました。

図VI-1

2. 結果および考察

(1) 全国調査アンケート用紙の回収は1,120通し(回収率65.9%)えられた。

全国各地区の施設数およびそれらの施設利用者数は表VI-1に示した。施設数は昭和50年の497

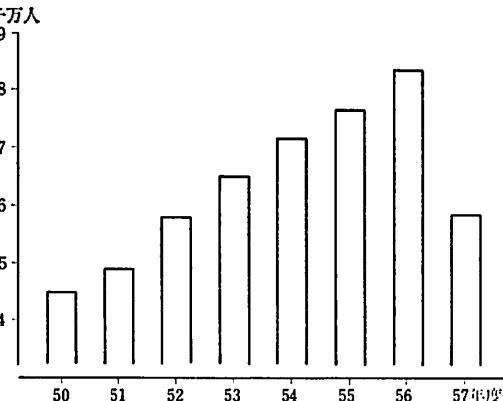
¹⁾ 関東通信病院

²⁾ 東京大学

から昭和57年の1019と約2倍に増加している。利用者数は昭和50年全国で約4500万人、昭和56年には約8300万人であった。1施設当たりの利用者数は1年間におよそ6~9万人程度であった。昭和57年度は利用者数が減少したがそれまでは毎年増加傾向を示した。利用者数の推移を図VI-2に示した。

(2) 解答がえられた1120施設の中、昭和50年以後、死亡事故なしとしたものが1087(97.1%)、ありとしたものが33(2.9%)あった。これらの中、外傷によらない内因性事故死は31件あった。体育施設における内因性事故死は全国で年間平均約4件あったことになる。日本学校安全会の報告では昭和48~52年の5年間に学校管理下で陸上の運動および水泳中に急死した件数は小、中学校で各々78, 105件、年間平均約36.6件となる。これらに比較すれば体育施設における死亡数は少いが利用時間数の差があろうから頻度の差は論じ難い。基本的には両者は共通の問題を含んでいると考えてよい。ただ体育施設では利用者の年令層が成人のことが多く、それを考慮しておく必要はある。

尚、アンケートに協力いただいた施設に心から謝意を表し、本資料を将来の事故対策に役立てたいと思う。



図VI-2 全国体育施設利用者数の年次推移

表VII-1 全国各地区の体育施設数および利用者数

	50年度	51年度	52年度	53年度	54年度	55年度	56年度	57年度
北 海 道 施 設 数	2,689,791 33	2,845,777 36	3,059,184 38	3,462,379 46	3,945,631 52	4,244,941 60	4,289,295 62	2,533,475 61
東 北 施 設 数	5,640,876 81	6,446,360 93	8,217,480 111	9,741,736 138	10,560,393 156	11,933,592 166	11,615,607 185	8,740,024 177
関 東 施 設 数	12,747,396 98	13,377,608 105	14,721,315 111	16,880,473 127	16,828,020 137	17,880,797 155	19,965,079 163	14,064,206 158
北 信 越 施 設 数	2,932,923 61	3,588,957 75	4,530,380 89	5,438,497 112	6,503,420 128	5,009,175 148	7,880,027 166	5,917,345 166
東 海 施 設 数	6,942,956 65	7,629,529 74	8,578,992 83	9,257,168 96	10,993,987 107	10,601,027 116	11,786,406 128	8,103,295 122
近 畿 施 設 数	5,612,339 58	5,732,059 59	6,760,416 63	7,400,762 72	8,305,255 84	9,084,455 94	9,879,872 103	6,529,688 105
中 国 施 設 数	2,544,089 29	2,699,046 36	3,378,266 47	3,650,301 51	4,192,481 58	4,333,647 70	5,217,706 80	4,166,252 77
四 国 施 設 数	1,338,074 20	1,393,905 23	2,240,412 27	1,940,317 33	2,171,653 40	3,003,674 49	3,072,916 54	2,345,810 52
九 州 施 設 数	4,601,750 52	5,171,224 59	6,411,768 67	7,204,209 75	8,141,522 85	8,406,100 94	9,718,999 103	6,099,599 101
合 計 施 設 数	45,050,194 497	48,884,465 560	57,898,216 636	64,975,842 750	71,642,362 847	76,497,408 952	83,425,907 1,044	58,499,694 1,019
1 施 設 当 り	90,644	87,293	91,034	86,634	84,583	80,354	79,910	57,409

(3) 全国調査およびスポーツドクター、地方協議会、教育関係などからえられた内因性急死例の中、比較的詳しく述べた病歴、死亡時の状況などが確認されたものは21例あった。これらの中、剖検がえられているものは6例あった。剖検所見としては心筋梗塞、肥大性閉塞性心筋症、心筋変性各1例、胸腺大きく副腎皮質の薄いのが1例、明らかな病的所見がはっきりしないものが2例あった。

剖検のえられなかったものも含み基礎疾患として心臓に病変を有したもののが6例ともっとも多かったがその中、生前に疾患を指摘されていたのは3例であり他の3例は生前の診断が行われていなかった。

以下、それらの中のいくつかについてえられた病歴、死亡時の状況、剖検所見などを略記し考案を加えたい。

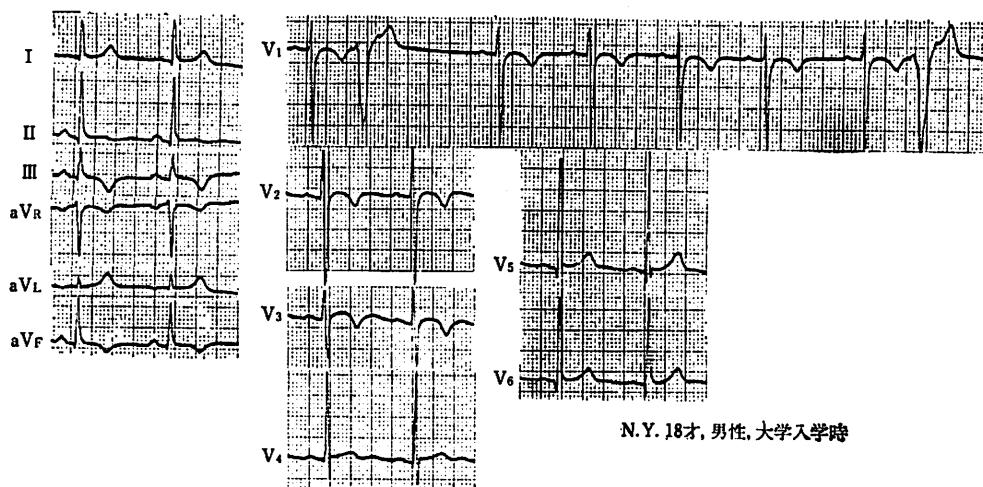
尚、各症例の後に資料を提供された方々の名を付し、心から謝意を表したいと思う。また、ほとんどの症例において事故発生直後の心蘇生術、人工呼吸が行われているが、記載の中ではその多く

を省略した。

[症例1] 22才、男性、体育大学4年生

既往歴に特記すべきことはない。大学入試時のメディカルチェックにおいて心電図上PVCがあり、またIII, aVF, V₁–V₃のTの波陰転(図VI-3)をみとめ、精査している。胸部レ線上、CTR 47%，心陰陰の形はほぼ正常である。Master運動負荷は陰性と判定されている。血圧122/82、聴診上、収縮早期の駆出性雑音のみ、心エコー図所見はIVSE 3 mm, IVST 10 mm, LVPWE 12 mm, LVPWT 9 mm, LVDd 53 mm, LVDs 38 mm, EF 63.1%, mVCF 0.88といずれも正常であった。血液所見 Hg 14.5 g/dl, Hct 39.7 %, RBC 458万WBC 8800, 生化学 Na 140, K 4.1, Cl 104 mEq/l, BUN 16 mg/dl, UA 6.5 mg/dl, Creatinine 1.0 mg/dlといずれも正常域にあった。

大学のクラブ活動はアーチェリーをやっていた。大学2年の頃より激しい運動後にめまいを訴えておりうずくまることがあったと友人は云って



図VI-3

いる。当日は大学祭があり、バーレーボールの試合を行いセッターとして出場し、11:55' AM 試合終了した。試合後コートを出ようとして気分が「悪い」といってうずくまり、2-3分していったん少し良くなったといったが、その直後意識がなくなり、やがて呼吸停止、心停止をきたしたとのことであった。

剖検上は死体検案書の記載をそのまま引用する
と1)心筋の灰白色濁濁、特に右室壁に脂肪織浸潤を伴ない（慢性虚血性変性）、心筋線維の空泡変性と脱落、動脈硬化(-)、細胞浸潤(-)、2)軽度の左心室の拡張性肥大であった。尚心重量は390gと大きく、左室後壁の厚さも16mmとやや厚かった。

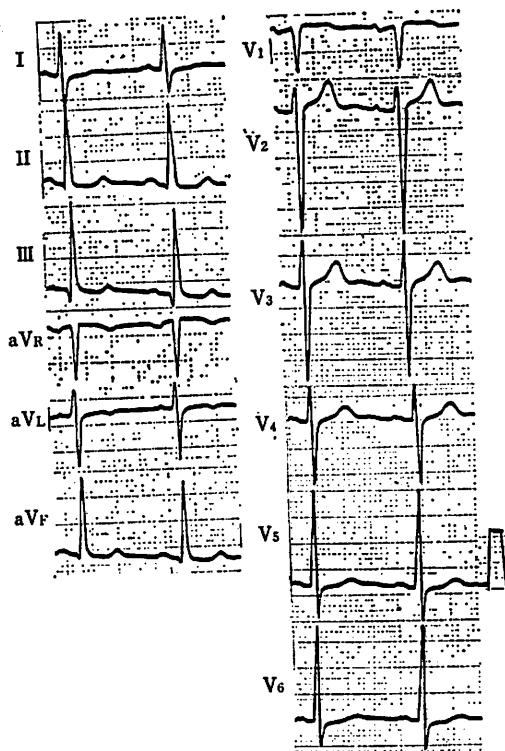
本例は生前すでに心電図上、軽度の異常をみとめ精査をうけているが、上述の様に特別の異常をみとめていない。現在、スポーツ医学において一般に行われているチェックはすべて行われたといってよい。病歴上のめまいが心筋変性からきた刺激伝導系の異常による Adams-Stokes 症候群とも考えられる。入学後はメディカルチェックを受けているので、その後、病変が進行したものかどうかの判断はできないが、自覚症状があった時点で精査すれば何か手掛りがえられたかもしれない。心肥大、拡大などの形態上の異常がみとめられない場合の心電図異常の判定は極めて難しい。自覚症状があればそれを誘発するか、あるいは自

然発作時の心電図を記録するかする以外にその原因を確かめる方法はない。本例は最近、ニヤミスともいうべき前駆症状があった様にも思われ、この様な例に対する対策を十分に考えなければならない。そのためには先ず症状があれば医師を訪れる様、すべてのスポーツマンが認識すべきであろう。

（本例の資料は愛媛県立中央病院城忠文先生より提供された。）

〔症例2〕 54才、男性、教員

40才の頃、高血圧といわれている。45才の時、動脈硬化、冠不全といわれた。年に1~2回息苦しいことがあり冠不全に対する投薬として pindolol 1錠、Diltiazem 3錠、Hydergin 3錠/日などを服用していた。事故発生前、約2.5ヶ月前のメディカルチェックでは血圧 168/98→150/80mmHg、脈拍数60/分・整、肺活量3100ml、1秒率80%、尿所見異常なく、Hb15.5g/dl、Hct 44.4%，RBC500万、WBC 4600、肝機能正常、総コレステロール230、中性脂肪 261、UA 8.4、BUN 10、50g負荷、GTT にて 85 mg/dl(前)、144 (30')、126 (60') 86(120') といずれも大したことなかった。また眼底は KW II a 度であった。尚、身長 165.2 cm、体重 74.3 kg で肥満傾向はみとめられていた。職場における懇親駅伝に出場するため 2~3ヶ月前から時々、走っていた様である。事故発生



図VI-4 症例の事故発生前日心電図

前日の心電図を図VI-4に示したが軽度ST, T降下と平低化をみとめるが、これだけではnonspecificで直ちに病的意義はつけ難い。

当日は懇親駅伝第1走者としてグランド1周250m(59秒)走った後、苦しいといって近くのベンチに腰をかけたが、突然、膝をつき、前に倒れた。直ちに脈搏がみられているがすでに全く触れていなかったという。当日の朝の血圧は160/78であり、また特別の症状も全くなかった様である。

本例は元来、冠硬化があったものと予想され、冠不全からきた不整脈死が急死の機序と考えられる。この様な例は中高年者における運動中の急死の一つの典型と考えられるが運動の可否、あるいは運動の程度に関して医師への相談が十分なされていなかったものと思われスポーツをやるもの病気に対する認識の重要性があらためて考えさせられたといつてよい。

(本例の資料は徳島市のスポーツドクター、寺内悦夫先生から提供された)

[症例3] 17才、男子、高校2年

中学時代には柔道をやっていた。既往歴に特別のことなく健康であったという。体育授業にて10時35分AMよりマラソン開始、数分走った所で道路上で急に倒れている。救急隊員による心蘇生術の効果もなく死亡した。死亡前1年半に健康診断をうけて異常なく心電図上、洞徐脈(50/分)のみで左室肥大の徵なく($RV_5+SV_1=29mm$)ST, T変化もなかったという。

病院に到着したのは倒れてから(10時40分)、32分後(11時12分)で心停止、呼吸停止の状態であった。心電図上standstillの状態であったが心室細動となつた。cardioversion施行したが正常リズムに回復しなかった。病院到着後の動脈血はHb 14.8, pH 6.867, PO₂ 53.4, PCO₂ 56.6, HCO₃ 9.5, BE -26.4, O₂ sat 57.7%であった。

剖検では身長174cm, 体重61kg, 心重量530g, 心室中隔最大径2.2cm, 左室後壁1.2cmで、中隔は特に左室流出部へ突出しており、いわゆる肥大性閉塞性心筋症(HOCM)であった。

HOCMは運動時の急死と関連して注目を集めている疾患であるが、多くの例では心電図上、特異な肥大所見を示す。本例の様に特別な所見のないことは珍しい。HOCMにおいてどの様な機序が働いて急死に致るかは不明である。剖検から後壁の厚さはほぼ正常であるが中隔が厚くいわゆるIHSS型であったものと思われる。心エコー図などがさらに一般化し、スポーツ医学でもルーチンに用いられる様になれば本症の診断は容易になろう。

本症を診断した後、スポーツ許可の可否、その程度などに関しては議論の分れる所で統一の見解はないといつてよい。

(本例は静岡県教育委員会永田実治主事より連絡をうけ、島田市民病院島田恒治院長より病歴および剖検所見の提供をうけた。)

[症例4] 15才、男性 中学2年

体育の時間の2000m持久走中1850m走った時点で死亡。当日は準備運動としてラジオ体操、屈伸運動を十分行った後、能力別にクラス分けを行い、過去3回のタイムが悪いめ最終の4組目に配属された。当日は4回目の持久走で400m, 600m

1000mと距離を延ばし、今回が初めての2000m走であった。倒れたのはゴール手前150mの地点を1人だけ1周遅れて仲間から声援をうけながら走っていた時であった。本人はがまん強く弱音をはかない性格で最後まで走り抜こうとしていたが1850m辺りでコースからフィールドの方に倒れたという(9時37分AM)。すぐに全身けいれんがみられチアノーゼ、意識消失、次いで呼吸停止がみられ、直ちに mouth to mouth の人工呼吸も行われたが蘇生しえなかった様で数分後にかけつけた救急隊による心マッサージも効果がなかった。本人は1週前の1000m走の際、気分が悪くなり嘔吐をしているので当日も無理をしない様に云われているが本人は大丈夫だと云ってスタートしたという。

本例は身長136cm、体重34.5kgと年令から考えて小さい。学校には報告していなかったが成長ホルモンの注射治療をうけていたことが死後、判明している。

剖検上、心臓250gで特に病的所見はない。特異所見として胸腺重量50g(正常では30g)と大きく、副腎皮質菲薄(副腎全体の重量左右共5g、髓質発育中等度)および大動脈やや狭小であったという。

本例は特異なケースで元来の身長の発育不全およびその治療が運動中の急死との様な関連をもっているかは不明であり尚、検討する必要があろう。

(本例は横浜国立大内野欽司教授から紹介をうけ森久保敏治先生から病歴の提供をうけ剖検所見については東京慈恵会医大法医学教室青木利彦教授から資料の提供をうけた。)

[症例5] 38才、男性、会社員

元来スポーツマンでかつて大学時代ボート部の選手をしていた。最近はゴルフ程度の運動ではあるが好んで行い特に症状はなく健康であったという。会社の成人病健診などのメディカルチェックは40才以下ということで1度もうけていない。当人は室内温水プールに水泳に出かけて死亡しているのを見つかったという。

剖検上は左室後壁より中隔にかけて5×6cmの大白色病巣、心筋梗塞と診断されている。

本例は死亡時の詳細な状況が不明であるが剖検上、心筋梗塞がみとめられておりしかもすでに白色化しているので陳旧性のもので本人の病歴からは何もないが、すでにかつて心筋梗塞を起し、それが当日の急死に何らかの関連を有していたものと考えられる。

(剖検所見については神奈川歯大法医学教室横地千俊教授の提供をうけた)

[症例6] 16才、男性、高校1年生

出産時よりリポジストロフィー症、2次性心臓弁膜症、慢性心不全症として2週に1回通院加療をうけていたが最近、特に変わったことはなかったという。自転車通学をしておりマラソン大会、体育祭、バスケット、柔道以外は体育の授業も参加していた。また、自分で腹筋運動や腕立て伏せをやっていた様子であるという。

当日は11°20'AMから体育の授業に参加し、他の生徒と共に自主的に約600mのランニングをした後、準備体操、腕立て伏せ20~30回を実施、その後教師よりラグビーパス練習の注意事項を聞いた上、約100mを走りながらバス練習に入りこれを3往復(約600m)した後、転倒した。うつ伏せに倒れ「うーん」という声と深呼吸を1回したが呼んでも返事がなかったという。

剖検上、身長156.8cm、体重53.4kg、軀幹の皮下には皮下脂肪の沈着なし、心臓766g、大動脈弁閉鎖不全、僧帽弁閉鎖不全をみとめた。心筋の厚さは左室中央部2.5cm、弁膜に近く2cm、心尖部2cmであった。死因としてはこれらの弁膜症に伴う心機能不全と判定されている。

(本例の資料は沼津市のスポーツドクター、林宙田先生より提供をうけた)

[症例7] 17才、男子、高校2年生

生来健康で特に著患を知らない。1年前の健康診断で特に異常をみとめていない。心電図も記録されているが異常はなかったという。普段も大変活発な生徒で家族の話でも体の不調を訴えていたことはなく当日も元気に家を出たという。当日は体育館でクラス対抗のバスケットボール試合に参加し、ハーフタイムで選手交代のためベンチに向う途中、突然友人の肩にもたれかかる様に倒れ意識消失、呼吸停止、心停止をきたしたという。

本例は剖検がえられていないので基礎病変の有無は不明であるが、死亡の状況から不整脈死が相定される。

(本例の死亡時の状況については神奈川県教育庁佐藤誠治指導主事および本例の学校職員から情報の提供をうけた。)

[症例8] 12才、男性、中学1年生。

小学3年生の時、大動脈弁狭窄症の手術をうけたが、その後1年間はほとんど運動をせず、小学5、6年時には運動も普通にやり特に異常をみとめなかったという。水泳クラスマッチ、遠足、修学旅行、運動会などにも参加していた。中学に入ってからも特に異常に陸上クラスマッチ100mに出場、またテニスの部活動をはじめている。毎朝約30分、放課後、1時間45分のランニング、素振りなどをしていた。

当日は1年生部員全員で応援練習として起立し、校歌、応援歌を手をふりながら歌った。その後、準備体操をし、準備運動として約200mのランニングをしている時、突然ふらふらとよろけて倒れた。意識不明となりうめき声を上げながら大きく深呼吸を2回位してそのままぐったりとなつたという。その後すぐに脈拍が触れないことを確認されている。

本例も死亡の状況から不整脈死であろうが重症不整脈を誘発した機序はわからない。

(本例の資料は沿津市の林宙田先生より提供をうけた。)

[症例9] 14才、男性

フアロー四徴症として、5才、11才時の2回手術をうけている。その後の経過はよく徒手体操程度の運動は許可されていたが水泳は見学、遠足やキャンプなどについては家人と連絡をとりながら参加させていた。球技は体の調子をみながら短時間の参加にとどめていた。

当日はバスケットボールのクラスマッチの練習として40分程休みを入れながらシュート、攻撃、防禦の練習を行った。その後20分休憩し、菓子、ジュースをとり、それから練習を再開し、その後に座る様におおむけに倒れたという。意識消失、脈拍も触れず、心停止が確認された。

(本例の資料は下諭訪教育委員会より提供され

た)

[症例10] 19才、男性、大学生。

既往歴に特記すべきことはない。体育における持久性テストは最も弱いグループであった。スポーツ経験はなく、18才頃より日常動作で動悸し易かったという。入学時、理学所見、血圧、ECGなど異常をみとめていない。

当日、3°45'PM頃、体育館におけるウェイト・トレーニング終了後、グラウンドに出て12分走を実施中、スタート後6分経過、約1150m走った所で倒れた。直ちに脈搏がみられているが触れておらず呼吸も停止した。人工呼吸、心マッサージで一時弱い自発呼吸、脈搏をみとめたが効なかった。

剖検上は身長168cm、体重55kg、心臓重量300gで心および大動脈、副腎の低形成の所見があった。

[症例11] 20才、男性、大学生。

既往歴に特記すべきことはない。スポーツは特に盛んにやったことはなかったが大学では弓道部に入っていた。持久走は強い方であったという。入学時の検診では心音、血圧に異常をみとめていない。

当日は体育実技中、卓球の試合を数回行い、終了後床に腰を下して観ていたが2~3分後横に倒れた。全身けいれんをみとめ、初めてんかんと思われたが、様子がおかしいということで心蘇生術を施行したが効なかった。

剖検上は大動脈、冠動脈、副腎の低形成ということであった。心重量は300gであった。

[症例12] 16才、男性、高校2年生。

6才頃より筋ジストロフィがあり、足もやや不自由であったというが日常生活に特別の支障はなく、遠足やハイキングも最後まで歩き通す忍耐強い生徒であったという。身体のハンディキャップを克服するため卓球クラブに所属し、熱心に練習をつづけていた。

当日は国体の県予選の試合中にボールを拾いに行った状態で倒れ、直ちに脈を解れなくなり瞳孔も散大したという。

(本例の資料は宮崎県体育館長、栗山寛先生より提供をうけた。)

[症例13] 20才、男性、高等専門学校学生

既往歴に特記すべきことなし。進学のため勉強に熱中しており十分なトレーニングはしていなかった様であるが、1年生よりラグビー部に入り毎週1~時間の練習は行っていた。身長182cm、体重75kg、事故発生3ヶ月前のスポーツテストでは50m走、7秒1、走幅跳4m74cm、ハンドボール投35m、懸垂8回、持久走(1,500m)5分45秒、合計点54.4であった。同じ項のメディカルチェックで胸部レ線写真に異常なく、尿蛋白(-)

であった。

事故当日の気候は8月で高温多湿であった。PM6時頃の練習中に突然倒れ、全身けいれんを起したという。立ったままでけいれんを起しすぐにうつ伏せに倒れた様で、発汗量が著明であつたらしい。脈搏はすぐに触れなくなり医師到着が極めて速やかであったが、その時はすでに血圧0であった。

(本例の資料は大分県岩男先生より提供された。)

VII 運動時の事故の機序に関する研究

村山正博¹⁾ 坂本静男¹⁾
川原貴²⁾ 黒田善雄²⁾

運動時の急死例の検討からいくつかの問題点が明らかとなった。その一つはそれら事故例には基礎に器質的心臓疾患を有するものが多いことで、従って事故対策としてはメディカルチェックにて心臓疾患を発見し、その重症度を判定し、それにより運動の可否を決定することが重要である。

別の問題は既往歴に事故に連る様な徵候があればそれに関して詳細な検討を行うことである。ルーチンな検査を行ったのみで異常なしとして運動を許可することをしないで出来る限りの検査を行ふことが必要であろう。しかし、どこまで検査を行えばよいかは統一されたものはない。どの様な疾患、あるいは病態を想定するかによても検査の内容は異なるであろう。運動中の内因性事故の機序が不明である現況では、何かの手掛りがえられなければならない。その意味では単にルーチン検査のみではなく、何かに着眼して特殊な検査を行い何らかの情報をえようとする努力が未だ必要と思われる。

次に紹介する2人の例は上述の2つの問題を考える上に示唆に富む内容を含んでいる。以下、それらに対する検査の進め方と運動の可否に対する考え方について述べる。

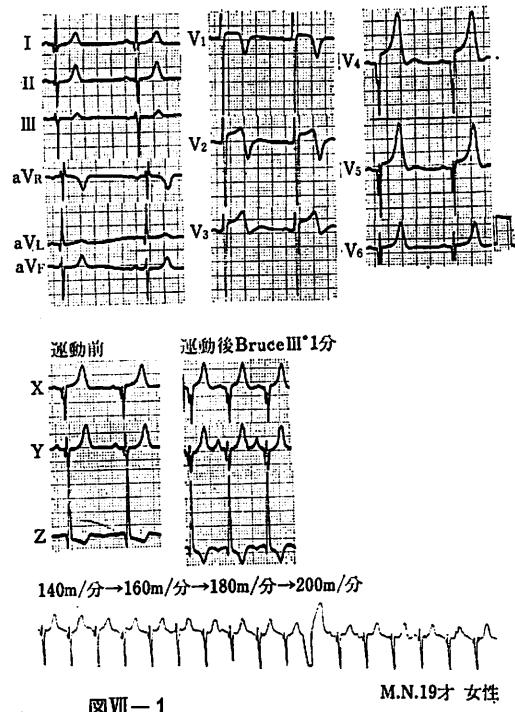
[第1例、19才、女性、学生]

既往歴に特記すべきことはない。スポーツ好きで中学の頃は水泳部に入っていたという。学校における健康診断にて心雜音を指摘され、心電図を記録したが(図VII-1)、異常とされ精査をすすめられた。

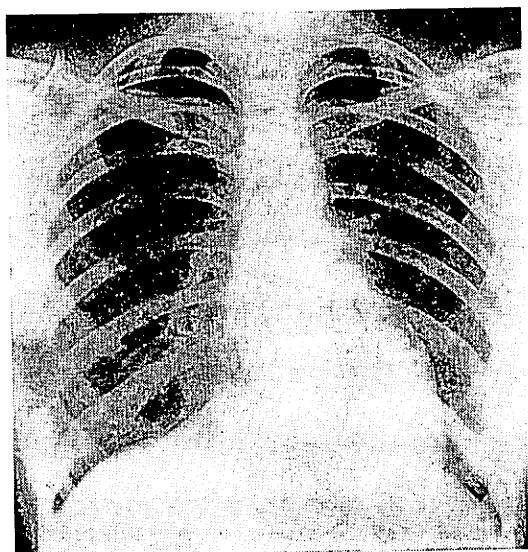
身長164cm、体重56kg、心尖部から心基部にかけてLevine II度の駆出性収縮期雜音を聴取するが、特に病的なものではない。胸部レ線写真(図VII-2)では、CTR51%、心陰影が丸みをおびており拡大しているといつてよい。

¹⁾関東通信病院

²⁾東京大学



図VII-1

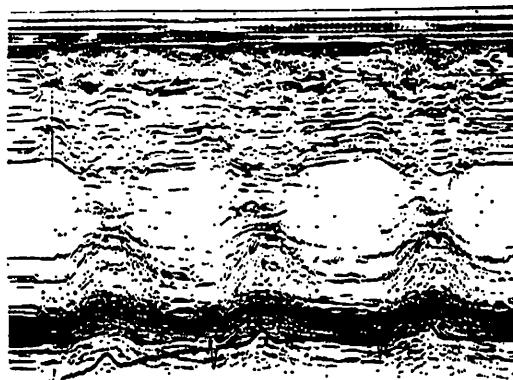


図VII-2

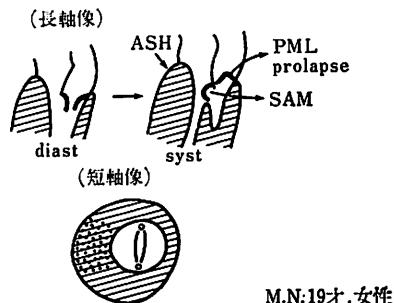
心電図(図VII-1)はI, V₄—V₆に深いQ波がみられ、V₄ではQS型を示している。QRS波の電気軸は-30°以上の左軸偏位を示し、V₁—V₃の陰性～二相性も異常であろう。心電図診断としては心尖部から側壁にかけての心筋梗塞でもよいが、著明な septal Qと考え、中隔肥厚にcompatibleであろう。

心エコー図(図VII-3)はMモード法にて僧帽弁の systolic anterior movement (SAM) がみられ、また大動脈弁、肺動脈弁共 semiclosure の状態がみとめられる。また心室中隔の厚さは23mmで著明な肥厚をみとめている。断層法によるシェーマを図に示しておいたが、Mモード法の所見と併せ考え、典型的な肥大性閉塞性心筋症(hypertrophic obstructive cardiomyopathy: HOCM)である。

本例は現在、自覚症状がなく、またスポーツ、特に水泳、できれば scuba diving を希望しており、その可否のため運動負荷試験およびプールに



(IVST : 23mm (LVDd 3.9cm
LVPWT : 11mm (LVDs 2.2cm
(MV : SAM (+)
AV : semiclosure (+)
PV : semiclosure (+)
IVS : ASH著明, 23mm



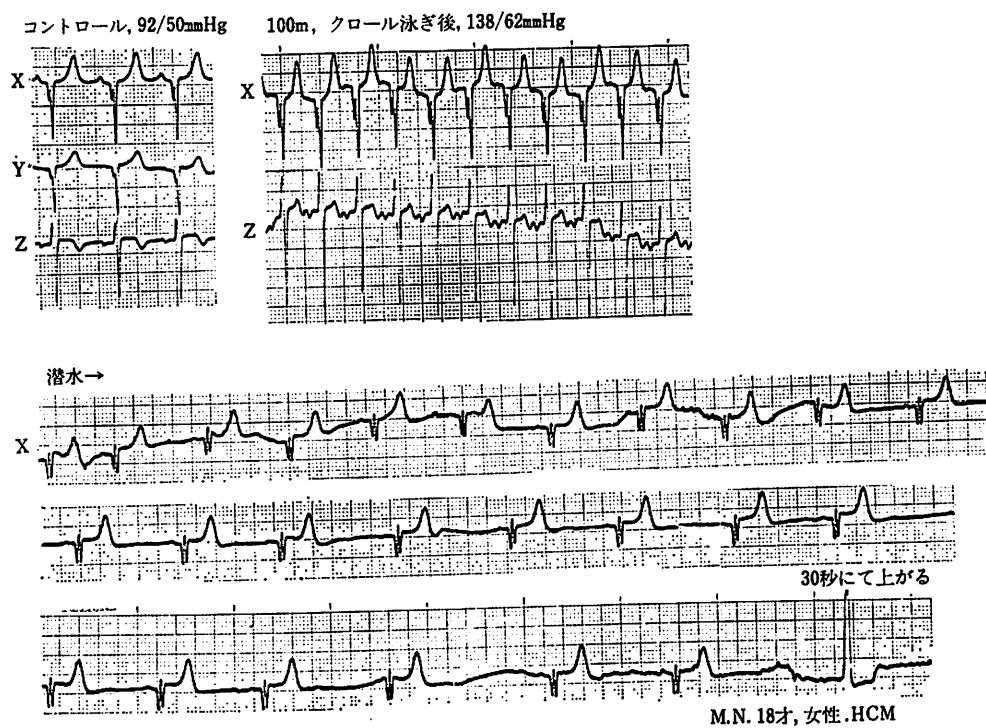
図VII-3

おける実際の水泳中の心電図記録を行った。

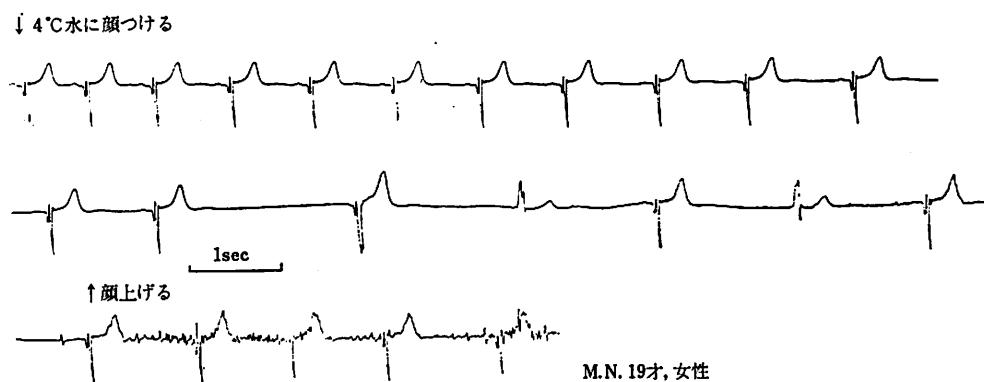
水泳は三鷹台スイミングクラブの好意によりコースを借り、水温29.5°Cにおいて行われた。水泳時の心電図は有線法にて行い、電極の上をテープで固定し、水が入らない様に工夫し、誘導コードをプールサイドから検者がもってついて行く方法をとった。誘導は Frank 誘導を用い3軸スカラーカー心電図を記録した。プロトコールとして安静時(陸上、水中)、頭をつける、潜水、25m, 100m水泳の順に行い、水泳は本人のもっとも楽であるとしたクロール泳法を用い、特にいそがず楽に泳ぐ様に指示した。実際の記録を図VII-4に示したが、水泳に関しては25mを26秒、100mを2分10秒にて泳ぎいずれも特別の自覚症状を訴えなかっただ。心拍数は25mでは90/分、100mでは150/分であり不整脈の誘発をみとめなかった。血圧はコントロール時92/50mmHg、25m水泳後118/50mmHg 100mでは138/62mmHgであり、異常反応をみとめなかった。顔を水につけて、息こらえをしながら、30秒がんばると図に示した様に著明な洞徐脈となり、最後に房室接合部からの補充収縮がみられている。この反応は diving 反射とよばれている迷走神経反射と息こらえによる Valsalva 効果が併せて働いたものと思われる。後に水温を下げ、4°Cの冷水において顔をつけて検査を行ったものを図VII-5に示したが、やはりこの反応はさらに増強されて出現している。最大心停止間隔は2秒で、直ちに補充収縮が出現しているが、これらの反応は通常の人より強いものと考えられる。

運動負荷試験はトレッドミルを用いて行ったが、最初は心電図の反応をみるために Bruce のプロトコールを用い stageⅢ度まで行った。心拍数は105/分まで増加し、不整脈の誘発はなく、またST変化もみられなかった(図VII-1)。

次にVO₂測定の目的でトレッドミルを用い図VII-6に示した様に傾斜をつけず120m/分のスピードを3分間走り、次いで140m/分2分、160m/分2分にて一時休止し異常反応のないことを確かめ、再び走りはじめ140m/分、160m/分を各1分、次いで180m/分2分、200m/分1分にてほぼオールアウトに近い状態にて中止した。心拍数は最高170/分まで上り、運動中にいずれも単発であ



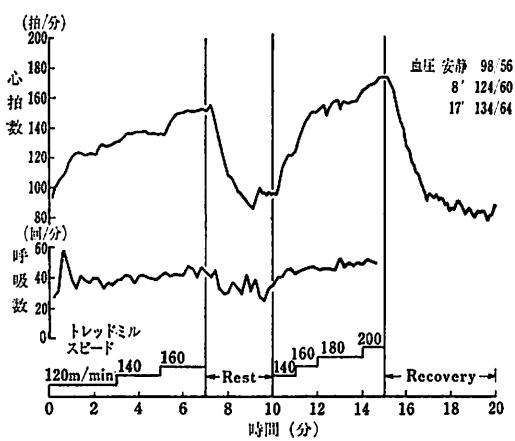
図VII-4



図VII-5

表VII-1 トレッドミルテスト結果

採 気 時 間 分	ス ピ ー ド m/min	換 気 量 l/min	$\dot{V}O_2$ ml/min	$\dot{V}O_2/W$ ml/kg/min	R. Q	O ₂ Removal
2'~ 3'	120	39.5	1,279	22.24	0.85	32.35
4'~ 5'	140	45.7	1,409	24.51	0.92	30.85
6'~ 7'	160	53.6	1,634	28.41	0.96	30.47
13'~14'	180	58.8	1,739	30.25	0.96	29.59
14'~15'	200	64.2	1,857	32.30	1.00	28.94



図VII-6

るが3個の心室外収縮をみとめた。血圧は運動前、98/56 mmHg, 160m/分にて124/60, 最後の200 m/分では134/64で血圧上昇が通常の人に少し少い様に思われた。 $\dot{V}O_2$ /体重は表VII-1に示した様に最終的には32.30ml/kg/分であるが, RQは1.00となっておりほぼ最大運動レベルに達したものと考えて良い。トレッドミルの走行スピードと $\dot{V}O_2$ の関係は多少 120m/分～180m/分の間に% $\dot{V}O_{2\text{max}}$ にすると高い傾向がみられたが, ほぼ $\dot{V}O_{2\text{max}}$ と思われる32.30ml/kg/分は同年令の成人女子に比べ著しく劣っている値でもない。

HOCMは運動中に事故を起すことが多いとされ運動を禁止することが多い。しかし, どの様な機序が運動時に働いて事故に連なるかは全く判っていない。交感神経要因との関連において重症心室性不整脈が誘発されることはあるが, 確かな証明はない。現実的な問題としてHOCMを有する, 特に無症状の人をメディカルチェックでみつけたらどうするかということがある。スポーツを全く禁止するのが本当に事故を防止することになるかという問い合わせに対して明らかな答えはできない現状においては本例の様に強い負荷あるいは本人の希望する種目において実際に異常反応の有無を確認するしかない。最大運動に近いレベルで $\dot{V}O_2$ 32 ml/kg 分はやや低い値であるが, 特に異常というわけではない。単発性の心室期外収縮はみとめられたがこれも特に異常反応とはいえない。しかし, 血圧上昇が低いのは左室流出路の閉

塞性変化によるものかもしれない。その意味では最大レベルまたはそれに近い強い運動は禁忌すべきであろう。水泳時の150 m/分あたりをend pointとするのがとりあえず無難であろう。息をこらえながら顔を水につけた時の迷走神経反射は強く, 徐脈時には心室性不整脈が誘発され易いという一般的の原則から考えてこの反応は好ましいものとはいえない。従って息をこらえたり, 深く水中に潜ったりすることは禁止した方がよいものと判定した。本例にはscuba divingは不許可とした。しかし通常の水泳は本人も楽しみにしておりはげしく泳ぐことは避ける様に指導しながら原則的に許可をした。

今後は厳重に監督をしながら運動を行わせて行く予定ではあるが, 本例の様な実際に即した検査を行いながら運動を指導して行くという方法が他の多くの心臓疾患を有する人にも応用されて行くべきであろうと考え, ここに紹介した。

〔第2例, 19才, 男性, 大学1年生〕

高校時代インターハイで1500m優勝の経歴をもつ優秀なランナーである。8月に20kmタイムトライアルを行い, ゴール直前で競り合い, ゴールインした直後, 前方へ転倒した。呼吸停止しておりチアノーゼがみとめられている。脈を触れないでの直ちに人工呼吸と心蘇生術が施行され, 呼吸と脈の回復がみとめられた。しかし呼びかけに対し応答なく, 錯乱状態となり救急車にて某病院へ入院した。

入院時脈拍数108/分, 血圧100/50, 心音正常, 心電図上洞頻拍のみ。痛み反応なく, 対光反射消失, Babinski 反応両側(+), せん妄状態, dystonia様～myoclonus様の不随意運動がみとめられた。動脈血 PO₂63, PCO₂45.6, PH7.33, 頭部CTスキャン正常, 脊髄液所見に異常なし。挿管人工呼吸を行い, 鎮静剤の強力投与を行い翌朝意識回復したが, 一時の記憶喪失がみられた。その他の神経症候は消失している。当日の体温は38.7℃まで上昇した。

第10病日, 運動負荷試験をトレッドミルを用いて行ったが Bruce プロトコール stage 7まで行い, 運動終了直後, 突然心拍数が180/分から40/分に減少(洞徐脈), 血圧80mmHgに低下した。

表Ⅶ-2 本例および大学長距離選手の60分走前後の血液生化学検査

項 目	本 走 前	例 走 後	大学長距離選手(20名)	
			走 前	走 後
白 血 球 数 $\times 10^3$	5.1	8.7	5.7 ± 1.1	11.0 ± 3.4
赤 血 球 数 $\times 10^6$	4.81	5.35	4.7 ± 0.4	5.1 ± 0.3
ヘモグロビン g/dl	14.9	16.6	14.1 ± 1.2	15.4 ± 1.1
ヘマトクリット %	44.1	48.9	41.4 ± 3.5	45.7 ± 3.4
血 小 板 数 $\times 10^3$	295	332	208 ± 43	332 ± 88
総 蛋 白 g/dl	7.4	8.5	7.1 ± 0.8	7.9 ± 0.5
G O T U	18	28	29.9 ± 10.2	38.1 ± 12.5
U G P U	6	8	10.3 ± 4.8	12.7 ± 5.4
乳酸脱水系酵素(LDH) U	182	319	442.9 ± 73.9	585.1 ± 93.6
遊離脂肪酸(NEFA) mEq/l	0.15	0.42	0.23 ± 0.06	1.11 ± 0.29
乳 酸(L.A.) mg/dl	10.4	14.2	8.2 ± 2.3	29.1 ± 12.1
ミオグロビン ng/dl	33	170	81.9 ± 30.4	321.3 ± 141.3
レニン活性 ng/ml/hr	1.1	3.3	0.87 ± 0.45	8.87 ± 5.52
アルドステロン Pg/ml	92.0	283	52.1 ± 20.3	539.6 ± 211.0
コチゾル μg/dl	6.5	14.1	13.0 ± 4.0	29.9 ± 5.9
A C T H Pg/ml	101	133	31.4 ± 41.1	191.8 ± 110.8
トリヨードサイロニン ng/ml	1.3	1.4	1.16 ± 0.14	1.22 ± 0.19
アドレナリン ng/ml	0.01	0.01	0.01 ± 0.004	0.06 ± 0.07
ノルアドレナリン ng/ml	0.19	1.41	0.055 ± 0.030	0.26 ± 0.18
インスリン μu/ml	31	19	15.4 ± 7.3	5.59 ± 1.97
グルカゴン Pg/ml	65	81	91.0 ± 42.3	208.7 ± 128.7
成長ホルモン ng/ml	10	15	3.50 ± 2.78	27.9 ± 14.2
プロラクチン ng/ml	9.0	50	7.25 ± 2.12	27.3 ± 8.7
テストステロン ng/ml	6.0	12.0	5.43 ± 1.67	10.52 ± 2.95
A D H Pg/ml	1.0	5.8		

冷感、めまいを訴えたという。しかし特に治療の要なく自然に回復した。その後2週目に退院している。(本例のこれらの資料は慶應大学神経内科小松本悟先生より提供された。)

退院後そのまま現役に復帰してよいかどうかを検討するためスポ研にて以下の検査を行った。長距離選手であるのでそのトレーニングに合わせてトレッドミルにて270m/分のスピードにて60分間走らせて、その前後のいくつかの指標を測定した。

表Ⅶ-2に60分走後の血液所見を示した。またそれとの比較の意味で大学長距離選手20名における測定値を示した。全般に変化が少いが、これは本例では事故があったことから負荷強度を対象群より、やや低くしたため、定性的にみるとこれらの値のいずれも本例において特別な異常値を示

したものはない。

本例は急死事故のニヤミスともいうべき極めて重篤な事故であった様に思われるが幸いにして救い得ている。その後の入院中の経過からも特にその事故の機序を説明できる特異的な所見はみつからない。本人の今後の競技生活の可否のこともあります、実際のトレーニングに近い条件で測定を行った。心肺機能に関しては問題なく、またリズム異常など運動時の事故に連る病態の発生はみとめられなかった。循環系が一次的原因として事故を発生したのではないといつても良い様である。異常所見としては60分走の間に体温上昇が著明であり、他のランナーの記録より明らかに高い。このことは事故当日は真夏の炎天下という条件を考えると体温の異常上昇に伴う熱中症が基礎にあり、そのための中枢性障害による一過性の心停

表Ⅶ-4 本例の60分走時的心拍数(HR), 酸素摂取量($\dot{V}O_2$), 直腸温(Tre),
平均皮膚温(Ts), 発汗量(SR) $\begin{cases} \dot{V}O_2 \text{ max} ; 68 \text{ ml/kg/min} \\ HR \text{ max} ; 184 \text{ beats/min} \end{cases}$

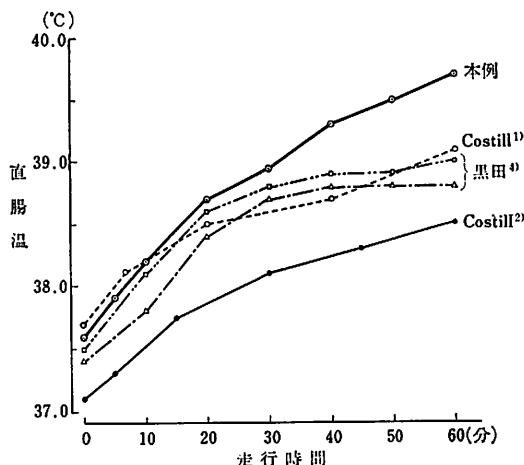
Time min	HR		$\dot{V}O_2$		Tre °C	Ts °C	S.R. $l/m^2/hr$
	beats/min	%max	l/min	%max			
10	148	80	2.9	70	38.2	33.7	
30	157	85	2.9	71	39.2	33.5	
60	172	94	2.8	69	39.7	32.9	0.85

止、呼吸停止を生じたと推測するのが一つの説明であろう。気温の高い時、特にトレーニングの不足しているものが長距離レースを行い、熱中症を起し、死亡したり、または重篤な脳障害を残す様な事故は稀なことではない。本例は高校では優秀なランナーであったが高校では1500mが専門であり、20kmという距離は初めてであった。本例もその様な異常環境に十分に適応できるトレーニングが不足していたため、この様な事故を発生したと考えられる。本例はさらに適温下においてトレーニングを続行させ十分なトレーニングをつんだ後に同様な検討を行い体温上昇の程度が軽減していれば夏のレース参加も可能となるものと思われる。

運動時の事故は基礎に器質的疾患がある人に発生し易いが、それがなくとも体温調節機序が十分に訓練されていなければ重篤な事故に連りうる可能性があり、本例の様な優秀なランナーでも事故は生じ得ることを示唆している。本例の上述の様な検討はこの様なスポーツマンの今後の指導方針を決めるためにも極めて重要な情報を与えてくれるものと思われ、ここに紹介した。

表Ⅶ-3に本例の60分間走行時の心拍数、酸素摂取量、体温、発汗量を示した。検査時の室温は25°C、湿度60%の一定に保った。

Costill³⁾らは、10分間の submaximal トレッドミル走時の% $\dot{V}O_2$ max 並びに% HRmax と10 mile の performance time とがよく相関することを報告している。本例をこの関係式に当てはめると、10mile の推定タイムは、% $\dot{V}O_2$ max から52分20秒、% HRmax から50分19秒となる。大学長距離選手としては、比較的優れた記録といえ



図Ⅶ-7 走行時の直腸温の比較

る。

次に、図Ⅶ-7に本例及びこれまでに報告された優秀ランナーの走行時における直腸温の変化を比較した。運動時の直腸温の上昇度が相対的運動強度に依存することは、よく知られている。本例では、70% $\dot{V}O_2$ max 走行で直腸温の最終値が39.7°Cを記録しており、60分間の走行で2.6°C上昇した。他の優秀ランナーの例では、70~75% $\dot{V}O_2$ maxで1.4~1.5°Cの上昇である。環境温の違いはあるが、本例の直腸の上昇は著しく大きいといえる。また、走行中の心拍数も10分から60分までに15拍/分増加しており、体内温の上昇による心拍数の二次的上昇が伺える。

本例の $\dot{V}O_2$ max は 68 ml/kg/min でやや低いが、10分間程度の短時間での submaximal 走行から評価する限り、酸素運搬系に特に問題はない。むしろ比較的優れた酸素運搬系機能を有するものと推定できる。しかし、長時間運動に対する

適応は不十分で、特に体温調節系に破綻を来たしていることが推察された。

文 献

- 1) Costill, D. L. Metabolic responses during distance running. *J. Appl. Physiol.* 28(3) : 251—255, 1970.
- 2) Costill, D. L., W.F.Kammer and A. Fisher. Fluid ingestion during distance running. *Arch. Environ. Health.* 21 : 520—525, 1970
- 3) Costill, D. L., H. Thomason and E. Roberts. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med. Scorts.* 5 : 248—252, 1973.
- 4) 黒田善雄, 雨宮輝也, 塚越克己, 鈴木洋児, 伊藤静夫, 陸上競技, 中, 長距離走の呼吸循環機能に関する研究—第3報—。昭和49年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 No.IX, 1974.

