

運動時の心拍数応答解析法による冠攣縮性狭心症の診断

佐藤 磐 男^{*1}・下村 克 朗^{*2}大江 透^{*2}・鎌倉 史 郎^{*2}松久 茂久雄^{*2}・池田 正 男^{*2}・長谷川 泰 洋^{*3}

はじめに

冠攣縮性狭心症では狭心症発作に日内変動¹⁾や寛解期²⁾のあること、種々の刺激物質や負荷で発作の誘発が可能であること、器質的冠動脈狭窄の程度と直接関係しない³⁾ことなどの特徴から、冠攣縮の発生機序として冠動脈血管壁の局所的な攣縮発生原因のみでなく、それに加えて冠攣縮を生じさせやすくしているより包括的な心臓調節機能異常、特に自律神経性調節機能異常の存在が推測されている⁴⁾。そこで自律神経調節に最も鋭敏に反応する心拍数に着目し、運動負荷に対する心拍数の応答特性を解析することによりこの冠攣縮性狭心症における心臓調節機能異常を検討し、さらに本検査法による冠攣縮性狭心症の診断について検討を加えた。

I 対象と方法

冠攣縮性狭心症21例(男16例,女5例)と正常対照12例(男9,女3)を対象とした。冠攣縮性狭心症は一過性ST上昇を伴う典型的な異型狭心症(15例)または冠動脈造影にて冠攣縮の証明されたもの(11例)とした。冠攣縮性狭心症21例を検査前1ヵ月以内に2回以上自然発作のあった活動期の14例と6ヵ月以上自然発作を認めず、運動、過呼吸、寒冷負荷で発作の誘発されなかった非活動期の7例に分類した。活動期と非活動期冠攣縮性狭心症および正常対照では平均年齢はそれぞれ50±9, 50±10, 50±9歳で差は無く、身長や体重も3群間に差は無かった。

運動負荷試験と心拍数反応の周波数解析は既報の方法⁵⁾⁶⁾で行った。運動負荷試験は少なくとも24時間以上薬剤投与を中止の後、午前9時30分より行った。一定量のトレッドミル歩行負荷(4.5 km/h, 10%)を19

分間の間に数回 on-off 刺激として与え、心電図をデータレコーダに連続記録した(図1)。瞬時心拍数は電算機を用い A/D 変換されたデータから3秒間隔で R-R 間隔の逆数として測定換算した。入力歩行運動を1とし立位安静を0として計算した。この入力の自己相関関数と入力と出力(瞬時心拍数)の相互相関関数から荷重関数を求め、それをラプラス変換することにより、心拍数調節系の周波数伝達関数を求め、Bode 線図上に表現し比較検討した。

II 結 果

立位安静4分間の平均心拍数は活動期、非活動期冠攣縮性狭心症と正常対照でそれぞれ84.9±14.4, 75.3±11.5, 80.7±12.3 bpm で3群間に差は認めなかった。

正常者では運動開始とともに心拍数は急速に増加し、時に初期のピークやその後の dip を形成するがその後は漸増しプラトーに達し、運動終了とともに比較的急速に心拍数は減少した(図1上段)。一方、冠攣縮性狭心症では運動開始とともに心拍数は増加し一過性のピークを作る(図1下段, 図中P)が、その後は運動中にもかかわらず心拍数は減少した(図中D)。その後は極めて緩徐に増加し、プラトーに達するのが遅れた。運動終了後は一過性に減少するもその後再び増加し比較的大きなピークを形成し(図中Pa)、以後漸減した。この運動負荷試験で狭心症発作や虚血性ST変化を生じた症例は1例も無かった。このような運動負荷に対する心拍数の反応異常は活動期の冠攣縮性狭心症の全例に見られたが、非活動期の例や正常対照では1例も見られなかった。

この心拍数の反応異常を Bode 線図上の周波数伝達関数としてみると(図2)、活動期の冠攣縮性狭心症

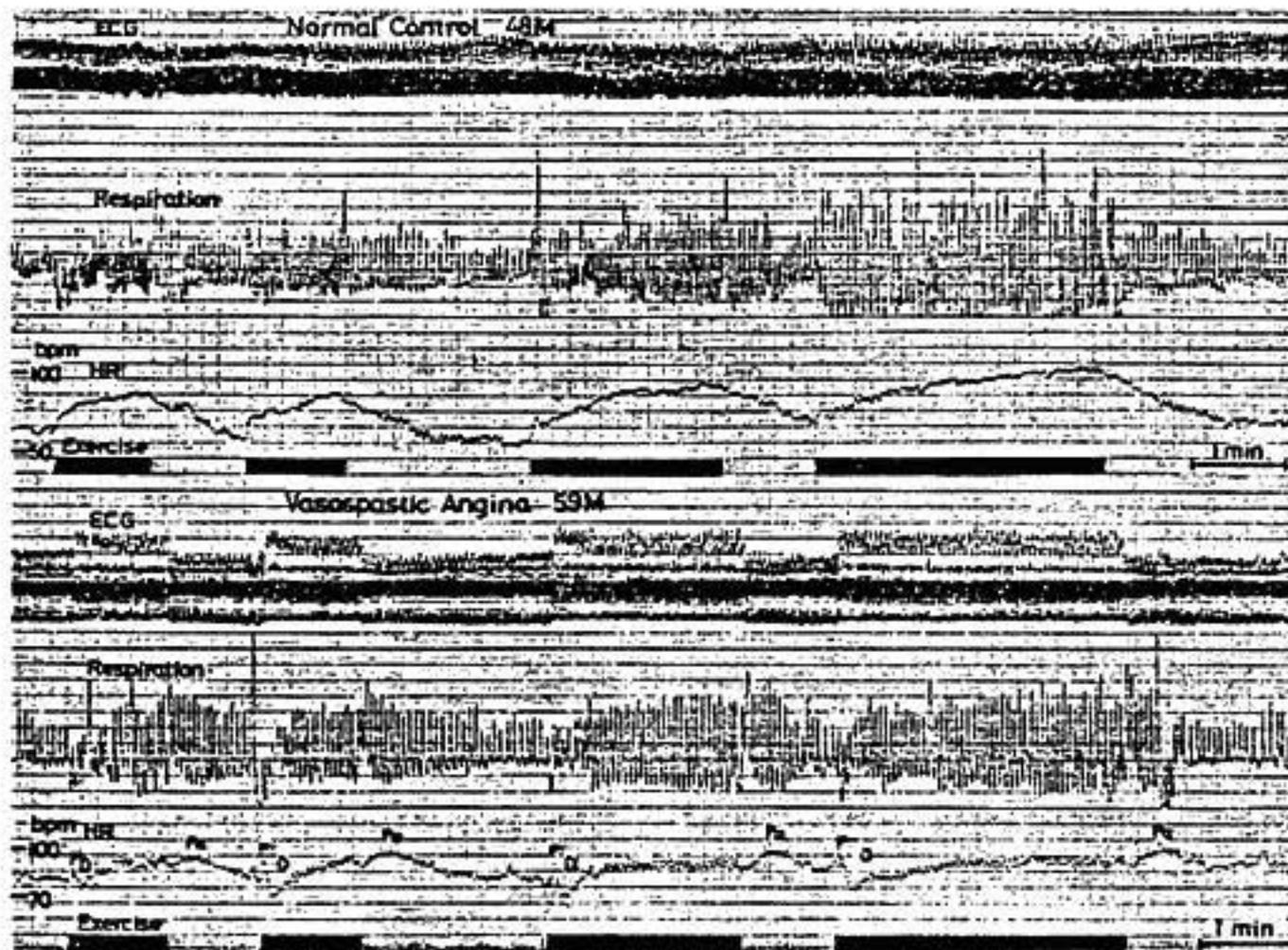


図1 運動負荷に対する心拍数の反応

上段は正常対照を, 下段は冠率縮性狭心症を示す。1段目の記録は心電図を, 2段目は胸郭インピーダンス法による呼吸曲線を, 3段目は心拍数のトレンドグラムを示す(記録速度 3 cm/min), 本文参照。

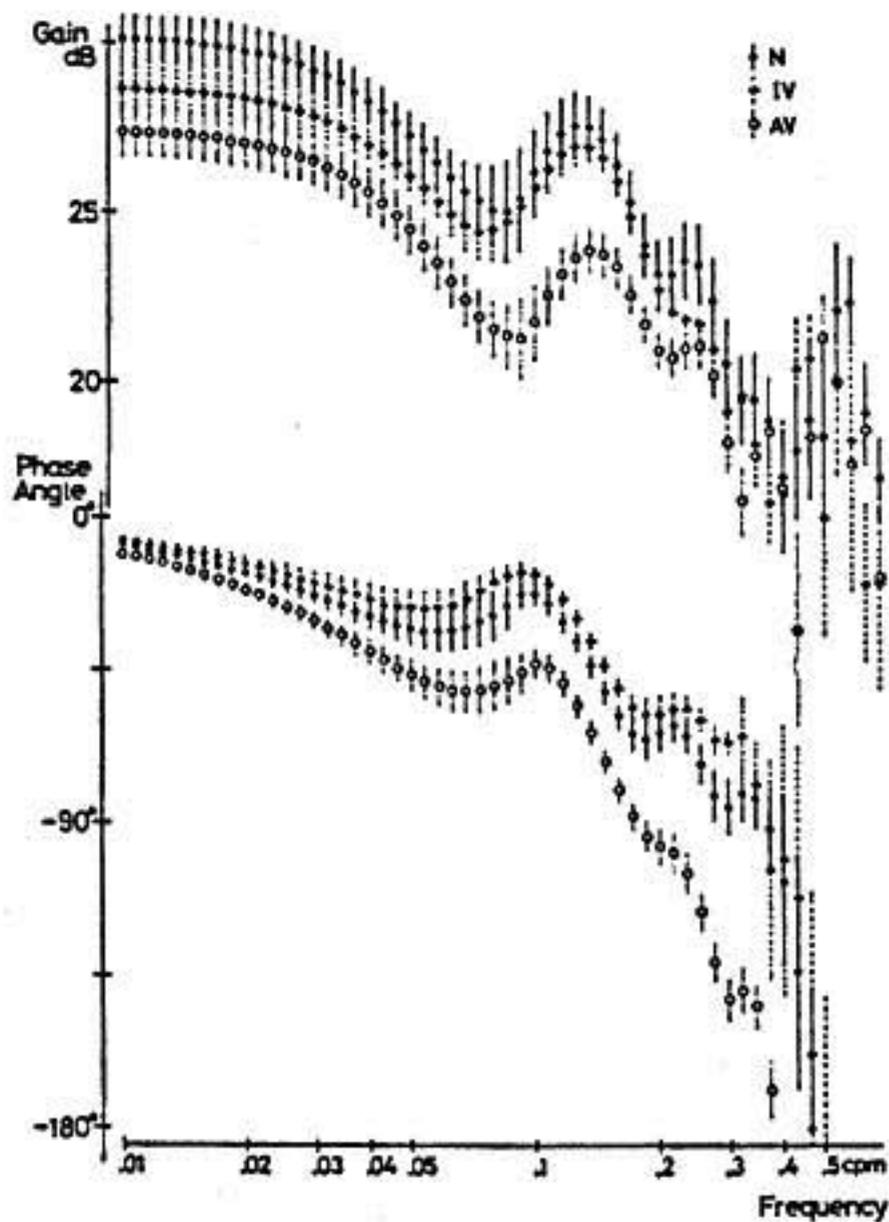


図2 正常対照(N), 非活動期冠率縮性狭心症(IV), 活動期冠率縮性狭心症(AV)の心拍数調節系の伝達関数を示す

上段は系の利得(dB表示)を, 下段は系の位相角(度表示)を示す(平均値±標準誤差), 本文参照。

では正常対照に比し中周波数領域を主とする全域の利得の低下と, 中, 高周波数領域を主とする位相角の著明な遅れという特徴的な変化を示した。一方, 非活動期の例では低周波数領域の軽度の利得の低下を示すのみで正常対照のそれと著差を認めなかった。

III 考察と結語

冠動脈収縮の発生機構として代謝異常や自律神経性心臓調節機能異常の関与が推測されている。特に臨床的には薬理学的および反射性交感神経 α 受容体の刺激により冠率縮が誘発されることから α 受容体の関与が推測されている⁷⁻⁹⁾。しかし最近では α 受容体刺激による発作誘発の再現性や α 受容体遮断剤の治療有効性がいずれも乏しいこと¹⁰⁾¹¹⁾からその関与に疑問が投げかけられ, 冠率縮の発生機序は未だ明確にされていない。

今回我々が観察した冠率縮性狭心症における心拍数の調節異常は狭心痛や虚血性ST変化を生じていない状態で観察されたものである。したがってこれは冠率縮それ自体の発生機構を反映するものでなく, その背景にあって冠率縮を生じさせやすくしている異常, すなわち, 冠循環を含めたより包括的な心臓調節機能異常を反映しているものと思われる。この冠率縮性狭心

症の伝達関数の特徴は正常者に迷走神経遮断剤の atropine を用いた時の伝達関数の特徴と酷似していた。したがって冠痙縮性狭心症では生理的刺激に対する迷走神経の反応障害が存在し、それが本症の病態の背景に存在すると考えられる。

本検査法は狭心症発作を誘発する必要がなく、安全で容易な冠痙縮性狭心症の補助診断法であり、また活動期と非活動期を判別可能なことから本症の管理にも有用であると考えられた。

文 献

- 1) Murao S., et al. : Jpn. Heart J. 21 : 607, 1980.
- 2) Waters D. D., et al. : Circulation 65 : 265, 1982.

- 3) Maseri A., et al. : Am. J. Cardiol. 42 : 1019, 1978.
- 4) Ricci D. R., et al. : Am. J. Cardiol. 43 : 1073, 1979.
- 5) Sato I., et al. : J. Appl. Physiol. 41 : 490, 1976.
- 6) Sato I., et al. : Pflügers Arch. 384 : 1, 1980.
- 7) Yasue H., et al. : Circulation 50 : 534, 1974.
- 8) Yasue H., et al. : Am. Heart J. 91 : 148, 1976.
- 9) Raizner A. E., et al. : Circulation 62 : 925, 1980.
- 10) Chierchia S., et al. : Circulation 69 : 8, 1984.
- 11) Winniford M. D., et al. : Circulation 67 : 1185, 1983.

運動により ST 上昇を示した狭心症16例の検討

豊 増 功 次* . 古 賀 聖 士*

長 田 浩 司* . 板 家 研 一* . 戸 嶋 裕 徳*

はじめに

運動負荷試験において ST 上昇を認めた狭心症例の冠動脈所見、臨床像を検討し、運動負荷試験における ST 上昇の意義を検討した。

I 対象及び方法

病歴において狭心症がつよく疑われ、安静時の心電図において異常 Q 波がなく、運動負荷試験において J 点より 0.06 秒の時点で 0.1 mV 以上の ST 上昇を認めた 16 例を対象とした。年齢は 46~72 歳 (平均 60.5 ± 7.1 歳) 全例男性である。運動負荷試験は、2 階段法 9 例、トレッドミル法 7 例である。負荷試験は午前 10 時から午後 3 時の間に施行した。同一症例の 2 回以後の施行時間は 1 回目とはほぼ同じ時刻に行った。入院後 15 例は安静時また 1 例は労作時の胸痛発作時に心電図 ST 上昇を認めた。全例に左室造影及び冠動脈造影を行い、冠動脈に有意病変がなく、CAG 中に自然発作

の認められなかった例では、エルゴノビン負荷を行った。

II 結 果

自然発作と運動負荷試験における ST 上昇の部位は 7 例において完全に一致し、他の例も、ほぼ同じ部位であった。AHA の基準で 75% 以上の有意狭窄を認めない例は 4 例であった。CAG 中全例に右冠動脈に狭窄が認められた。この 4 例の自然発作と運動負荷時の ST 上昇部位は共に II III aV_F であった。左前下行枝の 1 枝病変例は 7 例であった。そのうち 4 例で病変部に狭窄が認められた。これらの例の自然発作と運動負荷時の ST 上昇部位は胸部誘導であった。左前下行枝と回旋枝の 2 枝病変 3 例のうち 1 例でも右冠動脈の狭窄が認められ、II III aV_F で ST 上昇がみられた。以上のように自然発作と運動負荷時の ST 上昇部位が一致し、CAG 中に狭窄の認められた例では、その時の ST 上昇部位も一致した。

次に ST 上昇部位と器質的冠動脈病変の部位の関係を検討した。V1-5 で ST 上昇を示した 12 例では 11 例に左前下行枝の有意病変を認め、うち 1 例では右冠動脈にも有意病変を認めた。II III aV_F で ST 上昇を示した 4 例では 1 例のみに右冠動脈病変を認め、左冠動脈病変は認められなかった。V1-5 で ST 上昇を示す症例では左冠動脈に高度狭窄病変が存在するが、II III aV_F で ST 上昇を示す例では右冠動脈病変は軽度な例が多かった。

運動負荷試験における ST 変化の経過の検討では 1 回目と同等あるいは、それ以上の負荷により 2 回目では 8 例が再び ST 上昇を、5 例が ST 低下を示し、3 例が ST 不変であった。2 回目の運動負荷試験施行日前 3 日間に自然発作を認めた例は ST 上昇例では 8 例中 5 例、ST 低下例では 5 例中 1 例、ST 不変例 3 例では自然発作はなかった。トレッドミル試験中に ST 上昇を認めた 7 例について最大 ST 上昇時期と Double product (D.P.) 最大時期との関係を検討すると、2 例では ST 上昇のピークが D.P. のピークと一致せず数分間の遅れを示した。同時であった 5 例中 4 例は再現性がみられず 1 例のみに再現性がみられた。図 1 に再現性のみられた重症冠動脈病変を有する例

を示す。投薬前の運動負荷試験では運動開始後 3 分半で D.P. 及び V₃ の ST 上昇は共にピークとなり、胸痛出現にて運動を中止した。その後、亜硝酸薬や Ca 拮抗薬を投与し同様の負荷試験を行ったが、いずれもほぼ同一の D.P. で ST 上昇はピークとなり運動時間の延長はわずかであった。図 1 右の β 遮断剤投与にて運動時間は最も延長したが、中止時には同様の D.P. で ST 上昇と胸痛の出現を認めた。

III 考 案

今回の運動負荷試験において ST 上昇を認めた 16 例の検討では安静時発作と運動負荷時の ST 上昇部位が一致した。また、Fuller ら¹⁾ や服部ら²⁾ が冠動脈造影時に自転車エルゴメーター試験を行い、直接、運動負荷時とエルゴノビン負荷時の収縮が同一であることを確認しているように、本研究でも、造影中に認められた収縮に対応する領域の ST 上昇が運動負荷試験中に認められたことより運動によって収縮が誘発され得ると考えられた。また泰江ら³⁾ が運動負荷試験を早朝に行えば高頻度に狭心症を誘発できると述べているが、安静時発作が頻発している時期には村山ら⁴⁾ の結果と同じように早朝ばかりでなく日中にも運動負荷による

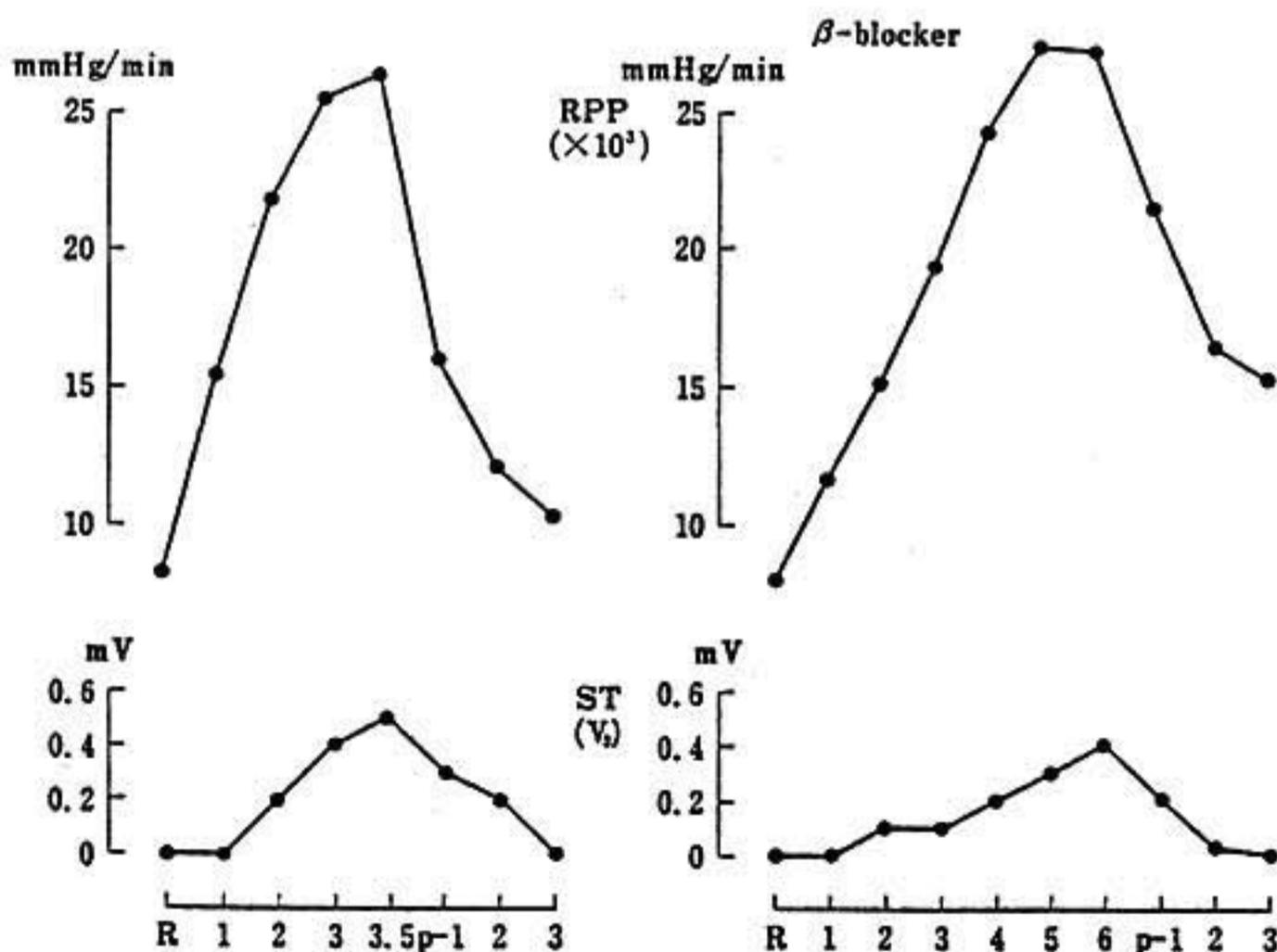


図 1 ダブルプロダクトと ST 偏位との関係 (症例 16 T. T. Bruce)

ST 上昇の再現性を認める例が多く、自然発作の軽快とともに誘発が困難となることや、Weinerら⁵⁾がすでに報告しているように ST 上昇が運動中または直後に発生したものでも ST 上昇が運動中止後の時間の経過とともに増強してくる例もみられ D.P. のピークと ST 上昇の最大値のピークが同時でない症例が存在することも運動により誘発された発作とはいうものの、器質的冠動脈狭窄にもとづく心筋酸素需要供給の不均衡では説明しにくく、冠動脈の収縮の関与を示唆する所見と思われた。冠動脈病変と収縮との検討では左冠動脈では ST 上昇を伴う冠動脈収縮は高度狭窄病変に生じやすいが右冠動脈においては病変が軽度であっても収縮が生じることが多いように思われた。また D.P. と ST 上昇の最大値のピークが同時である症例のなかではほぼ同じ D.P. 値で ST 上昇の再現性を示す例は冠動脈収縮だけとは考えられず遠藤ら⁶⁾が言うように冠動脈病変が高度で心筋酸素需要の増大がその主因であると考えられる例も認められた。

ま と め

運動負荷試験により誘発された ST 上昇は

1) 大部分の症例では運動で誘発された冠収縮を反映していると考えられた。

2) 左冠動脈領域に ST 上昇の認められた例では冠動脈病変の高度な例が多く、右冠動脈領域では軽い例が多かった。

3) 再現性が認められた例では、2回目の運動負荷試験前の自然発作の頻度が多かった。

4) ST 変化と D.P. のピーク時期が一致しない例は運動によって誘発された冠動脈収縮を示唆するが、同時である例は重症の器質的病変によるものが含まれている可能性が示唆された。

文 献

- 1) Fuller C. M., et al. : Am. J. Cardiol. 46 : 500, 1980.
- 2) 服部隆一, 他 : 心臓 13(8) : 903, 1981.
- 3) Yasue H., et al. : Circulation 59 : 938, 1979.
- 4) 村山正博, 他 : 心臓 14(3) : 349, 1982.
- 5) Weiner D. A., et al. : Chest 74 : 133, 1978.
- 6) 遠藤真弘, 他 : 肺と心 22 : 97, 1975.

心筋梗塞後の運動による ST 変化の経時的推移について

近 藤 正 士*・山 じ 徹*

山 本 伸 仁*・増 田 岳 一*

東 山 領*・中 野 赴*・竹 沢 英 郎*

はじめに

急性心筋梗塞後の運動負荷試験の所見を経時的に比較した報告は少ない。今回我々は心筋梗塞後2回のトレッドミル運動負荷試験を施行し、運動による ST 変化の経時的推移について検討したので報告する。

I 対象および方法

対象は急性心筋梗塞発症後90日以内にトレッドミル

最大運動負荷を行った患者のうち再度同一の運動負荷試験を施行しえた17名(平均54±11歳)である。初回運動負荷試験(以下1st)と2回目の運動負荷試験(以下2nd)の間隔は3~45カ月(平均21±11カ月)である。運動負荷法は Bruce の変法による多段階トレッドミル運動負荷であり、何らかの自覚症状が出現するまで行う symptom limited 最大負荷法とした¹⁾。運動負荷試験は1st, 2ndとも同一時刻に行い、交感神経遮断薬、亜硝酸薬、カルシウム拮抗薬の投与を

うけている場合は服用中止後24時間以上経過してから施行した。運動負荷前, 中, 後5分まで1分ごとに12誘導心電図を記録し, 同時にマンシユット血圧計により左上腕部にて血圧を測定した。心電図上 ST 上昇は J point より0.04秒, ST 低下は J point より0.08秒の時点で運動による新たな変化を計測した。得られた数値の統計学的検討には Wilcoxon matched paired test を用い $P < 0.05$ をもって有意とした。

II 結 果

(1) Pressure rate product (PRP) の変化

1st と 2nd の PRP を比較すると, 安静時では両群間に有意な差を認めないが stage 1 (1.7 mph, 10%) の軽度な運動では 2nd で有意に PRP が減少していた。しかし最大運動時では両群間に有意な差を認めなかった (図1)。

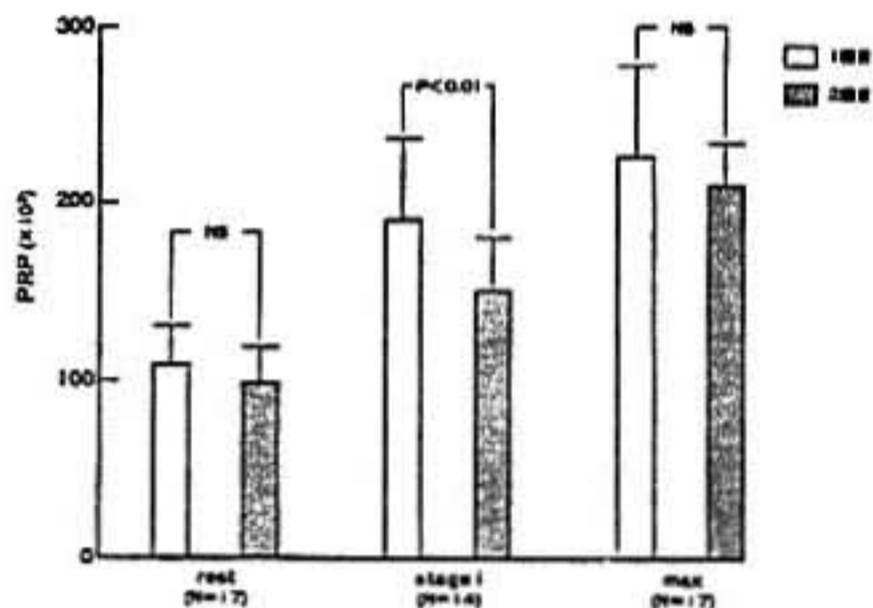


図1 Pressure rate product (PRP) の変化

(2) 運動による ST 上昇の推移

最大運動時の ST 上昇 (≥ 0.1 mV) の最も著しい同一誘導における変化を検討すると, 1st では17例中12例に ST 上昇を認めたが, このうち1例を除くすべての例で 2nd には ST 上昇の減高あるいは消失を認めた。1st で ST 上昇を示さなかった5例は 2nd でも ST 上昇を認めなかった (図2)。

(3) 運動による ST 低下の推移

運動による ST 低下 (≥ 0.1 mV) は 1st では17例中6例に認めたが, 2nd でもこの6例は ST 低下を認めた。このうち3例ではさらに ST 低下の程度が増強した。また, 1st で ST 低下を示さなかった11例

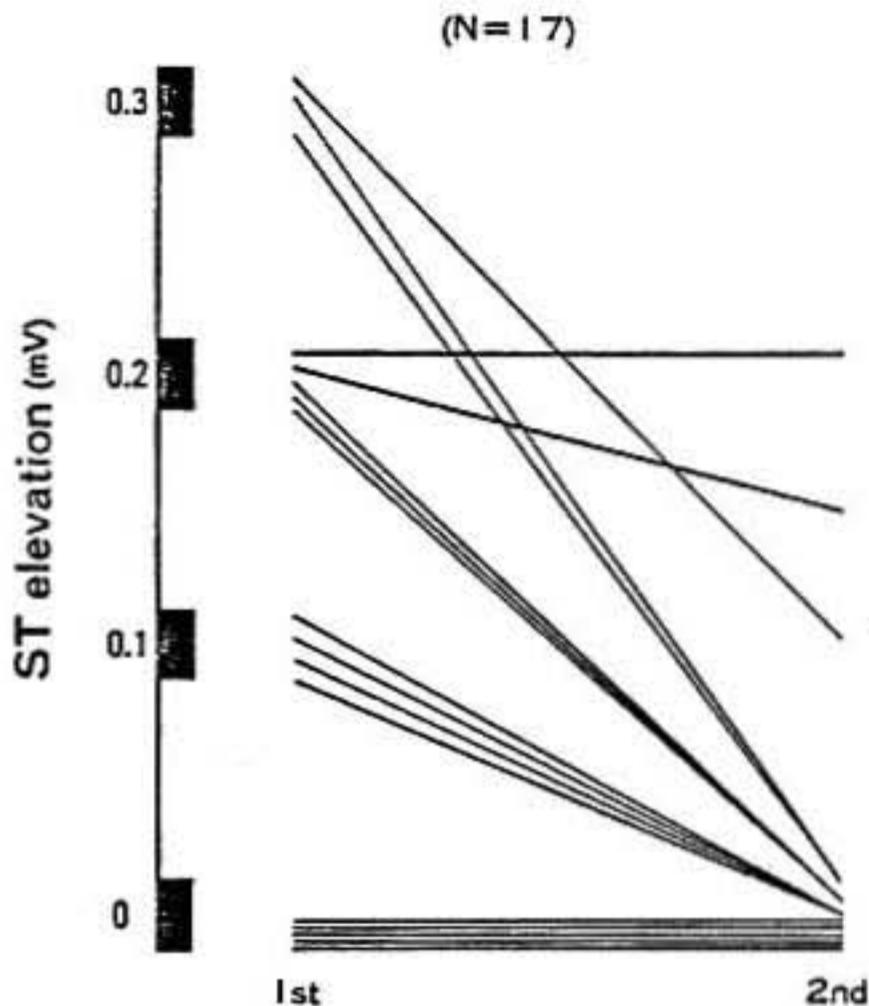


図2 運動による ST 上昇の推移

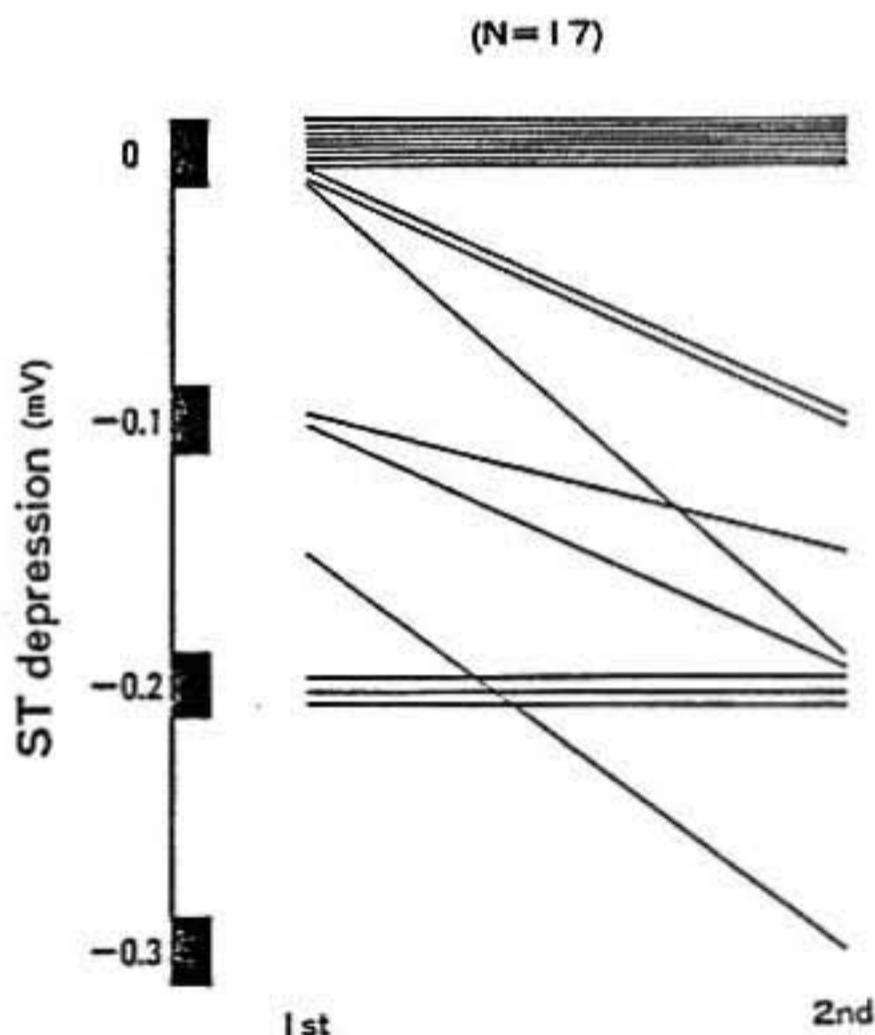


図3 運動による ST 低下の推移

のうち8例は 2nd でも変化を認めなかったが, 3例で新たな ST 低下が出現した (図3)。

III 考 察

心筋梗塞後の長期にわたる運動負荷所見の推移についての報告は少ない。運動耐容能については今回の研

究では 1st に比較して 2nd で最大運動時間が増加する傾向を認めた。しかし最大運動時での PRP には有意な差を認めないことより、1st, 2nd とともにほぼ同様の心臓への負荷が得られたものと考えられる。

梗塞後の運動による ST 上昇 (≥ 0.1 mV) は、その機序は不明であるが、既報のごとく左室の高度壁運動異常を示唆する所見と考えられる¹⁾。今回の研究では 1st で観察された ST 上昇は 2nd ではほとんどすべての例で減高ないしは消失する傾向を認めた。Atterhög²⁾ も前壁梗塞12例で同様の結果を報告している³⁾。このように運動による ST 上昇が壁運動異常と密接な関係を有するならば、ST 上昇の減高は経時的な壁運動異常の改善を示す所見である可能性がある。Jeffrey³⁾、Heinrich⁴⁾ も梗塞後の心機能の改善は壁運動異常の改善によるものであると報告している。運動による ST 上昇の機序とその経時的変化はこのような壁運動の機械的な改善のほか、電気生理学的機序も考えられ、今後さらに検討が必要である。

一方、梗塞後の運動による ST 低下は今回の研究では全例不変でありむしろその程度が増強する例を認め

た。梗塞後の運動による ST 低下 (≥ 0.1 mV) は既報のごとく冠動脈多枝病変を示す所見と考えられ¹⁾、その経時的変化は冠動脈病変の推移と密接に関係していると思われる。もしそうであれば梗塞後の運動による ST 低下は冠動脈病変の進行程度および予後の推定に有用な指標と考えられる。

結 語

1) 心筋梗塞後の運動による ST 上昇は経時的に減高もしくは消失した。

2) 心筋梗塞後の運動による ST 低下は不変もしくは増大した。

文 献

- 1) 山門 徹, 他: 心臓 15: 438, 1982.
- 2) J. H. Atterhög, et al.: Br. Heart J. 33: 871, 1971.
- 3) Jeffrey S. B., et al.: Am. J. Cardiol. 46: 1, 1980.
- 4) Heinrich R. S., et al.: Am. J. Cardiol. 38: 407, 1976.

虚血性心疾患の運動負荷における Upsloping 型 ST 降下の臨床的意義

鯨 坂 隆 一* . 松 本 龍 馬* . 藤 田 享 宣*
 飯 田 要* . 飯 田 啓 治* . 小 川 剛*
 松 田 光 生* . 杉 下 靖 郎* . 伊 藤 巖*

はじめに

運動負荷心電図における Upsloping 型 ST 降下を心筋虚血の所見とするか否かについては定説がない。本研究の目的は、運動負荷心電図における ST 降下の型と冠動脈病変、循環諸指標などとの関連につき検討することにより、Upsloping 型 ST 降下の臨床的意

義を明らかにすることにある。

I 対象および方法

対象は症状の安定した労作狭心症患者31例であり、年齢 53.3 ± 9.1 歳 (35歳~70歳)、男性22例、女性9例であった。運動負荷試験は、シーメンス社製電気制動型エルゴメーターを用いて臥位にて施行した。各症例

とも1ないし2回の予備試験を施行した後, 本試験を行った。負荷の様式は, 初回負荷量を 0.5~1 Watt/kg とし3分ごとに 0.5 Watt/kg ずつ増量する方法とし, 終点は, 胸痛あるいは下肢疲労にて運動の続行が不能となった時点とした。負荷試験中は, 1分ごとに, 血圧測定, 心電図記録を行い, 心拍数と収縮期血圧との積より Rate Pressure Product (以下 PRP) を算出した。また, 肘静脈に穿刺針を留置し, 安静時および負荷終点において ^{99m}Tc 20 mCi を急速静注し, 一回通過法による心プールシンチグラフィを行い, 左室駆出分画 (EF) を測定した。運動負荷心電図上, ST 降下度は J 点より 0.08 秒の点において計測し, 0.1 mV 以上を有意とした。また, 全例, 運動負荷試験より 1 ヶ月以内に冠動脈造影を施行し, 主要冠動脈枝の 75% 以上の狭窄を有意狭窄とし, 冠動脈の狭窄病変を評価した。

II 成 績

対象は, 負荷心電図における ST 降下の型および冠動脈造影所見より, 以下の 4 群に分類した。すなわち, I 群: 負荷心電図上 Upsloping 型 ST 降下を認め,

冠動脈造影上, 有意狭窄のない 7 症例, II 群: 負荷心電図上, 虚血性 (Horizontal ないし Downsloping 型) ST 降下を認め, 冠動脈造影上, 有意狭窄のない 4 症例, III 群: 負荷心電図上, Upsloping 型 ST 降下を認め, 冠動脈造影上, 有意の狭窄を認めた 7 症例, IV 群: 負荷心電図上, 虚血性 ST 降下を認め, 冠動脈に有意狭窄を認めた 13 症例である。

以上の分類にもとづき, Upsloping 型 ST 降下と虚血型 ST 降下の比較のため, I 群: II 群および III 群: IV 群について諸指標を比較した。

安静時においては, III 群の収縮期血圧が IV 群のそれより有意に高かったが他の指標については各群間に有意差を認めなかった (表 1)。

一方, 負荷時においては, 心拍数, 収縮期血圧, RPP, 最大 ST 降下度については, I 群: II 群および III 群: IV 群のいずれにも有意差を認めなかった。しかし, EF については, I 群: II 群では有意差を認めなかったが, III 群と IV 群とを比較すると, 前者が有意に低値を示した (表 2)。冠動脈狭窄枝数をみると, III 群が 1.9 ± 0.9 本, IV 群が 2.1 ± 0.9 本であり, 両群間に有意差を認めなかった。

表 1 安静時における循環諸指標

	I 群	II 群	III 群	IV 群
心 拍 数	74.9 ± 12.9	78.3 ± 16.4	66.6 ± 9.0	66.5 ± 10.8
収 縮 期 血 圧 (mmHg)	132.6 ± 15.7	129.5 ± 10.8	151.1 ± 18.8	133.1 ± 13.8
RPP ($\times 10^3$)	10.0 ± 2.3	10.1 ± 2.2	10.2 ± 3.4	8.8 ± 1.6
EF (%)	67.2 ± 5.6	71.5 ± 8.1	62.3 ± 10.2	67.3 ± 11.1

* $p < 0.05$

表 2 運動負荷時における循環諸指標

	I 群	II 群	III 群	IV 群
心 拍 数	127.9 ± 7.9	130.8 ± 19.1	107.9 ± 7.0	101.2 ± 12.1
収 縮 期 血 圧 (mmHg)	191.1 ± 28.6	163.0 ± 13.2	171.7 ± 29.1	158.6 ± 16.7
RPP ($\times 10^3$)	24.5 ± 4.6	21.4 ± 4.1	18.6 ± 3.6	16.1 ± 2.7
EF (%)	77.5 ± 3.6	79.3 ± 4.1	51.6 ± 10.5	64.1 ± 10.0
最大 ST 降下度 (mV)	0.17 ± 0.05	0.23 ± 0.03	0.19 ± 0.05	0.18 ± 0.06

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

つぎに、Upsloping 型 ST 降下を示した症例の中で、冠動脈狭窄の有無による差異を検討するために、I 群と III 群について各指標を比較した。安静時においては、いずれの指標についても、両群間に有意差を認めなかった (表 1)。一方、負荷時においては、収縮期血圧については、両群間に有意差を認めなかったが、心拍数、RPP、EF については、いずれも I 群が有意に高値を示した (表 2)。最大 ST 降下度は両群間に有意差を認めなかった (表 2)。

つぎに、回復期における ST 降下の型について検討すると、I 群においては 7 例中 5 例が Upsloping 型を示し、2 例は虚血型へ変化した。一方、III 群においては 7 例中 1 例のみが Upsloping 型を示し、他の 6 例は虚血型へ変化した。

III 考 察

運動負荷心電図において Upsloping 型 ST 降下を心筋虚血の所見とするか否かの判定は難しい。健常人においても運動により J 点の低下を生ずること、長期間の経過観察により冠動脈疾患罹患率が少ないことより、負荷心電図における Upsloping 型 ST 降下の臨床的意義を疑問視する報告¹⁾もあるが、Upsloping 型 ST 降下を示す症例の中にも冠動脈疾患患者が含まれているとする報告もある²⁾。今回の結果においても、Upsloping 型 ST 降下を示した 14 例中 7 例 (50%) は、冠動脈造影上、有意狭窄を認めた。Upsloping 型 ST 降下を示した症例の中で冠動脈に有意狭窄のない群と冠動脈に有意狭窄のある群の負荷時循環指標を

検討すると、前者の負荷終点における心拍数、RPP、EF が後者より有意に大であったことは、両者の鑑別上、有用と考えられる。また、回復期における ST 降下をみると、冠動脈狭窄のない例では Upsloping 型より虚血型へ変化するものは少ないのに対し、冠動脈に有意狭窄のある例では、大部分、虚血型へ変化した点も、両者の鑑別に有用と考えられる。

一方、冠動脈に有意狭窄を認めた症例の中で、負荷終点において Upsloping 型 ST 降下を示したものと虚血型を示したものを比較すると、両群間の冠動脈狭窄枝数、心拍数、RPP には差異を認めなかったが、EF は前者で有意に低かった。この機序としては、III 群の安静時血圧が他群より高かったことが何らかの関与をしているのかもしれないが、症例数も少なく明らかにしえない。また、今回は標準 12 誘導心電図を用いた検討であり、Upsloping 型 ST 降下を示した例においても電極の位置を移せば虚血型 ST 降下を認める可能性は否定しえない。

結 論

冠動脈疾患において運動負荷時、Upsloping 型 ST 降下を示すものと虚血型 ST 降下を示すものとの間で、冠動脈疾患としての重症度に差異はないと考えられた。

文 献

- 1) Robb G. P., et al. : JAMA 200 : 918, 1967.
- 2) Stuart R. S., et al. : Am. J. Cardiol. 37 : 19, 1976.

狭心症患者における運動負荷後の ST 低下の体表面分布

八 卷 通 安^{*1}・池 田 こずえ^{*1}・五十嵐 秀^{*1}
 久保田 功^{*1}・金 谷 透^{*1}・殿 岡 一 郎^{*1}
 立 木 楷^{*1}・安 井 昭 二^{*1}・渡 辺 佳 彦^{*2}

はじめに

運動負荷後の心電図変化から心筋虚血の定量診断及び部位診断がどの程度可能であるかという問題を検討するため、我々は体表面電位図を用いて負荷後の ST 低下の体表面分布を明らかにし、冠動脈造影 (CAG) 及び負荷 Tl-201 負荷 scintigram (Ex-MPI) 所見との対比を行った。

I 対象及び方法

対象は心筋梗塞の既往のない労作性狭心症患者41名である。全例に CAG にて少なくとも1本の冠動脈に51%以上の有意狭窄が確認されている。一枝病変は23名 (RCA 9, LAD 11, LCX 3) 二枝病変は8名, 三枝病変は10名であった。亜最大 treadmill 負荷前後にて中日電子製 HPM-5100 S 装置を用い胸壁上87点より単極誘導心電図を記録した。記録はすべて安静呼吸位にて行った。いずれの誘導においても J 点から 60 msec の時点で 0.05 mV 以上の horizontal あるいは downsloping の ST 低下が認められる場合を有意と考えた。

運動負荷 Tl-201 心筋 scintigram は亜最大 treadmill 負荷終了前1分に Tl-201 2 mCi 静注し、負荷終了5分後から stress image を、3時間後から delayed image を4方向 (RAO 30°, 正面, LAO 45°, 左側面) より撮像した。左室局所の redistribution の程度は左室の6領域 (中隔, 前壁, 側壁, 心尖部, 下壁, 後壁) について Redistribution index (RDI) として算出した。左室全体としての虚血は mean washout rate (MWR) として算出した。

冠動脈造影の評価は Pujadas らの評価法に従った。すなわち RCA, LMT, LAD, RCA の4主要冠動脈枝

に正常 (grade 0) から完全閉塞 (grade 5) までの6段階までの score をつけた。4主要冠動脈枝の score の合計を算出し冠動脈病変の重症度の指標とした。

II 結果及び考按

体表面上で ST 低下を示した誘導点の数は Pujadas による coronary score の合計と $r=0.70$ ($P<0.0001$) の有意な相関が存在した (図1)。更に、Ex-MPI が施行された31症例において ST 低下を示した誘導点数と左室全体の虚血の指標である MWR との間には $r=-0.68$ ($P<0.0001$) の有意な逆相関が存在した (図2)。したがって、ST 低下の広さは冠動脈病変重症度及び、左室全体の虚血の程度を非侵襲的に定量診断をする有用な指標であると考えられた。

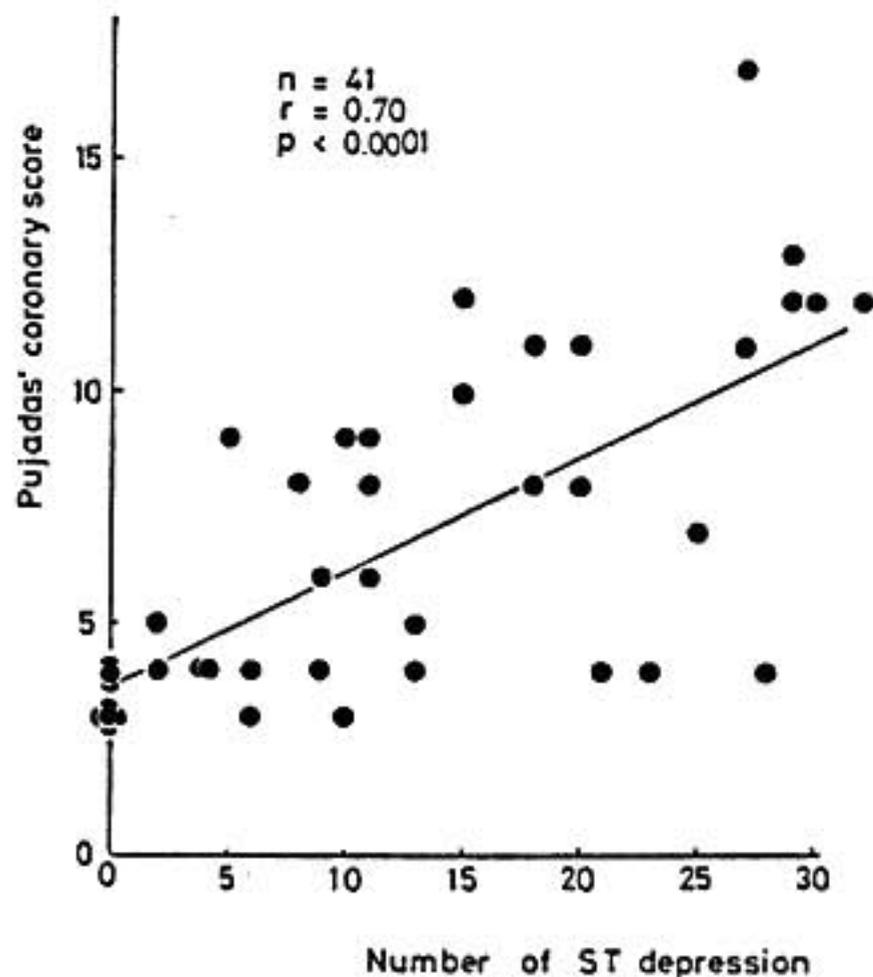


図1 ST 低下を示す誘導点数と Pujadas の coronary score との関係

*1 山形大学医学部 第一内科 ** 名古屋保健衛生大学 内科

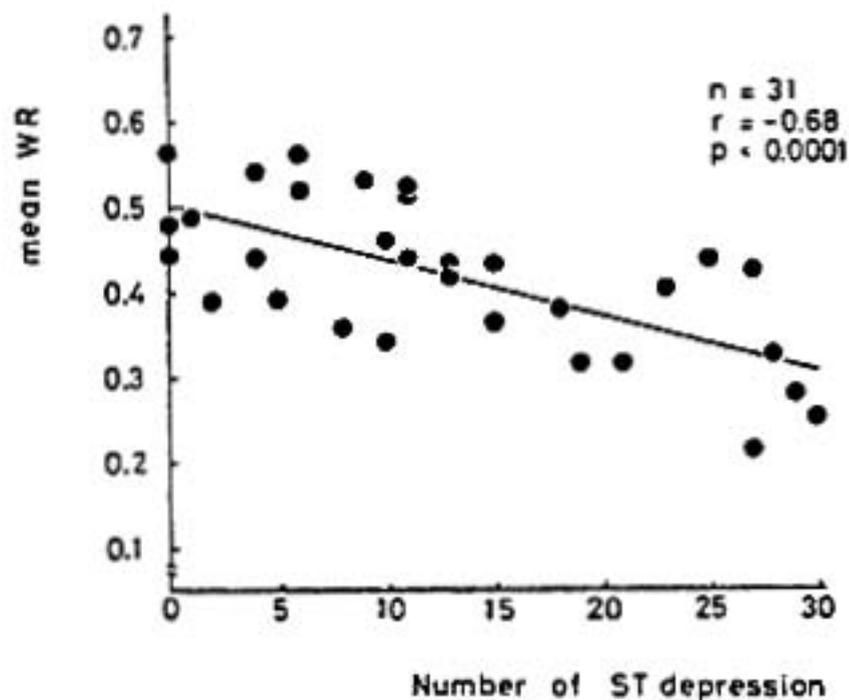


図2 ST 低下を示す誘導点数と mean washout rate (WR) との関係

BODY SURFACE DISTRIBUTION OF ST DEPRESSION
ANGINA PECTORIS 1VD (n=23)

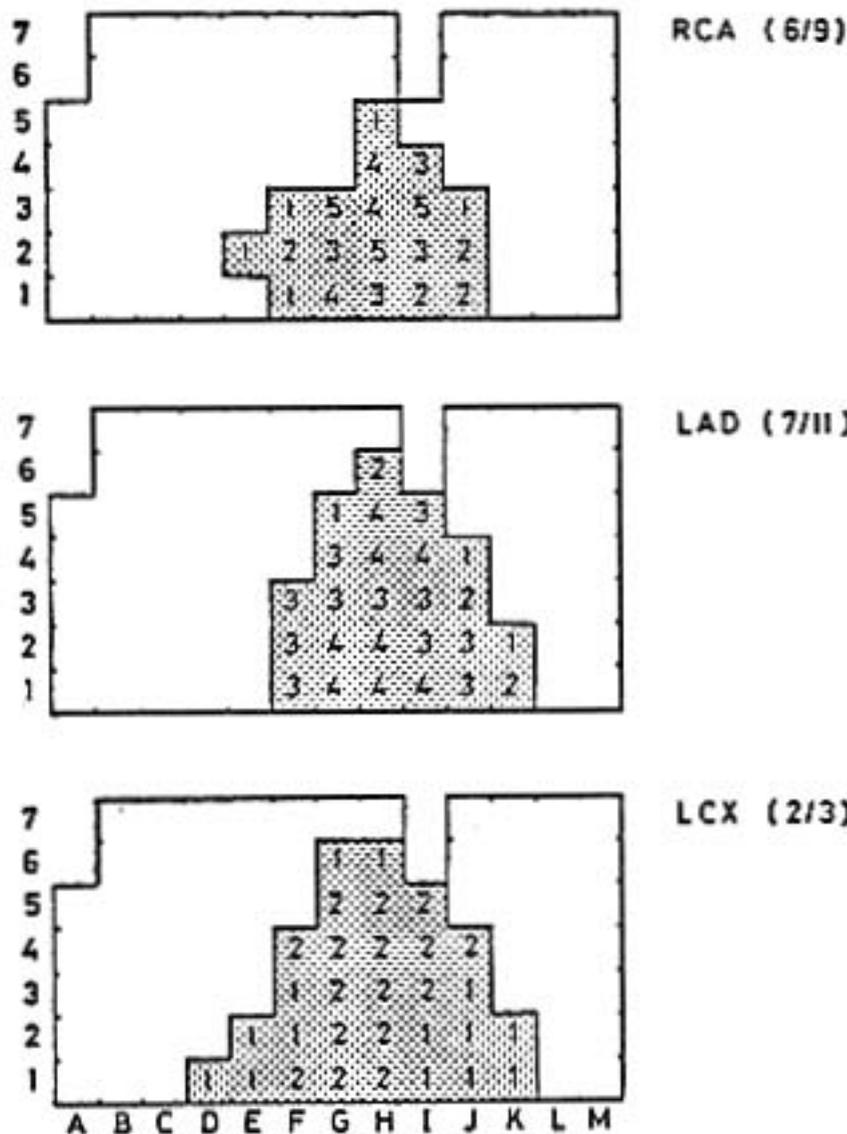


図3 狭心症一枝病変患者における運動負荷後の ST 低下分布

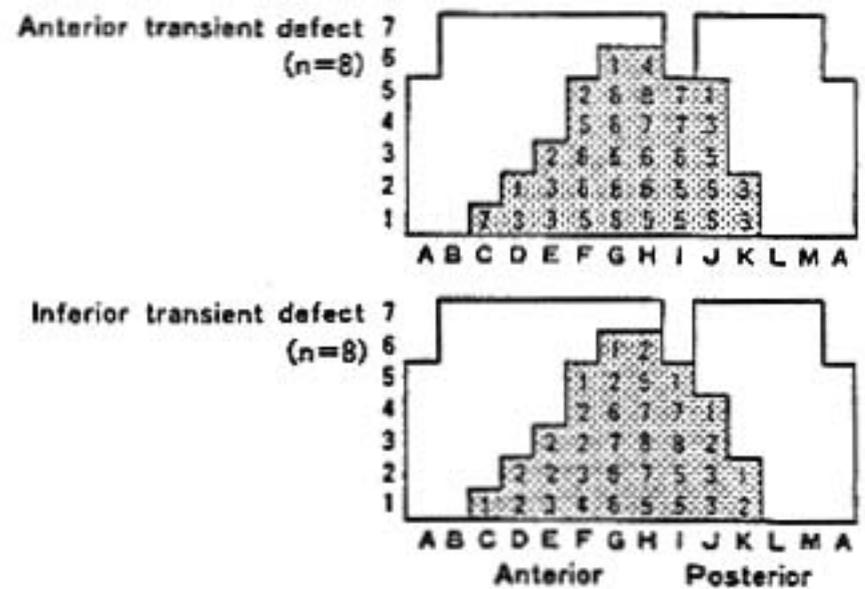


図4 Anterior transient defect 群及び inferior transient defect 群における運動負荷後の ST 低下分布

ST 低下領域は標準12誘導の V_5 を中心とした左前胸部に多く認められ、前胸部左上端を頂点とし、左右に広がる三角形状を呈した。次に、一枝病変23名につき罹患動脈枝と ST 低下の分布様式との関連を検討した。LAD 11例、RCA 7例、LCX 3例の各一枝病変は罹患冠動脈枝にかかわらず、 V_5 を中心とした左前胸部に ST 低下領域を有した(図3)。更に、Ex-MPI における心筋虚血部位と ST 低下の分布様式との関連性を検討した。左室局所の虚血を表す RDI の異常が前壁にのみ存在した8例と、下壁にのみ存在した8例について ST 低下の分布様式の相違は認められなかった(図4)。以上より労作性狭心症患者において運動負荷後の ST 低下様式から罹患動脈枝及び虚血部位を推定することは臨床上困難であると考えられた。

結 語

労作性狭心症患者の treadmill 負荷前後の ST 低下の体表面分布に関し以下の結論をえた。ST 低下は左前胸部を中心に認められ、その広がり冠動脈病変の重症度を反映した。しかし、冠狭窄部の推定は困難であった。

運動負荷心電図の偽陽性反応判定における体位の影響

中 島 敏 明*・村 山 正 博*

川久保 清*・井 上 寛 一*・宮 川 寛*

小 野 彰 一*・板 井 勉*・加 藤 紀 久*

はじめに

運動負荷心電図の判定上陽性と判定されながら虚血反応によらないいわゆる偽陽性反応の判別は臨床上きわめて重要な問題である。特にふだん症状がなく、虚血性心疾患のスクリーニングテストとして行った運動負荷でたまたま ST 低下を示す症例がかなりの頻度で認められ、無症候者または非定型的胸痛を有する人に関する本法の Predictive value は、かなり低いと考えられる。また、女性の運動負荷心電図では偽陽性反応が多いことはよく知られており、女性の判定基準は男性と別にしなければならないという議論もある。これらの女性における ST 下降には自律神経要因が関与すると考えられるが、それはしばしば臥位から立位への体位変更により出現することが知られている。本報告は、女性偽陽性例の運動負荷心電図の ST・T の回復過程を臥位・立位にて記録し、両者の比較により偽陽性反応と真の陽性反応を判別する試みを行ったものである。

I 対象並びに方法

対象：トレッドミル負荷心電図立位記録にて、1 mm 以上の水平または sagging 型 ST 下降を示し陽性と判定されたが、臨床像から虚血性心疾患とは考えがたい非定型的胸痛を有する女性 24 人（平均年齢 43 歳）、うち 4 人については冠状動脈造影上病変のないことが、15 人については、運動負荷タリウム心筋シンチにて異常のないことが確認されている。その他の 5 人は、いずれも 39 歳以下の若年者で冠危険因子を有しないものであった。また、これとは別に、典型的狭心痛を有し、器質的狭窄の確認された 15 人をコントロール群とし、偽陽性群と比較した。

方法：まず臥位から立位への体位変換を行い、ついでトレッドミルを用いた Bruce プロトコールによる多段階式運動負荷を行った。心電図記録は、運動中・後 1 分ごとに行ったが、負荷終了後の記録は、まず立位にて行い十分な回復ののちに再び同じ運動負荷を行った後、直ちに臥位とし心電図を記録した。自覚的 Maximum 及び虚血性 ST 変化を end point とし、両体位における回復過程の判定に対しては、1 mm 以上の水平または、sagging 型 ST 下降を認めるものを陽性とした。なお、一部の非定型的胸痛群および虚血性心疾患群に対しては、Marquette 社の CASE を用い両群の体位の変化による ST の変化の相違につき比較検討した。

II 結 果

非定型胸痛群での両体位による ST の変化の実例を示す。図 1 は、36 歳の女性例であるが Bruce III 度にて息切れのため中止し、立位にて終了後 3 分 II, III, aV_F で水平型から sagging 型の 1 mm 以上の ST 下降がみられ、この変化は負荷後 8 分でも続いている。虚血反応陽性とせざるをえない。図 2 は、同じ負荷を行った後に直ちに臥位とした。運動直後の ST 下降は立位の時とほぼ同じであるが、運動後の回復期において、立位にみられるような II, III, aV_F の sagging 型

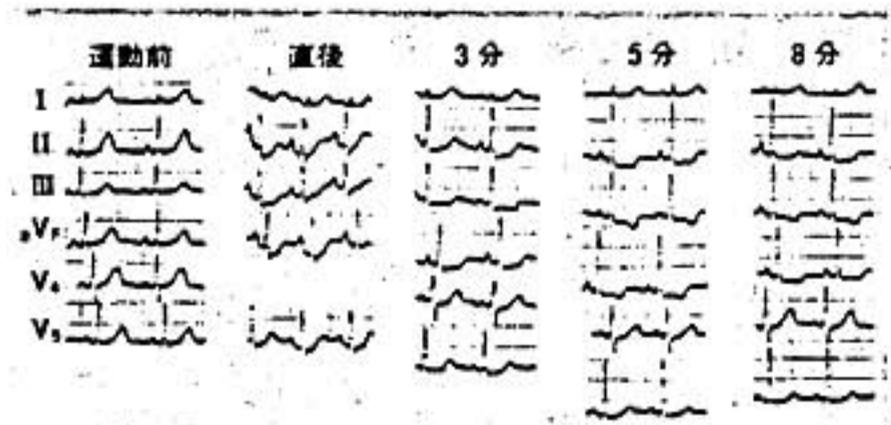


図 1 運動負荷心電図立位記録 (S. Y. 36 歳, 女性)

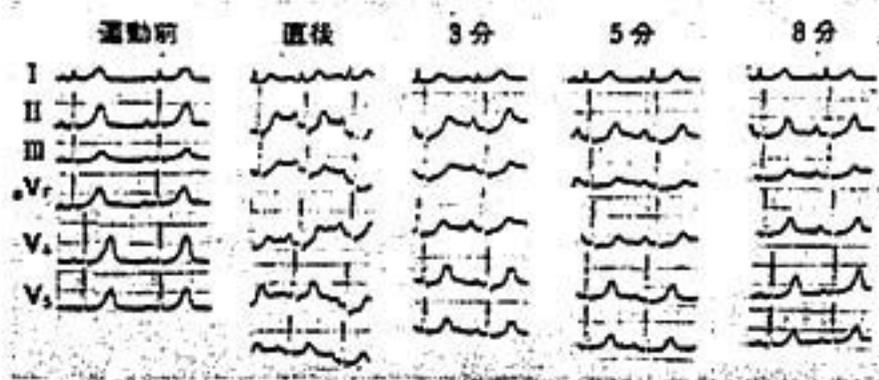
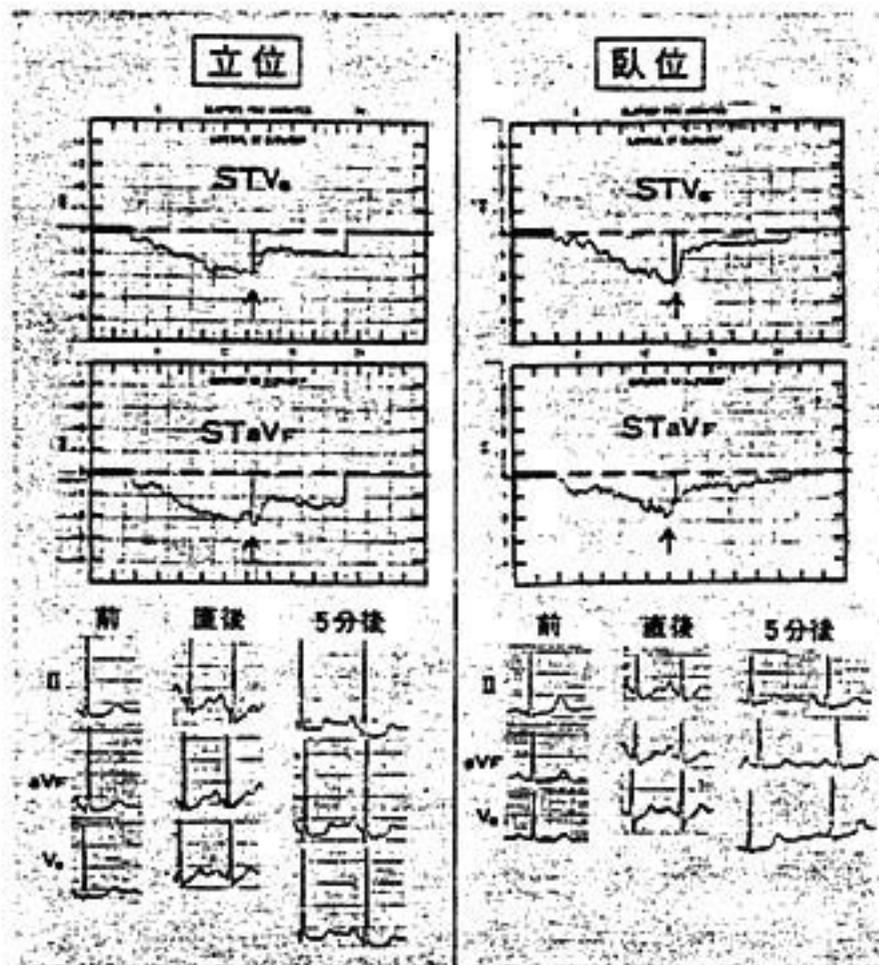


図2 運動負荷心電図臥位記録 (S. Y. 36歳, 女性)

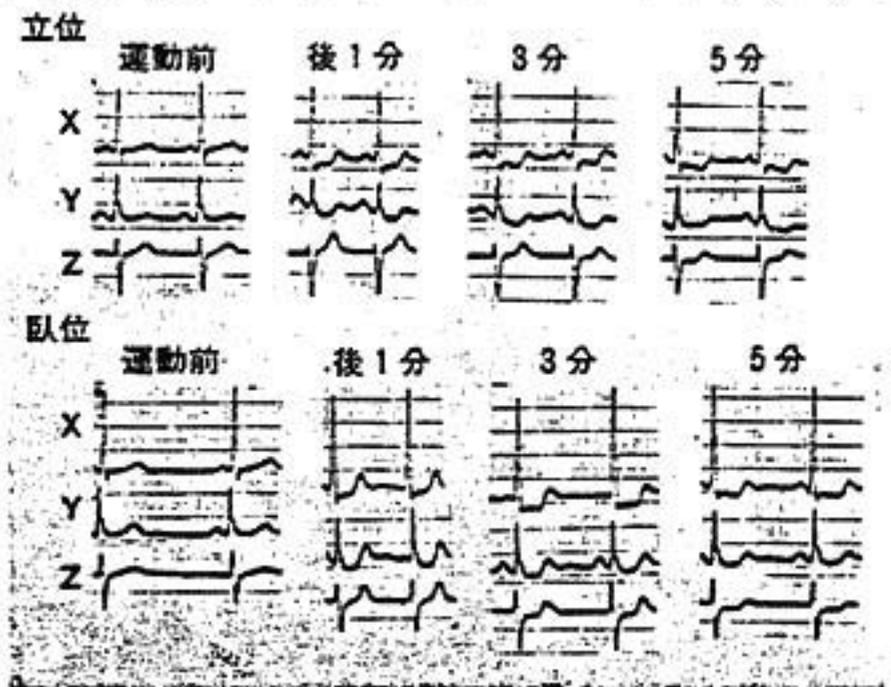
ST 下降を認めず、わずか3分において junctional 型の ST 下降が認められるのみで判定は陰性と思われる。

図3は52歳女性例の CASE による ST 下降の自動記録である。Bruce III 度にて、target heart rate にて中止したが、運動中、II, III, aVr, V5 で 2mm の ST 低下を認め、運動後立位では 1mm 以上の sagging 型 ST 下降を示しており、この変化は負荷後8



U. H. 52歳, 女性 NCA CAG 正常

図3



J. N. 65歳, 狭心症

図4

分でも続いている。一方、運動後臥位では急速に ST 改善を認め、sagging 型 ST 低下を認めていない。本症例は、冠状動脈造影上、異常を認めていない。このような立位・臥位の体位の差により判定が異なる例が、18/24人 (75%) にみられた。6人 (25%) は臥位記録にても陽性と判定された。

図4は、冠動脈造影にて器質的疾患の認められた例の負荷心電図を示してあるが、立位・臥位とも、水平または sagging 型 ST 下降を示し、その回復過程において体位の差を認めない。器質的冠狭窄を有し、ST 下降が真の陽性と考えられる15人ではすべて立位・臥位記録とも陽性で、体位の差より判定が異なる例はなかった。

結 語

運動負荷心電図の判定上、しばしば問題となる女性の偽陽性反応の鑑別に運動後の心電図記録を立位および臥位の両体位にて比較することにより、真の陽性と判別できる例が75%にみとめられた。

虚血性心疾患における VCG および ECG の 運動負荷による QRS 波高の変化について

—観血的指標との直接対比—

日 浅 芳 一^{*1}・前 田 利 裕^{*1}

・石 田 孝 敏^{*1}・相 原 令^{*1}・森 博 愛^{*2}

はじめに

近年, 虚血性心疾患の運動負荷心電図診断に QRS 波高の変動が注目されている。その成因についても種々の説があるが, 未だ確立したものはない。著者らは, エルゴメーターを用い中等度の運動負荷試験を施行した。その際の心電図 QRS 波高の変化と観血的指標を直接対比し, QRS 波高変化の診断的意義およびその成因について検討した。

I 対象および方法

1. 対象

冠動脈造影を施行した症例のうち, 有意狭窄がなく左室造影も正常であった12例(男7例, 女5例, 平均45.9歳)を正常例とした。冠動脈に実測75%以上の有意狭窄を認めた虚血性心疾患39例を, 安静時左室造影に異常を認めない I 群10例(男7例, 女3例, 平均55.5歳)と収縮異常を認める II 群29例(男21例, 女8例, 平均56.1歳)に分類した。

2. 方法

運動負荷試験は, 心臓カテーテル検査の際に仰臥位自転車エルゴメーターを用い, 25 W から3分ごとに25 W ずつ漸増する多段階負荷法にて施行した。心電図は V₁ 誘導および VCG Frank 誘導 (X, Y, Z) を運動負荷前後で記録した。観血的指標として, Sones カテーテルによる左室拡張終期圧, Swan-Ganz カテーテルによる心係数, また左室造影法により左室駆出率および左室拡張終期容量係数をみた。これら各指標を運動前後で測定した。

II 結 果

1. 運動負荷による心電図 QRS 波高の変化

表1に正常群および虚血性心疾患群の運動による心電図 QRS 波高の変化を示す。正常群と疾患群で波高変化に差異を生じたものは, Z 誘導 S 波, Z 誘導 (R+S) 波のみであった。これらの指標は, 虚血性心疾患 II 群と正常群との間に差異を生じるが, I 群との間には差異を認めなかった。

2. Z 誘導 S 波の変化からみた虚血性心疾患の診断率

0.02 mV 以上を Z 誘導 S 波の変化ありとした場合, 正常群では増大9例, 減少1例, 不変2例であった。虚血性心疾患群ではそれぞれ17例, 20例, 2例であった。この結果, Z 誘導 S 波減高および不変の虚血性心疾患の診断率は, 感度56.4%, 特異度75.0%であった。

3. 運動負荷による Z 誘導 S 波の増大群と減少群の観血的指標の比較

虚血性心疾患例のうち増大群と減少群につき, 心機能指標を比較した(表2)。2群間に有意差を認めたのは, 安静時心係数および運動後の駆出率のみであった。Z 誘導 S 波増大群では, 運動後駆出率は増加するのに比し, 減少群では逆に減少した。

4. 運動負荷試験における Z 誘導 S 波の変化と左室駆出率の変化との相関関係

図1にこの関係を示す。両者間には, $y=0.2691x+3.110^{-3}$ の関係式が成立し, $r=0.54$, $P<0.01$ で有意な正相関を認めた。

III 考 察

運動負荷試験における QRS 波高についての研究は

*1 小松島赤十字病院 循環器科 ** 徳島大学医学部 第二内科

表1 正常コントロールおよび虚血性心疾患例の運動負荷による心電図波高の変化

	control (n=12)	IHD-all (n=39)	IHD-I (n=10)	IHD-II (n=29)
ΔV_r	-1.3 ± 2.0	-0.5 ± 2.0	-0.3 ± 1.9	-0.6 ± 2.0
ΔRX	-0.8 ± 0.9	-0.6 ± 1.3	-1.2 ± 1.3	-0.5 ± 1.7
ΔRY	-0.7 ± 0.8	-0.4 ± 1.0	-0.3 ± 1.0	-0.4 ± 1.1
ΔRZ	-0.2 ± 0.3	-0.4 ± 0.7	-0.1 ± 0.5	-0.6 ± 0.7
ΔSZ	1.0 ± 0.9	-0.1 ± 1.5	0.3 ± 1.6	-0.6 ± 1.5
$\Delta (R+S)Z$	1.0 ± 0.9	-0.5 ± 1.5	0.3 ± 1.7	-0.9 ± 1.3
$\Delta SMQRS$	0.0 ± 1.5	-0.7 ± 1.6	-1.2 ± 1.5	-0.8 ± 2.4

IHD: 虚血性心疾患, IHD-I: 収縮異常(-)群, IHD-II: 収縮異常(+)群,
SMQRS: 空間マグニチュードQRS, 単位: mm
*P<0.05, **P<0.01

表2 Z誘導S波の変化別の運動前後の観血的指標の比較

		SZ増大群 (n=17)	SZ減少群 (n=20)
PRP ($\times 100$)	前	12.3 ± 1.9	12.0 ± 3.7
	後	20.0 ± 4.3	19.8 ± 4.9
C.I. (l/m^2)	前	3.45 ± 0.54	2.93 ± 0.59
	後	5.40 ± 0.90	5.09 ± 0.88
E.F.	前	0.64 ± 0.14	0.59 ± 0.13
	後	0.70 ± 0.15	0.55 ± 0.12
LVEDP (mmHg)	前	19.3 ± 4.1	20.9 ± 6.6
	後	29.8 ± 6.8	35.1 ± 10.6
EDV index (ml/m^2)	前	68.2 ± 15.1	75.9 ± 18.1
	後	75.6 ± 16.4	78.1 ± 9.6

PRP: pressure rate product, C.I.: 心係数, E.F.: 駆出率, LVEDP: 左室終期圧, EDV index: 左室終期容量係数, **P<0.01

多いが、本研究のごとく観血的指標を直接対比した報告は少ない。Z誘導S波の虚血性心疾患での減少は、単なる水平面図QRS環の後方偏位説では説明不可能である。著者らは、これと心機能ことに左室駆出率の関連を推定した。その理由として、①虚血性心疾患例のうちII群(収縮異常例)のみで有意にS波高が減少した。②S波高減少群では運動後駆出率が低下した。③S波変化と駆出率変化との間に相関関係があった。等があげられる。左室駆出率は運動により正常例では増加し、虚血性心疾患例では虚血の増大により減少す

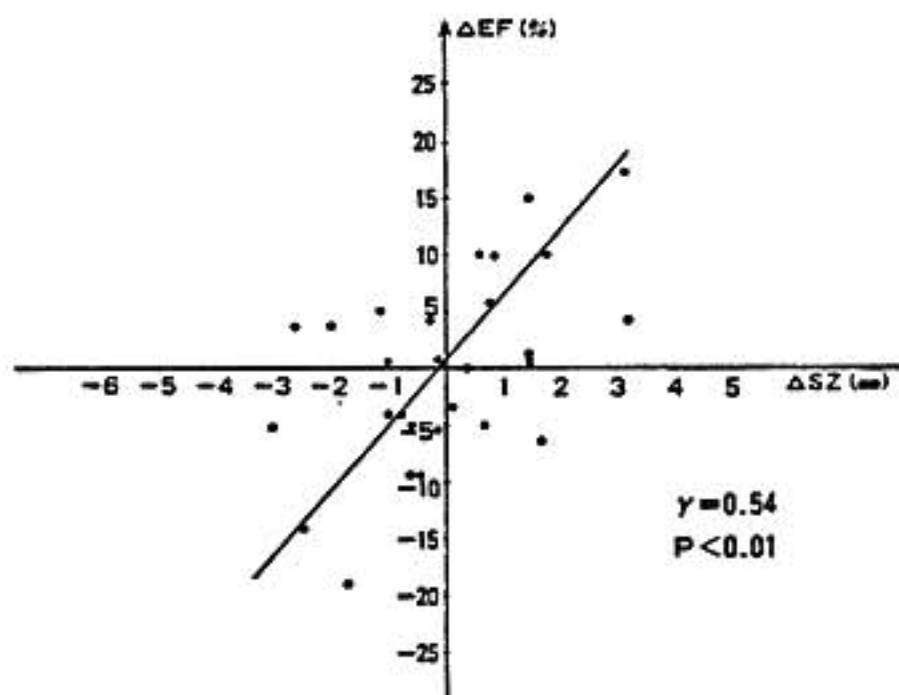


図1 エルゴメーター運動負荷試験におけるZ誘導S波の変化と左室駆出率の変化の相関関係
両者には $r=0.54$, $P<0.01$ の良い相関があった。

るとの説が一般的である。VCG 前後方向とくに後方成分の心起電力の運動による変化に、左室駆出率の変化と同様の機序が存在することが示唆された。

本研究でのZ誘導S波減高ないし不変の診断率は、マスター二階段試験のST-T変化のそれとほぼ同じであり、多段階運動負荷試験のそれよりは劣ると思われた。

結 語

- ① 中等度の運動負荷試験を施行し、QRS波高と観血心機能指標を直接対比検討した。
- ② Z誘導S波は、収縮異常を示す虚血性心疾患群で減高した。その診断率は、感度56.4%、特異度75.0

%であった。

③ Z誘導S波減高群は, 運動後左室駆出率が低下

し, S波変化と駆出率変化の間に正の相関関係が存在した。

虚血性心疾患における運動負荷 2-D エコー法の臨床的意義

椎 名 明*・高 沢 謙 二*・鈴 木 修*
土 谷 正 雄*・柳 沼 淑 夫*・細 田 瑳 一*

はじめに

最近運動負荷中に two-dimensional echocardiography (2-D エコー) を用い壁運動変化を検討する試みがなされているが¹⁻⁴⁾, 本法の臨床的意義は未だ確立していない。そこで我々は第一に本法が負荷中の左室壁運動をどの程度良好に捉え得るかを評価し, 第二に負荷中の局所壁運動変化と心電図変化を対比し, 冠動脈造影所見を指標とした心筋虚血出現の診断における運動負荷 2-D エコー法の意義について検討した。

I 対象および方法

対象は陳旧性心筋梗塞12例, 狭心症6例, 心臓神経症6例の計24例, 男性22例, 女性2例, 年齢は33~68歳(平均54歳)である。

方法 ①運動負荷法: 冠動脈造影前1週間以内に仰臥位自転車 ergometer による運動負荷を 50 watt より20分ごとに 25 watt の漸増法で施行し, この間の心電図変化と壁運動変化を同時に連続記録し, 観察した。更に自動血圧計を用い測定した血圧および脈拍数の変化を PRP (Pressure-Rate-Product) として経時的局所左室壁運動と対比検討した (図1)。運動負荷の終了基準は胸痛出現, 血圧低下, 目標心拍数への到達, 著明な心電図変化および下肢疲労による運動続行困難とした。②2-D エコー法: 心臓超音波断層装置は東芝製 SSH-40A を用い左室壁は心尖部, 長軸, および短軸像の6段面を描出し, Edwards らの方式⁵⁾ に準じて得られた左室壁を14分節に区分して⁶⁻⁸⁾ 局所壁運動を評価した。壁運動異常と冠動脈病変との

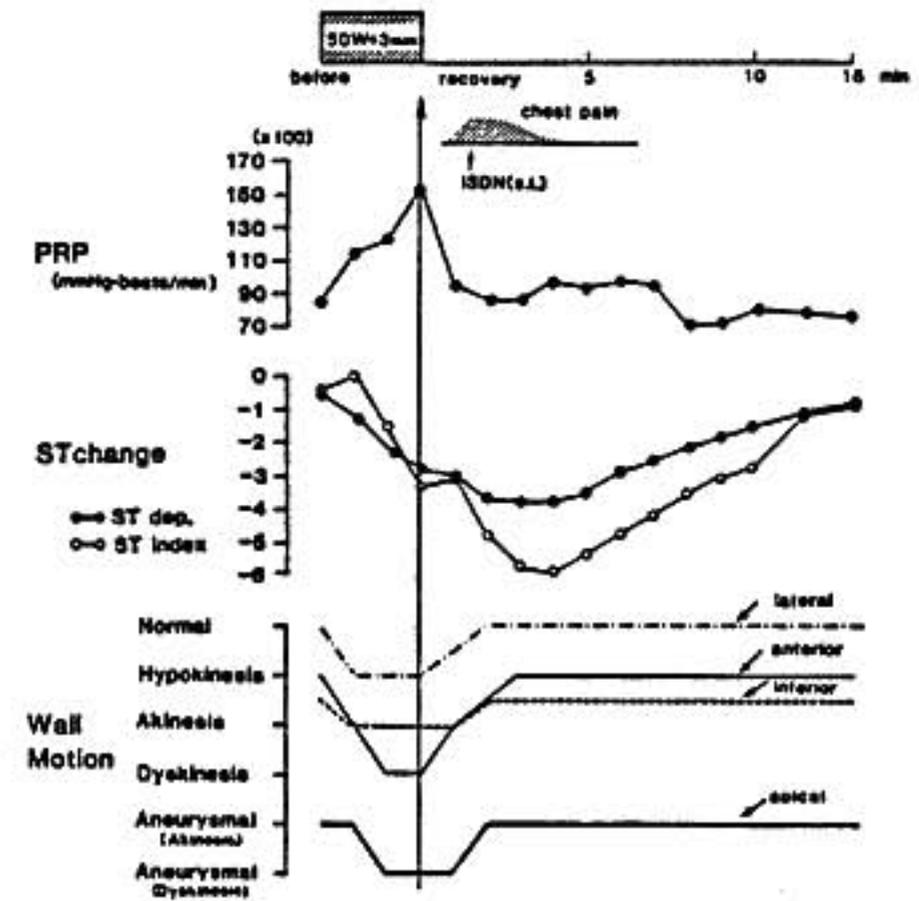


図1 運動負荷 2-D エコー法のプロトコール

運動負荷は 50 watt から開始し 2分ごとに 25 watt ずつ漸増する (この例は心電図変化があり 50 watt で3分間施行した)。負荷前中後の PRP, 心電図, 2-D エコーによる壁運動を同時に連続記録し, それぞれの指標を対比する。

対比は, 前壁を前下行枝, 下壁を右冠動脈, 側壁を回旋枝の支配領域として前側壁を $V_5(V_1)$ と, 下壁を aV_F における心電図変化と対比した。局所左室壁運動評価は hyperkinesis (= 0点), 正常 (= 1点), 軽度~中等度低収縮 (= 2点), 高度低収縮~無収縮 (= 3点), dyskinesis (= 4点), 心室瘤形成 (= 5点) の6段階評価とし, 心室瘤形成はこれをさらに心室瘤存在下における無収縮および dyskinesis の2つに分類した。③心電図記録: 心電図は Marquett 社製「CASE」を用い, V_1, V_5, aV_F の3誘導で負荷中

* 自治医科大学 循環器内科

連続記録した。心電図変化の指標として ST 低下および ST Index (J点における ST 偏位と ST slope の和) を用いた。すなわちそれぞれ絶対値、あるいは負荷前値と比較して運動中の ST 低下あるいは ST Index の差が最大となった際の値を最大 ST 低下あるいは最大 ST Index としてそれぞれの値を局所壁異常運動 (asynergy) 出現の有無およびその重症度と、さらに冠動脈病変の重症度と対比した。負荷前に既に ST 偏位が基線より (+) であった場合はこれを 0 とし、負荷中の ST 偏位 (低下) との差を測定した。

II 結 果

(1) 壁異常運動と心電図変化の対比

運動負荷によって生じた局所壁 asynergy の出現又は asynergy の増悪と有意な ST 低下あるいは ST Index の減少 (J点で 1.0 mm 以上低下、あるいは Index -1.0 以下) 所見の有無との対比を行った。ここで ST 所見評価法の 4 方法のうち、ST 低下の絶対値

(gross), 負荷前値との差、すなわち負荷前より ST 上昇例では基線を 0 とし、ST 低下例ではその値からの新たな低下程度を測定する方法 (compare), 及び ST Index 減少の絶対値 (gross) がそれぞれ有意と判定された場合にも asynergy 出現との間にそれぞれ 41, 34, 30% の不一致が認められた。一方 ST Index の負荷前値と最大変化値との差が -1.0 以下 (compare) を有意な心電図 ST 変化の指標とすると asynergy 出現とは 76% が合致し、不一致は 24% と他の 3 つの ST 評価法のうち最も両者の所見がよく一致した。

(2) 局所壁 asynergy 出現及び ST 変化と冠動脈造影所見との対比 (図 2)

最大 ST Index 変化と冠動脈所見 (図左): Asynergy の出現した局所壁のうち非梗塞 11 部位すべてで支配冠動脈には 90% 以上の狭窄が認められ、うち 2 部位は ST Index が -0.1 より大であった。Asynergy の出現 (増悪) した梗塞部位では 5 部位中 3 部位で ST Index が -0.1 より大であった。これに対し asyner-

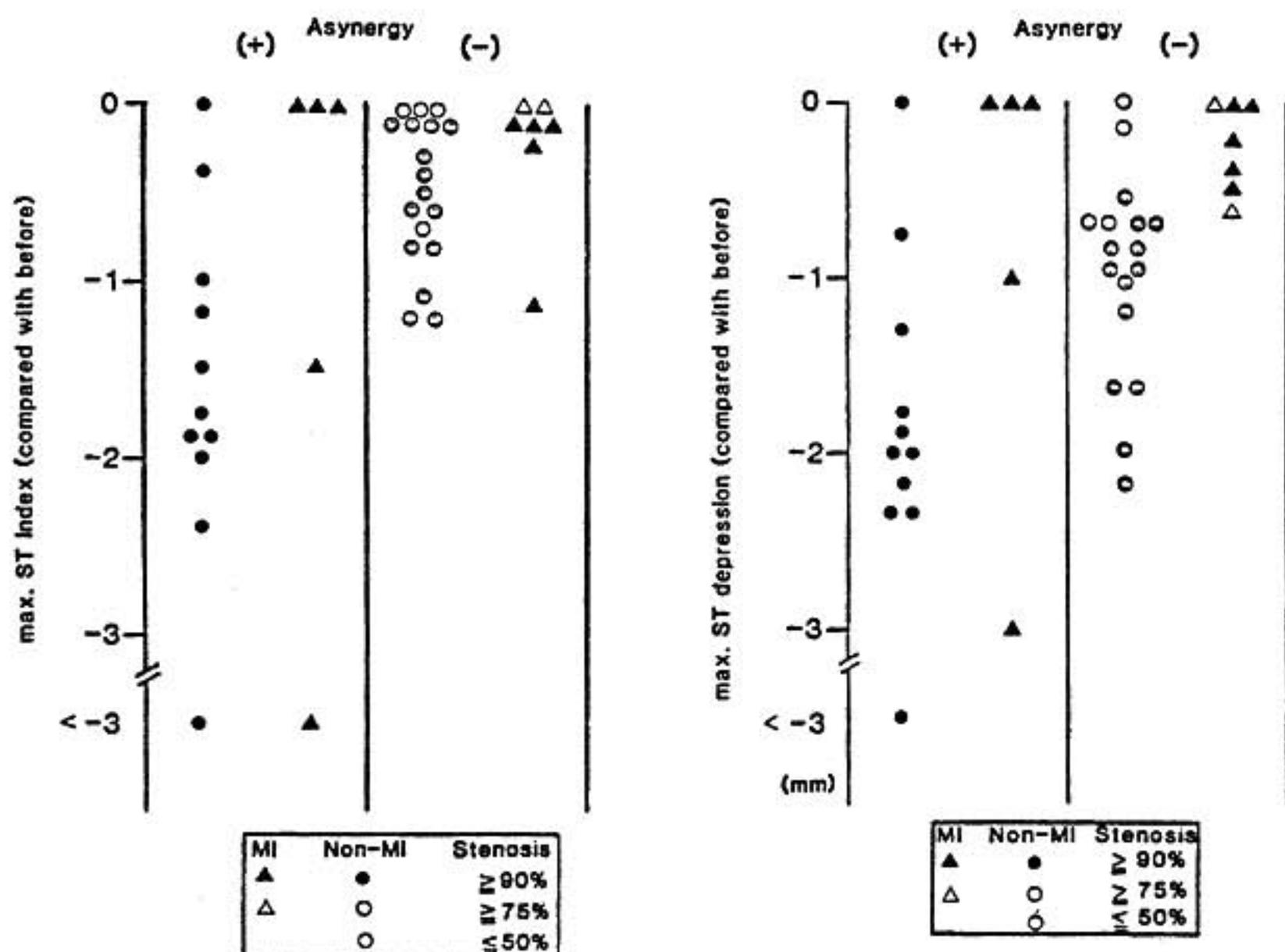


図 2 運動負荷による asynergy 出現あるいは増悪の有無と冠動脈病変の重症度及び負荷中に認められた最大 ST Index (負荷前値と比較して: 図左), 及び最大 ST 低下値 (負荷前値と比較して: 図右)

MI : 心筋梗塞部位

Non-MI : 非梗塞部位

gy が出現せず, 有意狭窄がないにもかかわらず3部位で ST Index が -1.0 以下となった。

負荷前値と比較した最大 ST 低下と冠動脈所見 (図右): 有意冠動脈狭窄が認められなかった6例において ST -1.0 mm 以上低下がみられた。

(3) ST 低下程度 (ST Index 減少程度) と運動により生じた壁運動変化の重症度は相関しなかった。

(4) 局所壁運動と心電図の経時的变化の対比検討 (図3)

負荷中 asynergy の出現した10例について, asynergy は, ST 変化より早期あるいは少なくともほぼ同時期に出現した。更に asynergy は負荷後も長時間持続する ST 変化に比し, 明らかに先行して消失した例が多かった。

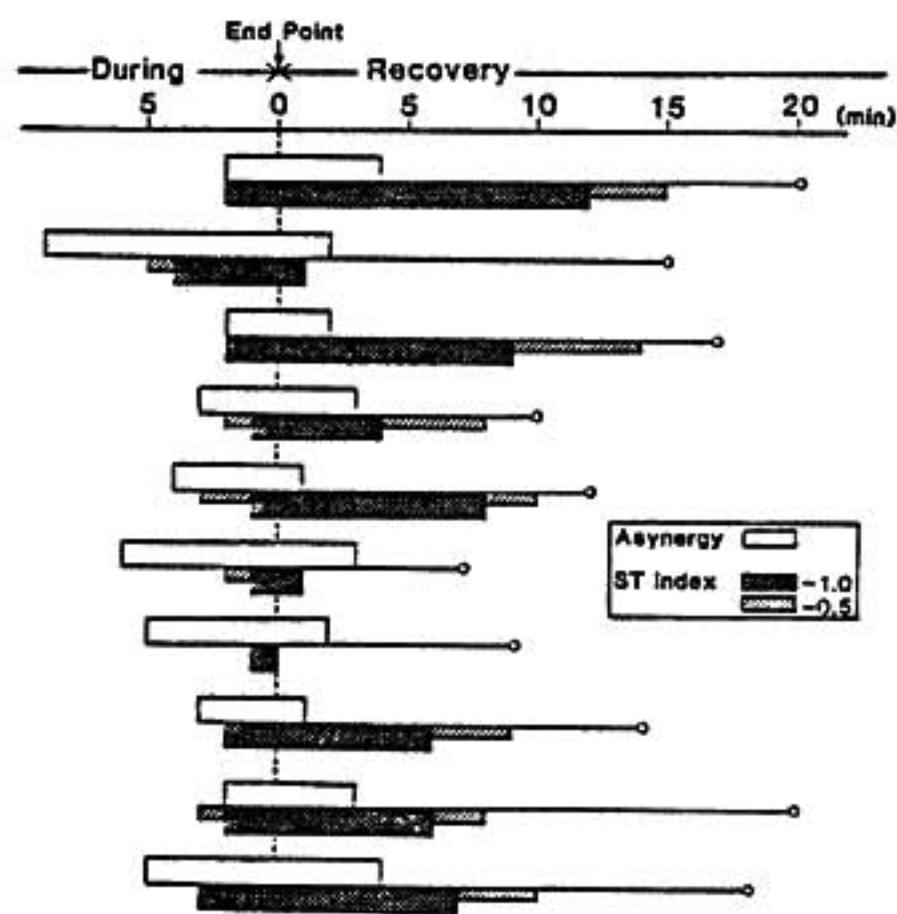


図3 運動負荷による asynergy の出現及び改善と心電図 ST 変化 (Index) の経時的対比

III 考 察

近年 2-D エコー法の進歩に伴い局所左室壁運動が容易かつ正確に評価し得るようになり⁹⁾, 特に心筋梗塞症における局所壁運動評価⁶⁻⁹⁾や, 急性期の経日的壁運動変化⁷⁾, 更にはこれらの情報から予後の判定⁸⁾にまで本法の臨床的有用性および信頼性は高まっている。最近では著者らも含め¹⁰⁾¹¹⁾さらに本法を運動負荷に応用し, 運動負荷時の壁運動異常から冠動脈病変を

推定しようとする試みもなされ¹⁻⁴⁾¹⁰⁾¹¹⁾, 運動負荷 2-D エコー法の有用性が論じられるようになった。本研究の主題の一つである負荷 2-D エコー法の技術的問題点, 特に負荷中における壁運動評価の困難性については著者らの経験¹⁰⁾¹¹⁾や, 今回の検討でも局所壁運動が記録不能あるいは判読困難であったのは選択することなく対象とした24例中わずか1例 (1部位) のみであったことから必ずしも大きな問題ではないと考えられた。更に asynergy 出現あるいは増悪と判定した局所壁の全例とも支配冠動脈に90%以上狭窄が認められたところから負荷 2-D エコー法は負荷により生ずる心筋虚血の反映と考えられる局所壁運動異常を容易かつ確実に捉え得ると結論される。

負荷心電図法は心筋虚血の診断上最も容易で臨床的有用性の高い方法であることは論をまたないが, 一方今回の検討で示したごとく ST 低下 (あるいは ST Index 減少) 程度は必ずしも心筋虚血の重症度を反映しないこと及び心筋虚血診断の絶対的指標が確立していないこともまた事実であろう。すなわち負荷心電図上心筋虚血の診断に ST 上昇, 低下のみならず ST slope が重要であることはいうまでもなく, 両者を加算表現する ST Index の変化が asynergy 出現及び高度冠動脈狭窄の存在と最もよく相関したことはそれを裏付けているが, それにしてもなおかなりの例で偽陽性 (陰性) の結果となった。したがって負荷心電図法では運動負荷前・中・後を通じて心筋虚血の重症度判定, ひいては左室壁 asynergy の出現とそれに伴う心機能不全の評価を行うことは困難である。

運動負荷 2-D エコー法により心筋虚血の出現を asynergy として重症度も含め心電図変化とほぼ同時あるいはより早期から診断し得る。また, asynergy は負荷後も長時間持続する ST 変化に対し, 明らかに先行して消失する例が多く, この所見も心電図変化に比しより早期における心筋虚血の著明な改善を示唆するものと思われた。更に本法は心電図法では診断できない壁運動及び左室機能不全の重症度を容易かつ確実に実時間で観察し得るところから臨床的有用性が高いと考えられる。

結 論

運動負荷 2-D エコー法は負荷心電図法との対比に

においてもいくつかの優れた特徴を持ち、心筋虚血の診断上臨床的に非常に有用である。

文 献

- 1) Wann I. S., et al. : Exercise cross-sectional echocardiography in ischemic heart disease. *Circulation* 60 : 1300, 1979.
- 2) Morganroth J., et al. : Exercise cross-sectional echocardiographic diagnosis of coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 47 : 20, 1981.
- 3) 高橋啓美, 他 : 運動負荷断層心エコー図法 : 運動時の asynergy と冠動脈病変との比較検討. *J. Cardiography* 12 : 347, 1982.
- 4) Crawford M. H., et al. : Exercise 2-Dimensional echocardiography. Quantitation of left ventricular performance in patients with severe angina pectoris. *Am. J. Cardiol.* 51 : 1, 1983.
- 5) Edwards W. D., et al. : Standardized nomenclature and anatomic basis for regional tomographic analysis of the heart. *Mayo Clin. Proc.* 56 : 479, 1981.
- 6) 椎名 明, 他 : 心筋梗塞症における局所左室壁運動の評価と重症度の判定—2-D エコーと左室シネ造影所見の対比検討—. *J. Cardiography*, in press.
- 7) 椎名 明, 他 : 急性心筋梗塞症例における左室壁運動の経日的変化に関する 2-D エコー法による検討, 一特に発症早期変化と予後について— 第47回日本循環器学会総会, 1983.
- 8) Shiina A., et al. : Prognostic significance of regional wall motion abnormality in patients with prior myocardial infarction : A 2-D echo-angiographic correlation study. *Mayo Clin. Proc.* in press.
- 9) Herger J. J., et al. : Cross-sectional echocardiography in acute myocardial infarction : detection and localization of regional left ventricular asynergy. *Circulation* 60 : 531, 1979.
- 10) 椎名 明, 他 : 虚血性心疾患のリハビリテーションにおける負荷心エコー図の臨床的意義. *治療* 66 : 167, 1984.
- 11) 高沢謙二, 他 : 運動負荷 2-D エコー法による冠動脈病変の推定. *日超医論文集* 43-B-67, 1983.

特発性心筋症のトレッドミル負荷

—不整脈と ST 変化について—

宇都宮 俊 徳*・賀 来 俊*・橋 場 邦 武*

はじめに

特発性心筋症の临床上重要な問題は急死である。急死は特に運動時に多く、その主因として心室性不整脈の出現が考えられている。我々は、本症の運動負荷時の心機能変化を知る目的で、トレッドミル負荷を行って不整脈や ST 変化を中心に検討した。

I 対象および方法

対象は特発性心筋症30例で、男22例、女8例、年齢は16～59歳、疾患は拡張型 (DCM) 6例、肥大型非閉塞性 (HCM) 18例、肥大型閉塞性 (HOcm) 6例である。いずれも心電図、胸部レントゲン写真、臨床所見により本症が疑われ、心臓カテーテル検査や心エコー図検査により診断した。

方法は、マルケット社製運動負荷時心電図処理装置

(CASE) を用い, Bruce または modified Bruce 法によりトレッドミル負荷を行って心電図を分析し, 同時に水銀血圧計により血圧も連続測定した. また, フクダ電子社製心電図連続記録装置 (シグマコーダー) により圧縮心電図を記録して不整脈を判定した. 負荷検査の中止基準は, 重症不整脈や症状の出現, 著明な ST 低下, 目標心拍数達成とした. 検査施行前には, 特に薬物は投与していない.

II 結 果

トレッドミル負荷の到達段階を, 図1に示す. 上段より DCM, HCM, HOCM の各例を示し, 横軸に到達段階を示している. 中止理由は心室性頻拍 (VT), 心室性期外収縮 2~3 連発 (VPC), 疲労 (FA), 呼吸困難 (DY), 目標心拍数達成 (○) である. DCM は 6 例中 4 例が VT や VPC 2~3 連発で中止しているが, HCM は 18 例中 13 例が目標心拍数達成, HOCM は 6 例中 4 例が疲労や呼吸困難のため中止している.

心拍数や血圧の変動を, 負荷の前・中・後, 回復5, 10分で比較した. DCM は他群より最大心拍数が少なく, 2 例では心拍数の上昇に比べて血圧があまり上昇しなかった. HCM は心拍数が急速に上昇しているが回復5分の戻りも速い傾向にあり, 血圧の上昇も大きかった.

不整脈, 特に心室性不整脈の出現について図2に示

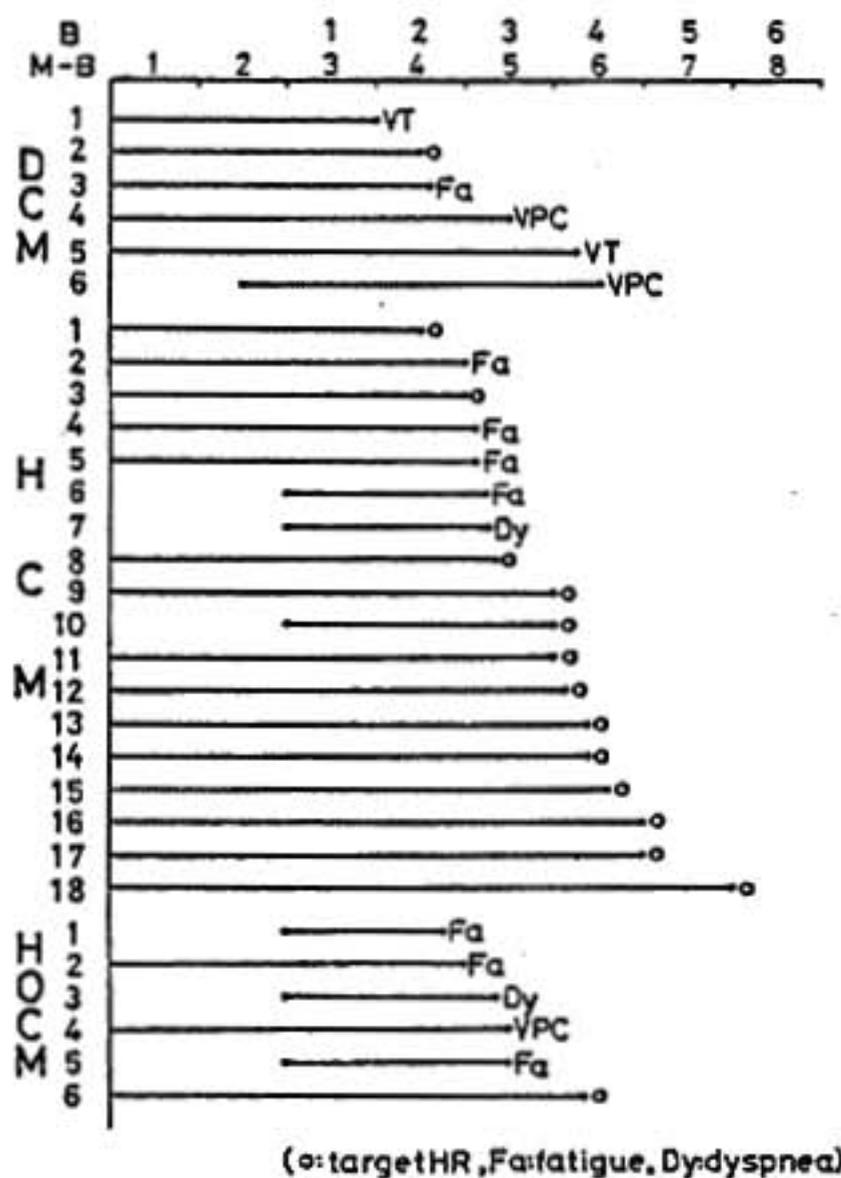


図1 トレッドミル負荷の到達段階

す. 横軸に, 前および負荷中と回復期の時間経過を示し, VT (●), VPC 2~3 連発 (▲), VPC 多発 (●), VPC 1~2 個 (・) で表した. DCM では VT が 2 例, VPC 2~3 連発が 2 例にみられ, 心室性不整脈を認めなかったのは 1 例のみであった. HCM では, 18 例中 9 例に VPC がみられ 4 例は多発してい

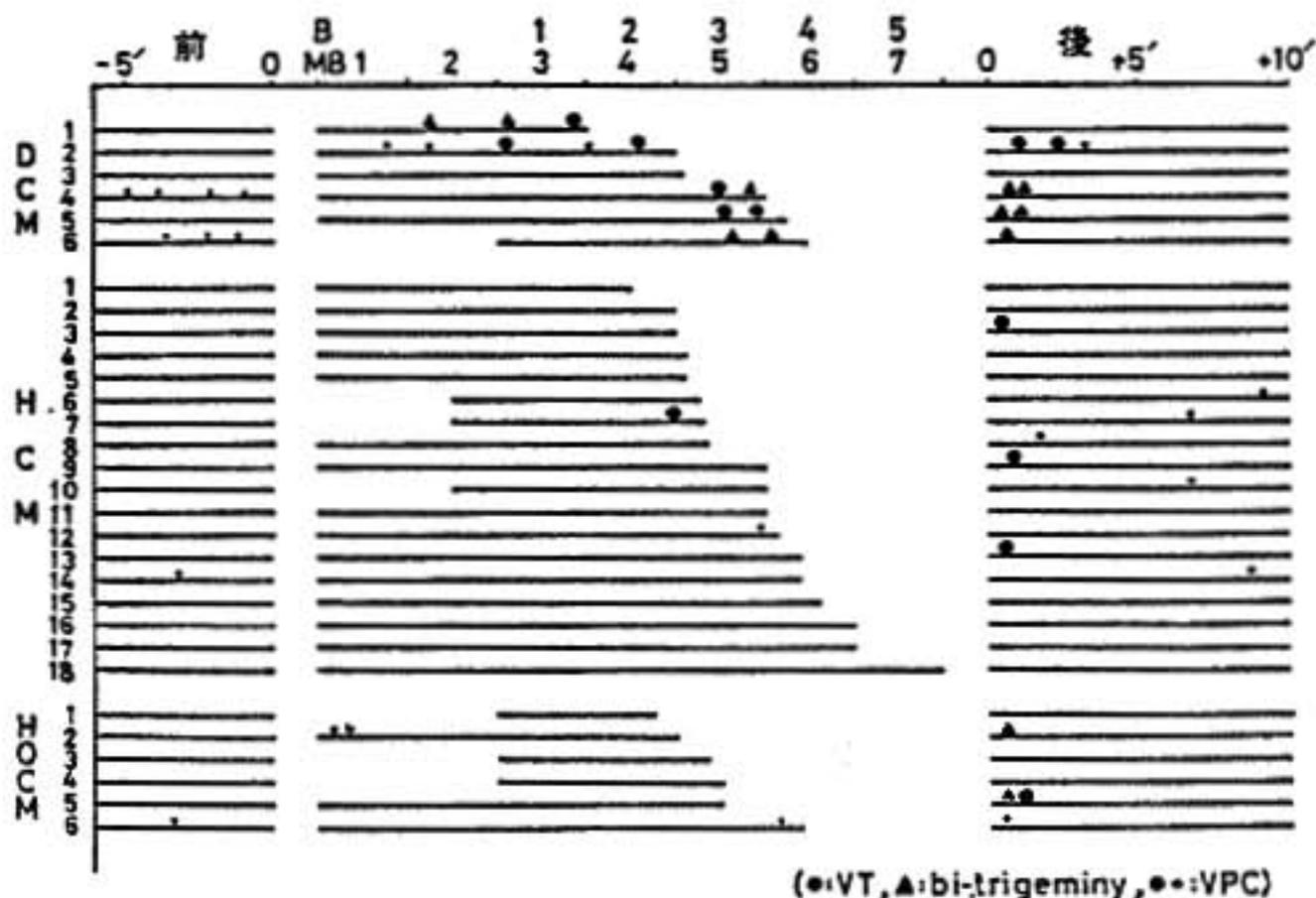


図2 トレッドミル負荷による心室性不整脈の出現

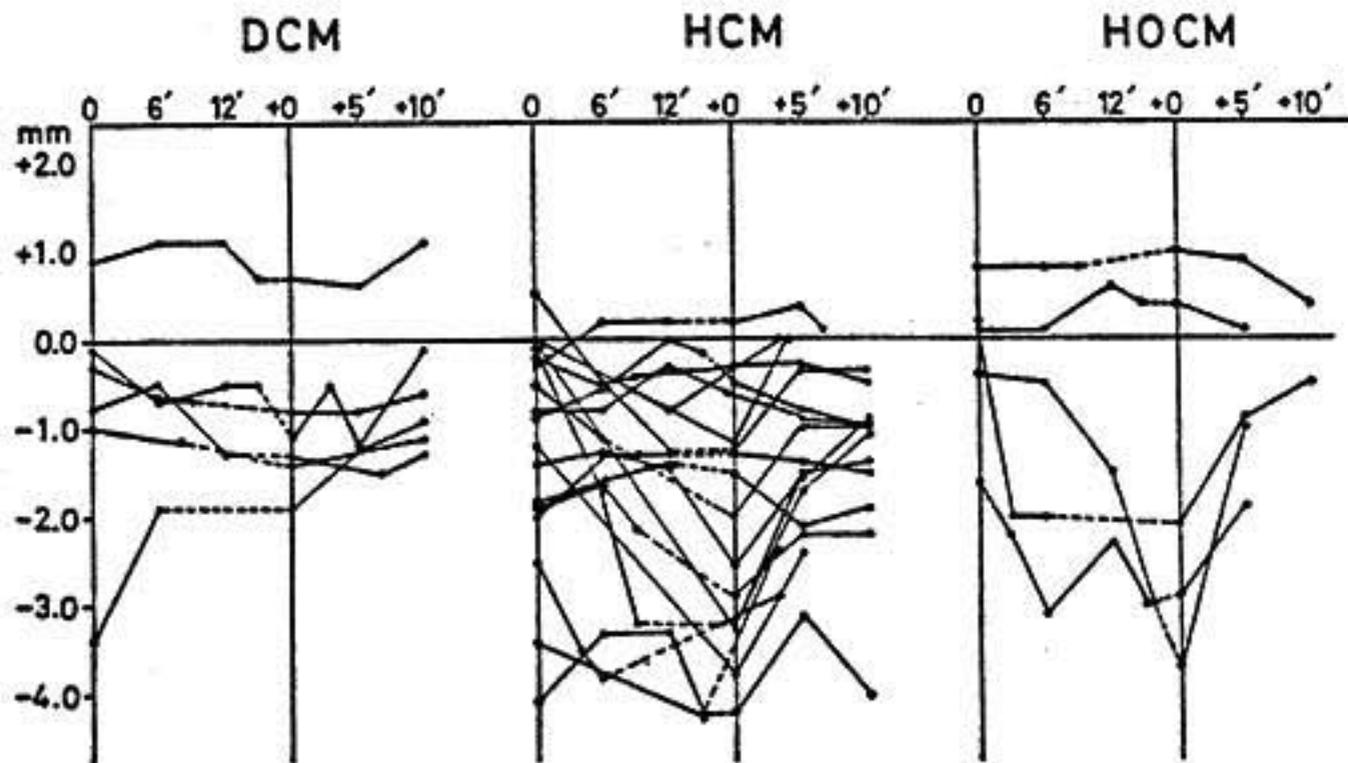


図3 トレッドミル負荷による ST 変化

た。HOCM では、2例で VPC 2連発がみられた。これらの不整脈は、負荷終了時ないし終了直後に出現する例が多かった。

ST 変化を図3に示す。V₅誘導における ST segment の高さを mm で表して縦軸に示し、時間経過を横軸とした。DCM では6例中5例は不変で1例が上昇し、HCM では18例中11例が低下し7例は不変で、HOCM では5例中3例が低下していた。しかし、負荷中に明らかな胸痛などを訴えた例はなかった。

III 考 察

トレッドミル負荷到達段階は、DCM では不整脈で中止している例が多いために他群より低い傾向にあった。HOCM は疲労や呼吸困難で中止した例が多く、HCM に比べて到達段階が低い傾向にあったが、これは HOCM では運動耐容性が低下しているという報告に一致している。HOCM では、負荷中に左室流出路の狭窄～閉塞機転が強くなり、心拍出量を増加できなくなるために疲労による中止が多いのではないかと考えられる。

心拍数や血圧の変動は、HCM で特に急速に大きく上昇していたが、DCM や HOCM が不整脈や疲労のため早期に負荷を中止したのに対し、HCM は目標心拍数に達する例が多かったためと考えられる。

心室性不整脈は、特に DCM に出現率が高く、出現時期が負荷終了時ないし終了直後であるのが注目される。HCM や HOCM でも不整脈は負荷終了直後に多く出現している。これらの心室性不整脈の出現は、本症の運動中の急死と関連があると思われる。また、不整脈出現の例について再現性も検討したが、若干の変動はあるものの、ほぼ同様に誘発された。

ST 変化は、HCM や HOCM では低下する例が多く、3.0 mm 以上低下する症例もあったが、狭心痛は出現しなかった。心筋の虚血を反映していると考えられるが、RI など他の検査法による検討を要する。

文 献

- 1) 杉下靖郎, 他: 特発性心筋症の運動負荷時の循環動態. 日本臨牀 35(5): 2098-2103, 1980.
- 2) 戸嶋裕徳, 他: 肥大型心筋症の運動耐性に関する研究. 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和53年度研究報告集, 108, 1979.
- 3) 安田寿一, 他: 特発性心筋症における運動負荷の検討. 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和53年度研究報告集, 100, 1979.
- 4) Manyari D. E., et al.: Resting and exercise left ventricular function in patients with hypertrophic cardiomyopathy. Am. Heart J. 105(6): 980-987, 1983.

心筋梗塞患者に対する温浴の影響

—温度差と体を洗う動作について—

井上幸一*・荏原包臣*

桑原敏樹*・内田宏子*・内島弘*

長谷川武志*・藤田良範*・新谷博一*

はじめに

心筋梗塞患者の温浴については教室の荏原らの報告¹⁾などがあるが、いずれも単に浴槽中に入浴した影響についての観察である。実際の温浴で行われる体を洗う動作を加えた詳細な検討はない。今回、我々はこの点について温浴の循環機能に与える影響を検討した。

I 対象および方法

対象は当科に急性心筋梗塞で入院し、リハビリテーション（以下リハ）施行中の平均年齢50.4歳の男性患者12例で、広範前壁梗塞3例、前壁中隔梗塞2例、下壁梗塞4例、前壁中隔+下壁梗塞1例、下側壁+高位後壁梗塞1例、心内膜下梗塞1例である。温浴は1回平地歩行200 m～500 m と階段10段～20段の比較的リハの進んだ時期に施行した。

方法は荏原らに準じ、40℃の微温淡水浴を5分間行い、出浴後坐位で3分間体を洗い、その後再度入浴を5分間行い、出浴後半坐位で10分間の観察を行った。温浴の全経過にわたり血圧、心電図、心機図を記録した。30分間の安静の後、42℃温浴を40℃と同様の方法で施行した。左心機能の指標である STI (Systolic Time Interval) は PEP/ET および教室の斎藤ら²⁾の方法により心拍数で補正した PEPe, ETc について検討した。心電図の判定基準は ST 1 mm 以上の偏位、または期外収縮散発以上を心電図変化(+)とした。さらに、温浴と同時期に ergometer による運動負荷試験を行い、運動耐容量・心電図変化を温浴の心電図変化と比較した。

II 結 果

1) 温浴による心拍数、血圧、PRP の変化

図1に示すように、心拍数は40℃・42℃温浴のおののおで安静時72, 71/分が入浴中（浴槽中）91, 88/分

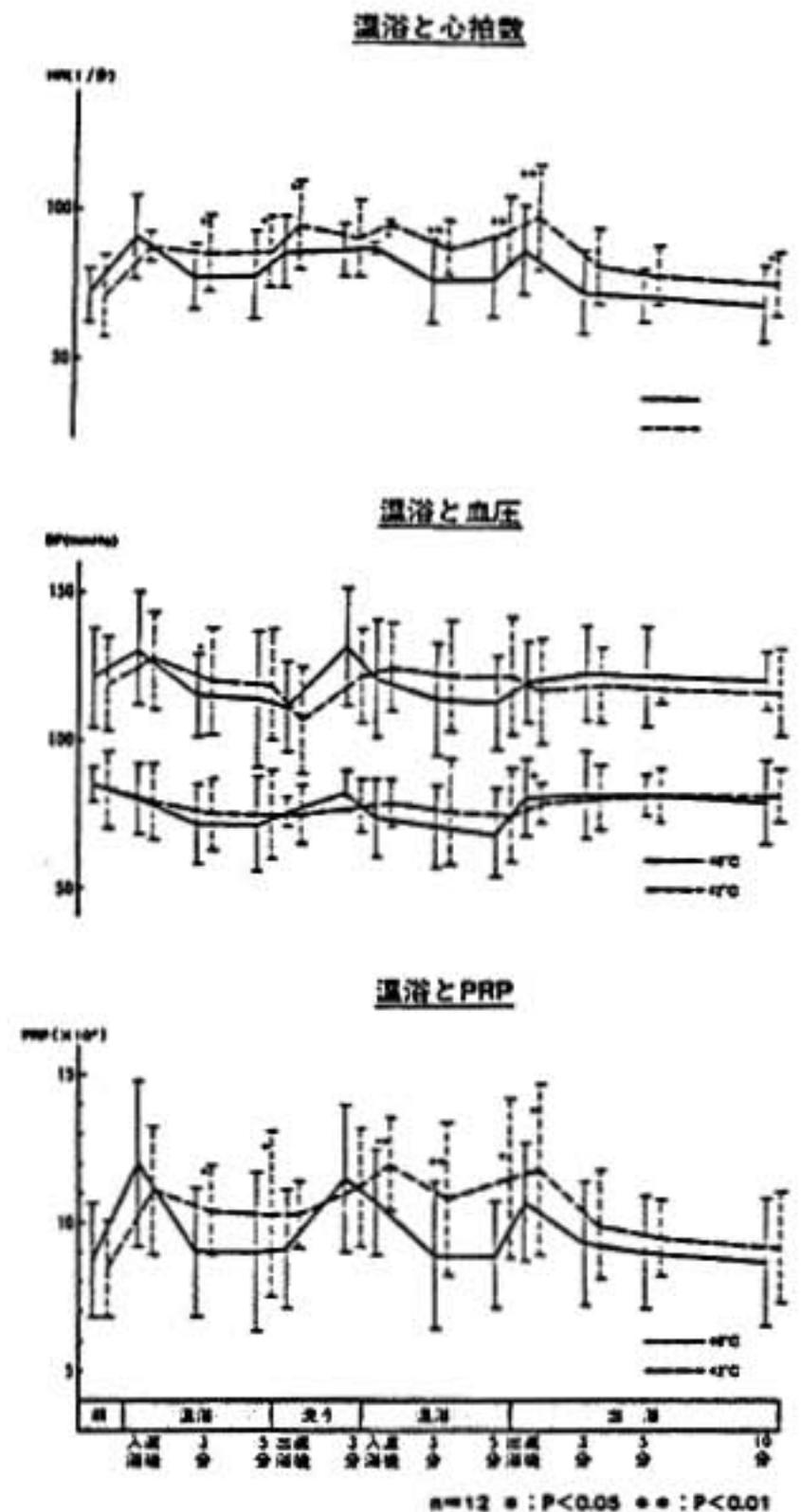


図1 温浴による心拍数、血圧、PRP の変化

* 昭和大学医学部 第三内科

と増加し、洗い終わったとき 88, 92/分と洗う動作による増加が加わる変化を示した。収縮期血圧は 40℃・42℃ 温浴のおのおので安静時 121, 119 mmHg が入浴直後一過性に上昇し 131, 137 mmHg となるが、温浴 5 分で 114, 119 mmHg と入浴中低下し、洗い終わったとき 132, 122 mmHg と洗う動作で上昇した。PRP (Pressure Rate Product) は入浴直後と洗う動作で増加した。心拍数、血圧、PRP は 42℃ の高温浴の方が 40℃ 温浴より変化が大きかった。

2) 温浴による STI の変化

図 2 に示すように、PEPc は入浴で減少したが、洗う動作では変化しなかった。ETc は入浴中ほとんど変化なく、洗う動作で減少した。PEPc、ETc とも 40℃ より 42℃ 温浴で減少は有意に大きかった。PEP/ET は 40℃、42℃ 温浴とも入浴中有意に減少したが、

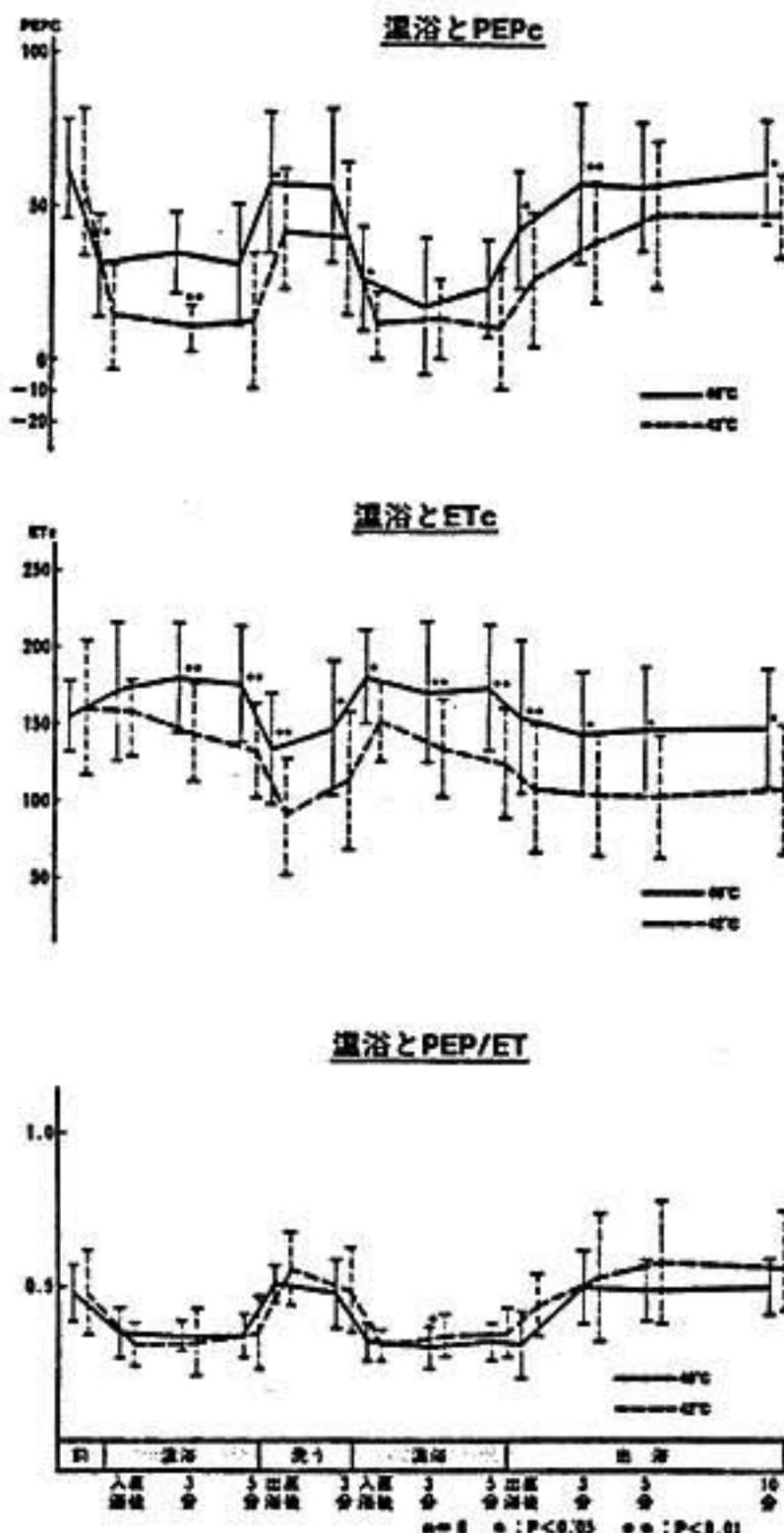


図 2 温浴による STI (PEPc, ETc, PEP/ET) の変化

両者に有意差を認めなかった。

3) 温浴による心電図変化

温浴による心電図変化(+)例は12例中 4 例で、そのうち ST 上昇 1 例、ST 低下 2 例が 40℃・42℃ 温浴のいずれでも認められた。1 例に 40℃ で発作性上室性頻拍 (PAT) が出現した。これらの心電図変化はいずれも浴中で出現した。42℃ で PAT が出現しなかったのは 40℃ 温浴の後に行ったための慣れの効果もあると考えられた。

4) 温浴による心電図変化と臨床所見

温浴による心電図変化(+)群 4 例のうち ST 上昇の 1 例は梗塞巣が広範前壁と大きく、心室瘤を合併していた。ST が低下した 2 例のうち 1 例は 1 回平地歩行が 200 m のリハ早期に温浴しており、1 例は入院時 Peel の指数が 12 と急性期に重症例であった。

5) 温浴による心電図変化と心カテーテル所見

冠動脈造影所見は 11 例中 1 枝狭窄 6 例、多枝狭窄 5 例であった。多枝狭窄例に必ずしも温浴で心電図変化は強くは認められなかったが、温浴で ST 上昇を呈した 1 例では左室造影上心室瘤が認められた。

6) 温浴による心電図変化と ergometer による運動耐容量

温浴と同時期に行った ergometer 試験で運動耐容量の大きい 75 W 以上と耐容量の小さい 50 W 以下に分けると、75 W 以上が 8 例、うち 3 例が温浴での心電図変化(+)であったのに対し、50 W 以下は 2 例、うち 1 例が温浴での心電図変化(+)であった。温浴での心電図変化(+)例は ergometer の平均 METs が 5.1 と、(-) 例 5.7 に対し運動耐容量 (METs) が若干小さい傾向を示した。

ergometer による心電図変化を虚血性 ST 低下 1 mm 以上ないし ST 偏位 2 mm 以上、または期外収縮頻発を変化(+)とすると、変化(+) 3 例のうち 2 例が温浴による心電図変化(+)であり、ergometer による心電図変化(+)例は温浴でも心電図変化(+)になる傾向を示した。

III 考 察

40℃ と 42℃ 温浴の温度差について検討すると、心拍数、血圧、STI の変化は 40℃ より 42℃ 温浴で強く、心筋梗塞患者の温浴は 40℃ の微温浴が無難と考えら

れる。心電図変化は必ずしも 42°C の高温浴に強く認められなかったが、40°C 温浴を先に行ったため慣れの効果が生じ、42°C 温浴で心電図変化が軽減されたとも考えられ、今後は 42°C 温浴を先に行う場合も検討する必要がある。

また、温浴の入浴中（浴槽中）と体を洗う動作について比較すると、ともに心拍数の増加、温浴直後の一過性の血圧の上昇、ST 偏位、不整脈など循環機能に影響を与えるが、その程度は洗う動作より入浴直後のほうが若干強かった。

心電図変化(+)群では(-)群より運動耐容量としての METs がやや小さく、METs の小さい症例は温浴での心電図変化が出やすい傾向にあるが、症例数が少なく、今後の検討に待ちたい。

日常生活で不整脈が少ないと思われる症例でも温浴中不整脈の出現する症例があり、今後は日常生活の24時間 Holter 心電図と比較検討してゆく必要がある。

結 語

1. 心拍数、血圧、PRP は入浴、洗う動作で増大した。PEPc は入浴中減少、ETc は洗う動作で減少した。これらの変化は 40°C より 42°C 温浴で大きかった。さらに、洗う動作による変化より入浴直後の変化の方が大きい傾向を示した。
2. ergometer 試験で運動耐容量 (METs) の低い症例は温浴で心電図変化が出現しやすかった。
3. 温浴の不整脈出現に関し、今後24時間の Holter 心電図との比較検討を要する。

文 献

- 1) 荏原包臣, ほか: 心筋梗塞患者と温浴. 治療 64: 171, 1982.
- 2) 齊藤 功, ほか: 運動負荷による心筋梗塞患者の心機能の検討—心機能を中心として—. 昭医学会誌 39: 627, 1979.

Acetylene rebreathing による心拍出量の測定

今 村 正 人^{*1}、石 田 恵 一^{*1}
高 木 利 明^{*1}、鳥 居 幸 夫^{*1}

中 村 豪^{*1}、岩 崎 義 彦^{*1}、矢 吹 壮^{*1}
町 井 潔^{*1}、石 井 均^{*2}、西 功^{*2}

はじめに

臨床面で応用されている心拍出量測定法を運動負荷中の測定に応用するには、幾つかの問題がある。そこで著者らは、従来原理的には既に存在する acetylene 再呼吸分析法を基に、磁場型コレクターを開発したので報告する。

I 原理と手技

呼吸分析法の一つである acetylene 再呼吸法は、

acetylene の肺毛細管毛血流への吸収速度から肺血流量の測定を行うことによって、心拍出量測定に代えるものである。すなわち

$$\text{肺毛細管毛血流 (ml/min)} = \frac{\text{C}_2\text{H}_2 \text{ の吸収速度 (ml/min)}}{\text{C}_2\text{H}_2 \text{ の溶解度} \times \text{肺胞気 C}_2\text{H}_2 \text{ 分圧}}$$

の式であらわされる。得られた呼気濃度の測定結果により、end-tidal 値変化パターンを読み取り、この変化パターンとサンプルガス組成とその気量から、式の式によってそれぞれの値を算出する。

*1 東邦大学医学部 第三内科 *2 東京理科大学 理工学部

IV 考 案

Acetylene は低濃度では、爆発性も少なく人体に有毒でないとのことで、1929年 Grollman ら¹⁾が acetylene 再呼吸法による原理を発表したが、測定値は低くできるくらいがあった。その測定誤差について、著者らは磁場型コレクターを開発し、また acetylene 並びに O₂ の end-tidal 値を argon で補正することによってより正確にした。今回は、色素希釈法と比較し良い結果が得られたので報告した。このことは、Asmussen ら²⁾の色素希釈法との比較の報告とほぼ一致する。Swan-Ganz カテーテルを用いねばならない熱希釈法等と比較し、非観血的に測定でき、短時間に施行でき、運動時連続的に測定可能で、しかも繰り返し測定できることなどの優れた利点が認められ、今後の発展が期待される。本法による測定で、hyperventilation の影響を除き、しかも各 stage ごとの酸素摂取量並びに心拍出量測定が可能となった。今後の問題としては、肝血流量を阻害する因子を有する症例、あるいは不整脈を有する症例など、検討すべき課題も残されている。

お わ り に

Acetylene 再呼吸法を基に、著者らの開発した磁場型コレクターによる測定は、測定原理に基づく信頼性、測定法の手軽さ、特に運動負荷試験の操作性などの諸点から、非侵襲的心拍出量の測定法として、最も適切な手段であると思われた。

文 献

- 1) Grollman A., et al.: The determination of the cardiac output of man by the use of acetylene. *Am. J. Physiol.* 88: 432-445, 1929.
- 2) Asmussen E., et al.: The cardiac output in rest and work determined simultaneously by the acetylene and dye injection methods. *Acta Physiol. Scand.* 27: 217-230, 1953.
- 3) Flemming Bonde Petersen, et al.: *Aviat. Space, Environ. Med.* 11: 1214-1221, 1980.

$$\text{肺毛細管血流 (ml/min)} = \frac{C_2H_2 \text{ の吸収速度 (ml/min)}}{C_2H_2 \text{ 溶解度} \times \text{肺気体 } C_2H_2 \text{ 分圧}} \quad (1)$$

$$V_1 \text{ (ml, BTPS)} = \frac{P_2}{P_1 - 47} \times \frac{310}{273 + tr} \times \frac{F_{A_2}(Bag - F_{A_2}(0))}{F_{A_2}(0) - F_{A_2}(\text{air})} \times V_2 \quad (2)$$

$$Q_{\text{mix}} \text{ (ml)} = \frac{760}{\alpha(P_2 - 47)} \times \frac{273}{273 + tr} [V_{\text{mix}}(C_2H_2) - V_{\text{mix}}(Ar)] \quad (3)$$

$$\dot{V}_{O_2} \text{ (ml, STPD)} = \frac{273}{273 + tr} \times \frac{dF_{O_2}}{dt} V_{\text{mix}}(Ar) \quad (4)$$

$$\dot{Q}_c = \frac{760}{\alpha(P_2 - 47)} \times \frac{273}{273 + tr} \times \frac{d(\ln F_{C_2H_2})}{dt} \times V_{\text{mix}}(C_2H_2) \quad (5)$$

式 測定 の 原 理

II 対象と方法

(イ) 対象: 健常男子 9 名で、acetylene 再呼吸法と色素希釈法とを比較した。両検査法を同一人に、安静時および treadmill 運動負荷時同時に、5 分ごとに測定した。

(ロ) 対象例について: 同様に運動負荷を行い、acetylene 再呼吸法を用いて各 stage における体重あたりの酸素摂取量ならびに心拍出量の測定を行った。

III 結 果

(イ) Acetylene 再呼吸法と色素希釈法との比較

安静時 Acetylene 再呼吸法により求められた心拍出量は 5.26 ± 1.24 l/min, 色素希釈法による心拍出量は 5.97 ± 2.07 l/min であった。運動負荷時両検査法を比較すると、回帰式 $Y = 0.710x + 1.03$, 相関係数 0.94 危険値 0.001 であり、色素希釈法の方がやや高目の値を示しつつ、両者はよく相関していることが分かった。

(ロ) 酸素摂取量と心拍出量との比較

Bruce プロトコールによる体表面積あたりの心拍出量、体重あたりの酸素摂取量を測定すると、安静時ではそれぞれ 3.8 ± 1.16 l/min/m², 4.45 ± 0.66 ml/kg/min, stage I では 7.3 ± 1.17 l/min/m², 14.58 ± 0.6 ml/kg/min, stage II では 8.47 ± 1.01 l/min/m², 20.19 ± 1.48 ml/kg/min, stage III では 10.62 ± 1.54 l/min/m², 27.4 ± 3.36 ml/kg/min で回帰式 $Y = 0.247x + 2.72$ 相関係数 0.82 を示した。Bruce 法について、各 stage ごとの非観血的な心拍出量測定は、著者らの知るかぎり今回がはじめてと思われた。

虚血性心疾患の運動処方

川 初 清 典^{*1} . 齊 田 ゆかり^{*1} . 田 口 貞 善^{*1}
 浜 崎 博^{*2} . 青 戸 公 一^{*2} . 神 原 啓 文^{*3}
 門 田 和 紀^{*3} . 田 巻 俊 一^{*3} . 鈴 木 幸 園^{*3}
 野 原 隆 司^{*3} . 橋 本 友 久^{*3} . 河 合 忠 一^{*3}

はじめに

運動処方の研究は従来運動生理学を中心とした体力科学の領域で進められ, 主な目的は競技選手養成の体力トレーニング及び健康人の体力向上等にあった。他方, 各種疾患のリハビリテーションとして通常の運動機能を回復させるために運動療法が実施されてきた。心臓リハビリテーションにおいても身体運動が重視され, 特に退院後の患者を対象にした運動処方の方法的・実践的報告は欧米に豊富である。運動処方とは, 本来, 対象が何であるかによってその具体的な働きかけを異にするものである。競技選手養成や体力向上が主目的の場合は適切な運動の形態, 強度, 持続時間及び実施の頻度を定める手続として処方されていた。本研究は我国における退院後の虚血性心疾患患者を対象に長期的かつ組織的な運動療法の実施を目的として, その方法及び意義について症例を含めて検討, 報告するものである。

I 方 法

心臓リハビリテーションの枠組内で運動療法を考える場合, 側副血行路や梗塞範囲に対する運動治療効果のみではなく, 運動の遂行による精神及び身体の両面に対する作用を期待して最も望ましい運動の質と量を選択する必要がある。すなわち虚血性心疾患の運動療法では治療効果として, ①冠循環の改善, ②心筋の機能改善, ③筋力, 持久力, 敏捷性, 巧緻性等の身体作業能向上, ④環境変化に対する適応能向上, 等を期待する。さらに精神的・心理的療法によって, ①挫折感・絶望感の克服, ②人生に対する自信回復, ③ Personalization 及び Socialization 等への効果, 及び教

育プログラムに含まれる, ①栄養, 夫婦生活, 生活習慣等の指導, ②危険因子の克服, ③薬剤療法の指導, 等に対しても運動療法がより多くの好影響を与えることが求められる。以上の点を総合的に考慮して当計画では, ④長期運動療法及び⑤集団運動療法の形式を採った。前記④は患者が生涯かかわる慢性病に対する改善効果を, また⑤は患者相互の協力関係がもたらす広汎な効果を期待するものである。

以上の点に基づいて構成された実際の運動療法プログラムを表1に示す。このプログラムは週に3回(月, 水, 金曜日)実施されている。表1からその特徴として, ①1回の所要時間が2時間で長い, ②トレッドミルや自転車等のエルゴメーター負荷によらず一般的なレジャースポーツ, 特に球技を主運動としている, 等が挙げられる。前記①は全員の ECG 無線搬送, 安全管理のため準備・整理運動が長いこと及びゲームスポーツの実施等によって, 例えば報告例が多い自転車エルゴメーターによる運動療法よりも長時間を要している。また②は集団による長期療法の形式を維持するために動機づけ, 負荷強度の適否及び実施上の問題点(身体接触やスポーツ外傷)等に基づいて選択された種目構成となっている。

II 結果と考察

当運動療法は開始以来1984年1月で25ヵ月間になりその実施延べ例数は2800例を超えた。当プログラムのように運動負荷装置を用いない自由運動の処方形式を採った場合, その負荷強度の適否が問題となる。負荷強度の指標として心拍数を調べ一回運動療法についてその代表的症例を図1に示した。右図は主運動にバドミントンを, また左図はミニテニスを処方した場合の

*1 京都大学教養部 保健体育教室 ** 京都薬科大学 体育教室 *** 京都大学医学部 第三内科

表 1 一回運動療法の概要

14:00	14:30	14:45	15:45	15:55	16:00
患者集合 諸準備	warm-up	主運動 (1日1種目)	cool-down	諸整理	終了
医療器材・運動用具のセッティング 無線搬送 ECG 電極及び送信器の装着 問診表記入 安静時 ECG 検査 運動前心拍数及び血圧測定	walking 軽度な jogging 柔軟体操 器具体操 呼吸練習	バレーボール バドミントン ミニテニス 卓球 郊外散策 低山ハイク	warm-up と同様のより軽度な運動 筋緊張のリラクセーション練習 深呼吸	運動後心拍数及び血圧測定 器材・器具の整理	

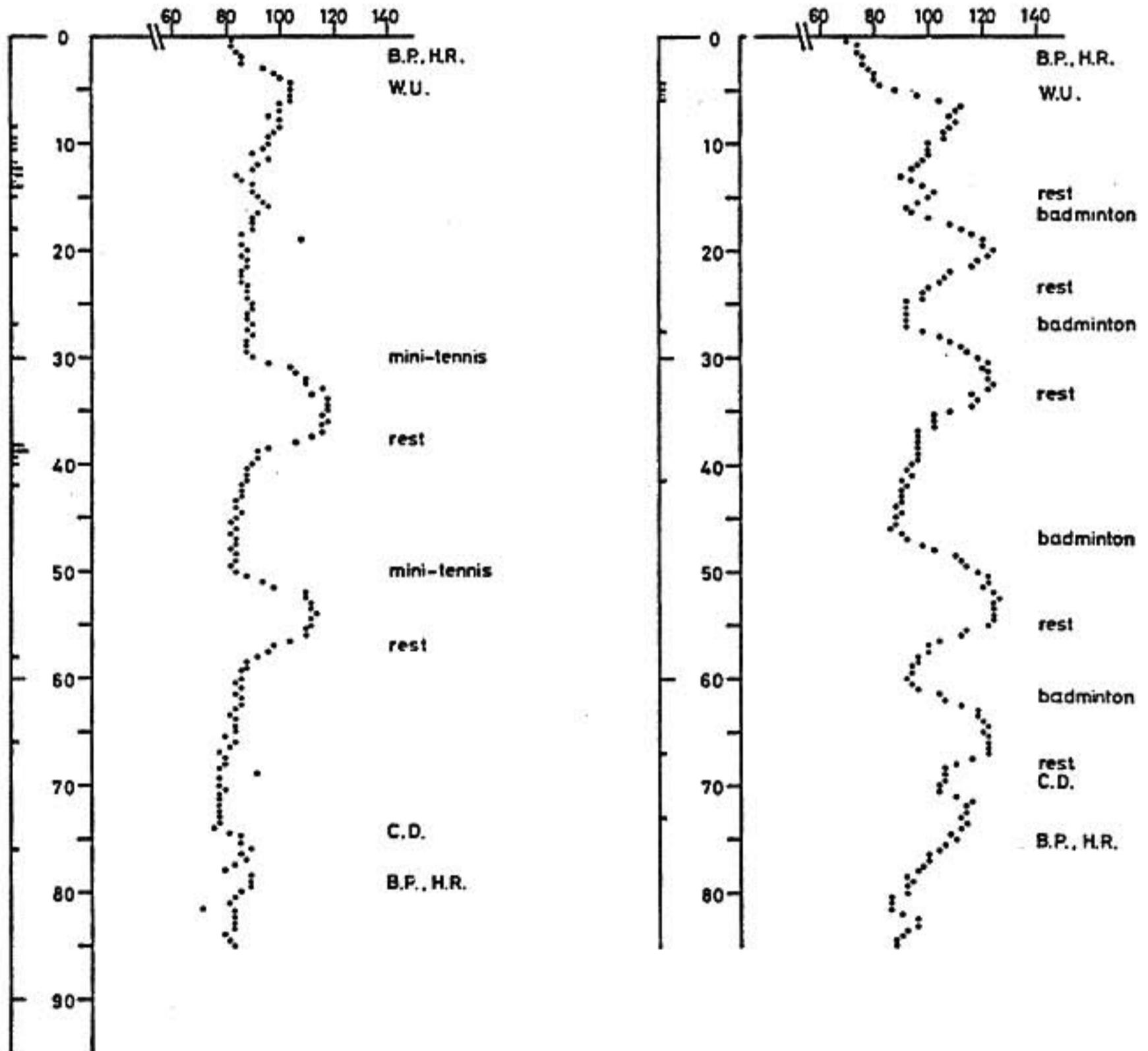


図 1 ミニテニス (左) 及びバドミントン (右) を処方したときの心拍数変化

各図左側の×印は30秒間に現れた VPC 頻度を示す。図中, B. P. 及び H. R. はそれぞれ血圧と心拍数の測定を, また W. U. 及び C. D. は準備運動と整理運動を示す。図左の症例は72歳男子, 右の症例は69歳男子である。

心拍数変化でありその値は概ね90~120拍/分の範囲にある。この場合の患者はそれぞれ運動療法4及び2ヵ月目であった。運動療法参加後、一般的に3ヵ月を過ぎると運動中の心拍数は安定化し、ECG 監視によっ

て心拍数, ST 偏位及び不整脈等から過負荷と判断され監視医の注意を受けることが少なくなった。しかし参加開始後1ヵ月間は逆に愁訴が多く, 上記 criteria による負荷軽減ないし休止の指示が比較的多かった。

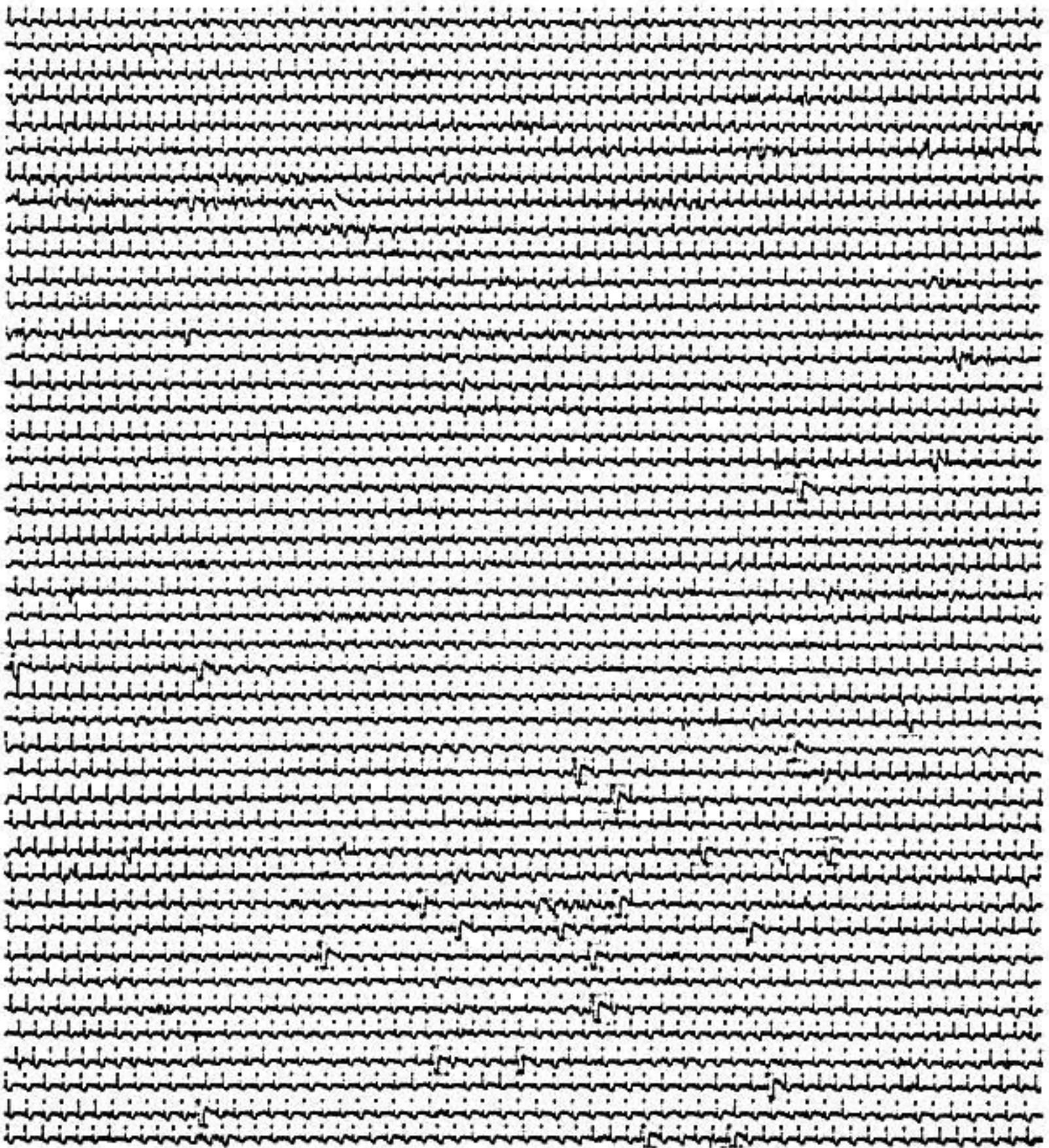


図2 長時間心電図記録にみる一回運動療法中の VPC 出現の変化

図は左から右へ、下から上へ連続し、1行は40秒間である。図は運動開始20分後から約30分間の記録であるが、開始20分までは VPC の出現がより頻繁であり、逆に図に示す以後ではその出現をほとんど認めずこの図はその移行期となっている。症例は50歳男子であり2枝疾患の狭心症である。

運動療法の経過とともに、運動の強度が増加し、心拍数が安定化するという一般的反応が注目された。次に一回運動療法中の VPC 出現頻度を図2に示す。図から運動時間の経過とともに VPC が減少する様相がわかる。このような傾向を示す患者が一般的であるが、一部には運動によって重篤な VPC が誘発されることもあり ECG 監視の必要性が改めて考えられた。以上、本研究ではレジャースポーツによる自由運動の処方が心臓リハビリテーションの総合的な効果を得る上で有効と判断された。

III 要 約

我国における退院後の虚血性心疾患患者を対象とした長期的かつ組織的な集団運動療法の実施経過に基づきその方法及び意義について症例を含めて検討した。運動は監視下にてゲームを含めたレジャースポーツ中心の自由運動を1回2時間、週に3回処方し、比較的安定した負荷強度（心拍数が約90～120拍/分）で実施可能であった。運動療法の経過に伴い運動量及び強度を増加でき、患者には総じて心拍数の安定化、VPC

頻度の減少, 虚血性 ST 偏位の改善が認められるとともに運動後の爽快感があり, また運動への動機づけ及び興味の維持は良好であり, 心臓リハビリテーションの総合的な効果を得る上で高い有効性が示唆された。

文 献

1) Halhuber C. and M. Halhuber: Herznfarkt,

Gräfe und Unzer Verlag, München, 1977.

2) 門田和紀, 他: Pharma Medica 1: 235-243, 1983.

3) 川初清典, 他: 体育の科学 33: 461-467, 1983.

4) 野原隆司, 他: 治療 66: 161-167, 1984.

虚血性心疾患のリハビリテーション療法

—核医学的検討—

野原隆司^{*1}・鈴木幸園^{*1}・田巻俊一^{*1}
橋本友久^{*1}・門田和紀^{*1}・神原啓文^{*1}
河合忠一^{*1}・玉木長良^{*2}・鳥塚莞爾^{*2}
川初清典^{*3}・齊田ゆかり^{*3}・秦優子^{*3}
田口貞善^{*3}・浜崎博^{*4}・青戸公一^{*4}

はじめに

京大病院第三内科では, 狭心症患者, および心筋梗塞患者に対するリハビリテーションとして集団運動療法を取り入れ, その効果を検討しており, その成績の一部は既に報告済み¹⁻³⁾である。近年核医学的検討による運動療法の効果判定が行われ, 改善を肯定する説⁴⁻⁶⁾と否定的な説^{7,8)}があるが, 今回われわれの data を紹介する。

I 対象および方法

今回対象としたのは狭心症患者6名, 陳旧性心筋梗塞患者7名の計13名である。初回のリハビリテーションプログラム(リハ)前後の検討と, 第2回目のリハ前後の検討を加え延べ18名となる。この間のリハ実施平均期間は6.8カ月であり, 1週に3回, 月, 水, 金に2時間の運動処方を行う⁹⁾。リハ期間前後に symptom limited の多段階運動負荷をエルゴメータにより

行い, ²⁰¹Tl 2 mCi の静注により負荷後 image と, 2~3時間後の reperfusion image を, planar, 一部は ECT により撮像する。負荷テストの判定には, exercise duration, peak double product, ²⁰¹Tl score につき, 表1のごとく表示した。exercise duration については, 前回より2分以上の延長を認めたものを(+), 2分以上減少したものを(-), その他を「変化なし」(0)とした。peak double product については, 前回の10%以上の増加を(+)とし, 10%以下を(-)としている。また ²⁰¹Tl の score は, 図1に示したように defect の合計が planar では2点以上, SPECT では4点以上の改善を(+), その点数以下を(-)とした。ゆえに, この3因子とも(+)表示は改善の方向へ向かうことになる。運動の種目として剣道, トランポリン, 卓球, バレーボール, バスケットボール, バドミントン, テニス, 水泳, 室外散歩等を施行した。リハ中は, モニター心電図で, heart rate, 不整脈, 心電図波形等の監視をし, 適宜アドバイスを与

*1 京都大学医学部 第三内科 *2 同 核医学科 *3 同 教養部 保健体育科 *4 京都薬科大学 体育教室

表1 Results of the rehabilitation

Group	Patient	Dx.	Ves.	Coll.	Interval (Mo)	Ex. duration	Double product	Tl-201 score	
								Ex.	Red.
A	Y.K.	MI	2	-	12	+	0	0	0
	K.K.	MI	1	-	4	+	0	0	0
B	H.I.	MI	3	+	7	0	0	+	0
	A.I.	AP	3	+	10	0	+	0	-
C	S.S.*	MI	2	-	3	+	0	+	0
	N.T.	AP	1	+	2	+	0	+	+
	S.K.	AP	1	-	6	+	0	+	0
	T.F.(II)	AP	2	+	10	+	+	+	0
	D.K.	MI	1	-	6	+	+	0	0
	T.N.(II)	MI	1	-	9	+	+	0	0
	T.Y.(II)	AP	1	-	10	+	+	0	0
D	T.N.	MI	1	-	5	0	0	0	0
	S.M.	AP	2	+	9	0	0	0	0
E	Y.O.*	MI	2	+	4	-	+	-	-
	D.K.(II)	MI	1	-	9	0	0	-	-
F	T.F.*	AP	2	+	6	-	-	+	0
	T.Y.	AP	1	-	6	-	-	+	+
	S.M.(II)	AP	1	+	5	-	-	+	0

Abbreviation : * = marked decrease of VPC, Dx. : Diagnosis, Ves : Vessel disease, Coll. : collateral vessel, Ex. : Exercise, Red. : Redistribution

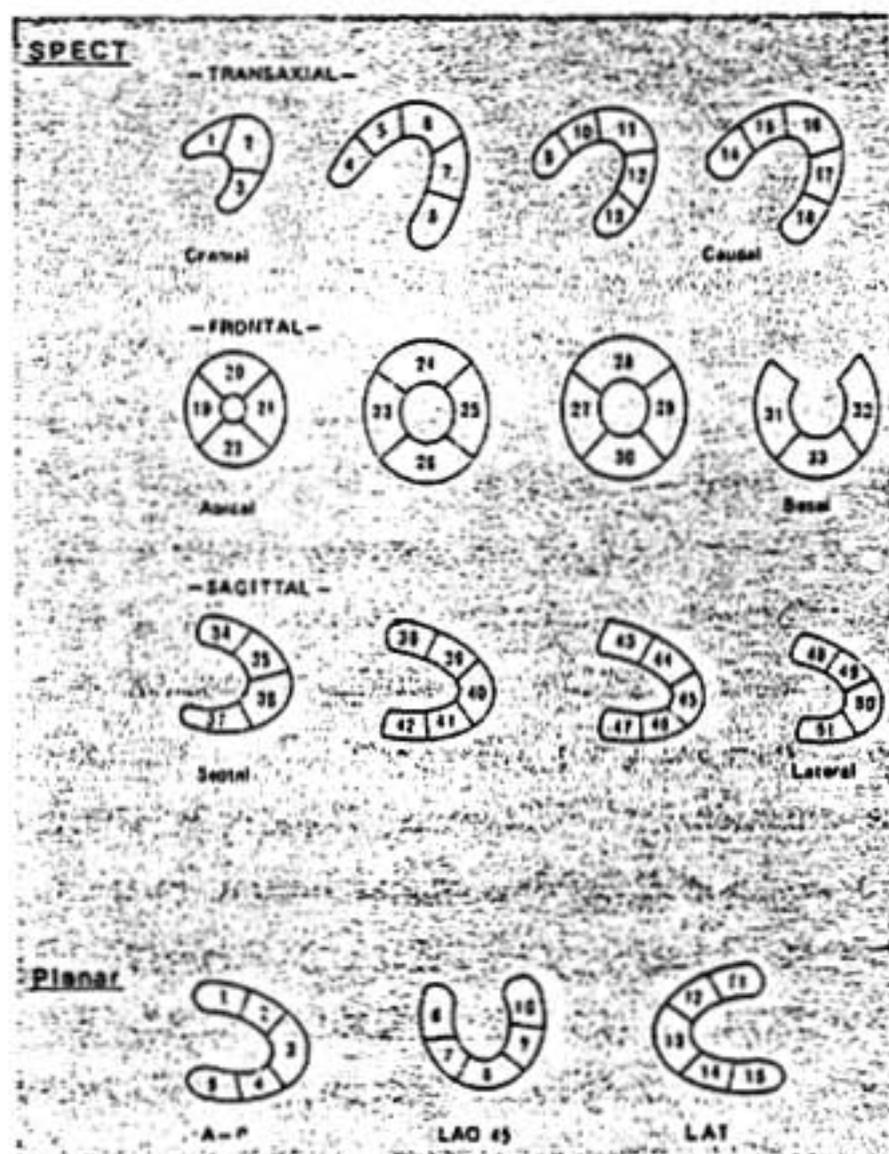


図1 Scoring of each myocardial segments according to the size of the perfusion defect.

0 : normal uptake, 1 : size of perfusion defect < 1/2 of total area, 2 : 1/2 ≤ size of perfusion defect < total area, 3 : total area is occupied by the perfusion defect

えるようにした。

II 結 果 (表1)

グループはAからFの6型に分類した。負荷テストに何らかの改善を認めたりハ患者をA~Cに分類して、Aグループ(2人)は、exercise durationのみ改善して、myocardial perfusionには変化のなかったもの、Bグループ(2人)は、exercise durationはほとんど変わらないが、double productあるいは ^{201}Tl のscoreに改善を認め、myocardial perfusionの改善が示唆されたもの、Cグループ(7人)は、exercise duration及び ^{201}Tl score両者に改善を認めたもの、但しいずれの症例も redistribution phaseのscoreはほとんどリハ前後で変化していなかった、Dグループ(2人)は全く変化を認めなかった群、Eグループ(2人)は3因子のいずれかに悪化を認めた群、Fグループは exercise duration, double productが減少し、これに伴い ^{201}Tl scoreも改善したもので判定不能となった群である。〔II〕と記したのは2回目の比較を行い得た5症例であり、そのうち3症例は2回

めのリハで改善を認め、Cグループに入り、リハ脱落の1例は脱落後の検討では悪化、他の1例はFグループであった。このように1回めの平均6カ月のリハにより、67%に改善を認め、内50% (4人) に exercise duration の増加と心筋 perfusion の改善を認めた。これは全体の33% (2回めを含めると39%) になり中枢、および末梢がリハによって改善効果を示したことを示唆している。また、C, E, F 群のアステリスクをつけた症例においては、リハにより明らかに VPC の頻度が減少しているのが確認された。

III 症例呈示 (図2)

リハビリテーションで改善を認めた OMI & angina の症例である。CAG は LAD が99%狭窄を示し、delayed filling が認められた。また、segment 10 にも90%狭窄を認めた。また RCA では 4PD に75%の狭窄を有し、RCA より LAD に collateral を出していた。この SPECT 像では、2カ月後のものが control に比し、exercise duration, peak double product の増加とともに、perfusion の改善が前壁中隔部に認められた。

IV 考 案

1980年に Froelicher⁴⁾, Atwood⁵⁾, Jensen⁶⁾ らの同一グループにより虚血性心疾患の平均6カ月のリハによる中枢の血流改善を示唆する所見が相次いで発表された。すなわち、Froelicher は 5/16 (31%) に symptom limited の最大負荷での EF と ²⁰¹Tl scintigraphy の改善を、Jensen は control と同一レベルの亜最大負荷で EF の改善を8/16 (50%) に認めるとした。²⁰¹Tl 静注後の初期分布は血流分布により決定される⁷⁾ ため、心筋の場合はその時点での局所血流の評価が可能である。今回の成績でも、第1回の比較で33%、2回めの評価を含めると39%の症例で運動耐容能及び心筋血流量の改善を確認し得た(Cグループ)。これらの群は、当然中枢作用としての心機能の改善も予想される。1982年に Tubau ら⁸⁾ は、EF と ²⁰¹Tl の改善に discrepancy はあるとしつつも、やはり circumferential profile 法により 5/17 (29%) の perfusion の改善を確認している。一方、Verani ら⁹⁾ は12週間のリハにて 15/16 (94%) に運動耐容能の改善を認めたが、左室機能、²⁰¹Tl perfusion には変化を認めなかったとし、Nolewajka¹⁰⁾ も radioactive mi-

N. T. 46 y. o. Male CAG 4PD : 75%, 7 : 99%, 12 : 90%

SPECT

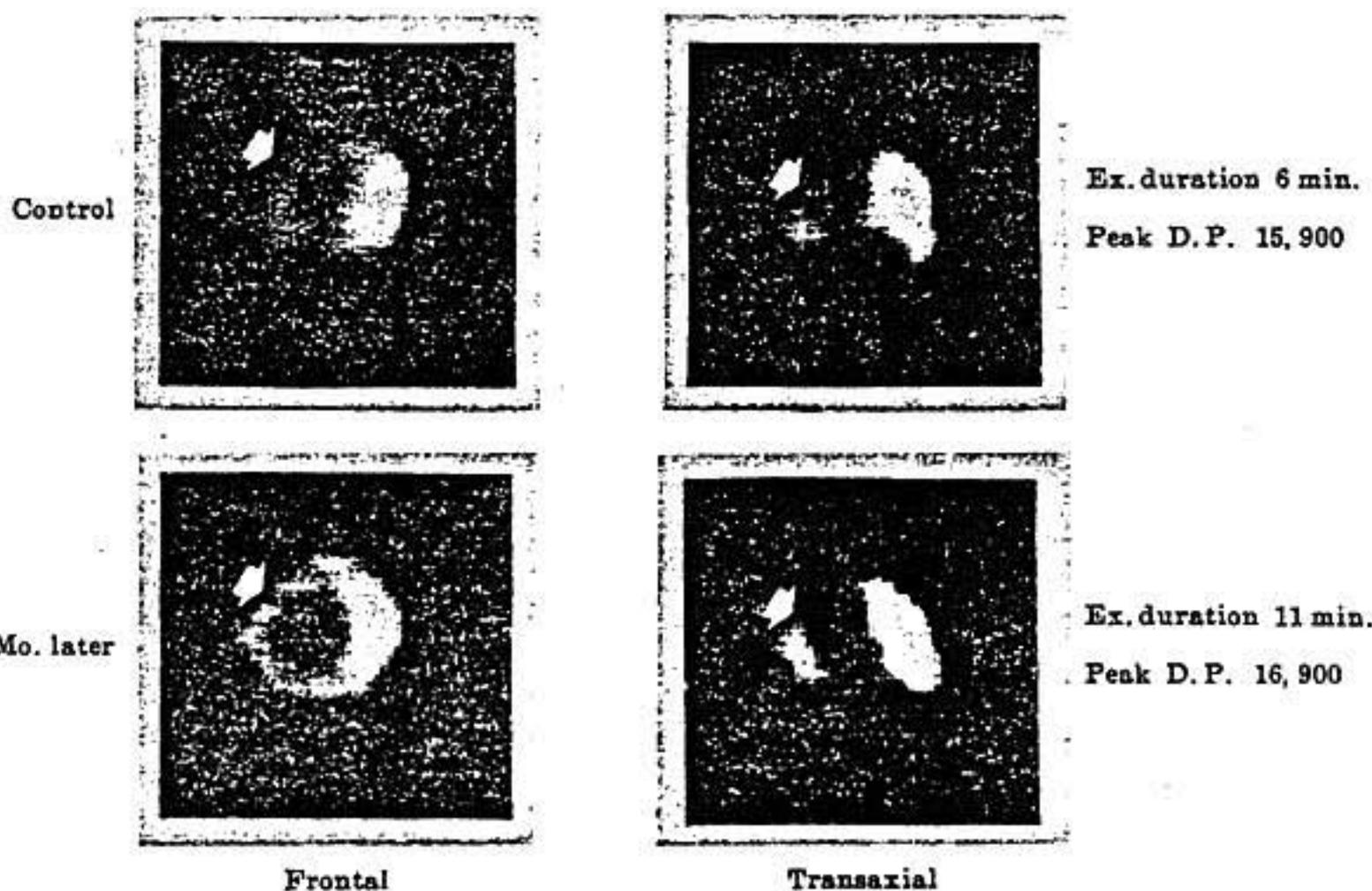


図2 See the text

crosphere を使用して, 血流改善を認めなかったと報告している. 中枢作用の改善の根拠として, myocardial capillary の増加¹¹⁾, myocardial vascularity の増加¹²⁾, collateral の増加¹³⁾等, 動物実験の成績はあるが, 人間での coronary flow¹⁴⁾, collateral の増成¹⁵⁾に関しては否定的な意見もある. また, Buda ら¹⁶⁾が報告しているように, 負荷 scintigraphy は, MI の3週間後, 3ヵ月後では自然経過としての改善がみられるとしている点も重要であり, このような中枢作用の改善を示唆する case に関して更に詳細なる検討の必要があると思われる.

文 献

- 1) Nohara R., et al. : 虚血性心疾患患者の長期集団運動療法の検討. 治療 66(1) : 629, 1984.
- 2) Suzuki Y., et al. : 虚血性心疾患患者の長期集団運動療法の検討 (2報) —運動負荷超音波心断層図による評価—. 治療, in press.
- 3) Kadota K., et al. : 虚血性心疾患のリハビリテーション—集団運動療法の効用—. Pharma. Medica. 1(2) : 235, 1982.
- 4) Froelicher V., et al. : Cardiac rehabilitation : Evidence for improvement in myocardial perfusion and function. Arch. Phys. Med. Rehabil. 61 : 517, 1980.
- 5) Atwood E., et al. : Radionuclide perfusion images before and after cardiac rehabilitation. Aviat. Space Environ. Med. : 51(9) : 892, 1980.
- 6) Jensen D., et al. : Improvement in ventricular function during exercise studied with radionuclide ventriculography after cardiac rehabilitation. Am. J. Cardiol. 46 : 770, 1980.
- 7) Strauss H.W., et al. : Thallium-201 for myocardial imaging : relation to thallium-201 to regional myocardial perfusion. Circulation 51 : 641, 1975.
- 8) Tubau J. et al. : Noninvasive assessment of changes in myocardial perfusion and ventricular performance following exercise training. Am. Heart J. 104 : 238, 1982.
- 9) Verani M.S., et al. : Effect of exercise training on left ventricular performance and myocardial perfusion in patients with coronary artery disease. Am. J. Cardiol. 47 : 797, 1981.
- 10) Nolewajka A. J., et al. : Exercise and human collateralization : an angiographic and scintigraphic assessment. Circulation 60 : 114, 1979.
- 11) Leon A. S., et al. : The effect of complete and partial deconditioning on exercise induced cardiovascular changes in the rat. Adv. Cardiol. 18 : 81, 1976.
- 12) Wyatt H. L., et al. : Influence of physical conditioning and deconditioning on coronary vasculatures of dogs. J. Appl. Physiol. 45 : 619, 1978.
- 13) Eckstein R. W., et al. : Effect of exercise and coronary artery narrowing on coronary collateral circulation. Circ. Res. 5 : 230, 1957.
- 14) Sim D. N., et al. : Investigation of the physiological basis for increased exercise threshold for angina pectoris after physical conditioning. J. Clin. Invest. 54 : 763, 1974.
- 15) Ferguson R. J., et al. : Effect of physical training on treadmill exercise capacity, collateral circulation and progression of coronary disease. Am. J. Cardiol. 34 : 764, 1974.
- 16) Buda A. J., et al. : Spontaneous changes in the thallium-201 myocardial perfusion imaging after myocardial infarction. Am. J. Cardiol. 50 : 1272, 1982.

心筋梗塞例に対する低負荷運動試験の問題点

畑 典 武*・宗 像 一 雄*

金 沢 正 邦*・岸 田 浩*・早 川 弘 一*

はじめに

心筋梗塞回復期に施行した低負荷運動試験 (Low Level Exercise Test, LLET) が短期予後推定に有用であるか否かにつき検討した。

I 対象と方法

対象は急性心筋梗塞47例 (男42例, 女5例, 年齢55 ± 9歳) であり, 回復期ほぼ同時期に低負荷運動試験と心血管造影を施行し, その後約1年間臨床経過を観察し得た症例である。

低負荷運動試験はアビオニックス社製 E-20B 型を使用したトレッドミル法により実施し, 心電図記録は II, V₁ および V₅ の3誘導法とした。血圧は1分ごとにマンシュート法にて測定した。運動負荷は速度を1.7マイル/時と一定にし, 傾斜を3分ごとに6段階 (0, 2, 5, 7.5, 11, 14%) に変化させる金沢らの方法を用いた。各段階の酸素消費量は 1.7, 2.5, 3.4, 4.2, 5.4, 6.5 METs に相当する。運動負荷の中止理由は, ①目標心拍数 (健常者の最大心拍数の85%), ②胸痛, ③全身疲労, ④下肢疲労, ⑤息切れ, ⑥0.2 mV 以上の ST 低下, ⑦血圧の低下または急激な上昇, ⑧重症不整脈, ⑨めまい, ⑩プロトコル完了とした。低負荷運動試験の評価としては運動時間 (exercise time, ET 秒) を用い, 720秒 (4.2 METs に相当) 以下を成績不良, 721秒以上を成績良と判定した。

心血管造影は Judkins 法で行い, AHA 基準により左室壁運動を Normal, Reduced, None, Dyskinetic および Aneurysmal の5段階に評価し, Diskinetic と Aneurysmal を壁運動異常とした。同時に Area-Length 法にて左室駆出率 (ejection fraction, EF %) を算出した。冠動脈病変は内径75%以上の器質的狭窄を有意とし冠動脈障害枝数を評価した。

心筋梗塞発症後1年間の臨床経過の評価は, うっ血性心不全併発例, AC バイパス術施行例, 心筋梗塞再発例ならびに運動耐容能不良例を経過不良とし, それ以外を経過良好とした。

統計処理は Student t-test と χ^2 test を用いた。

II 結 果

(1) 運動時間 (ET) と左室駆出率 (EF) の関係 (図)

全体に ET と EF の間には有意な相関は認められなかったが, 1年後の臨床状態不良例 (9例) に注目

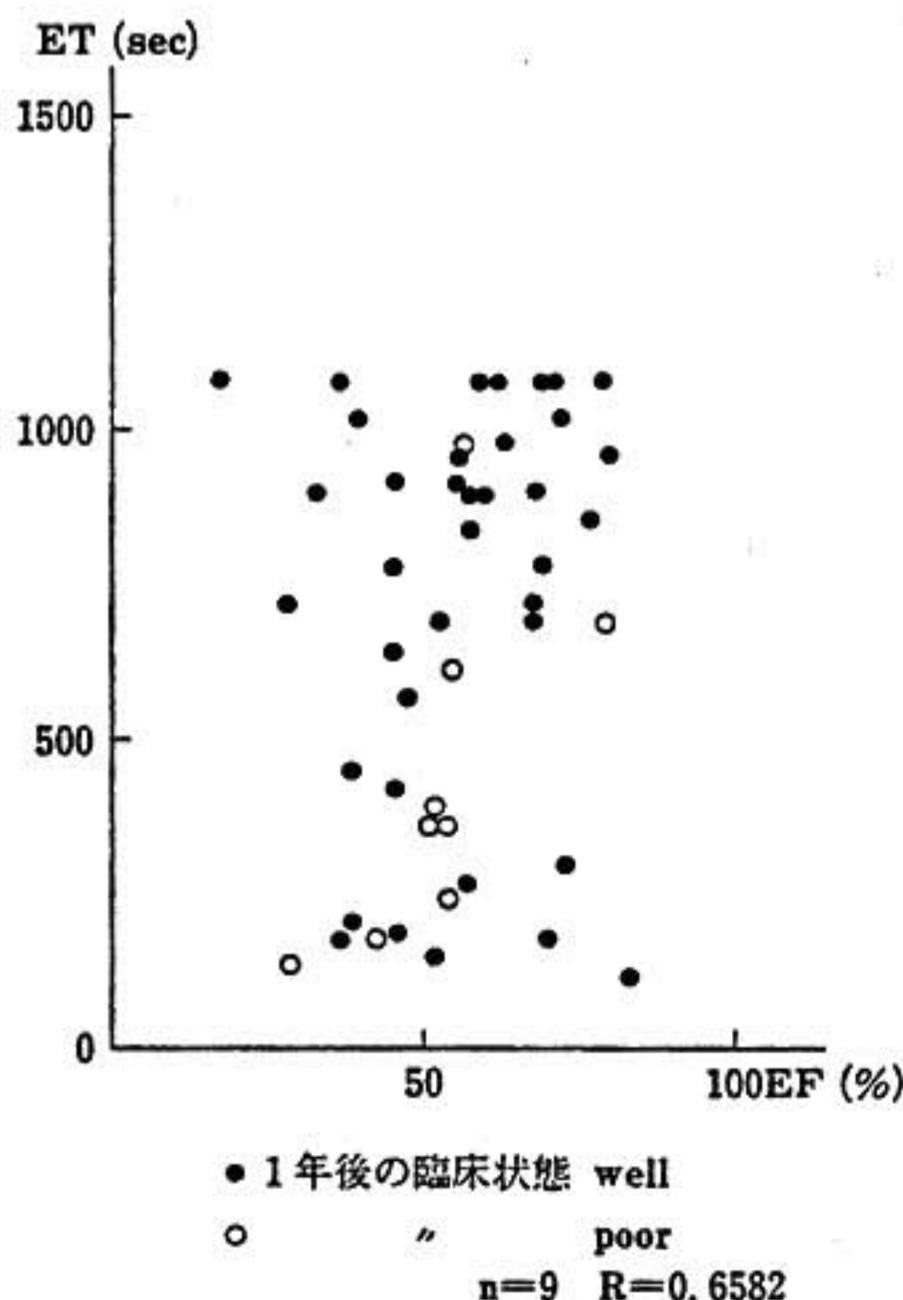


図 Low level exercise test の ET (exercise time) と EF (ejection fraction) の関係

すると $r=0.6582$ と有意の正相関を認めた ($P<0.05$). また, ET と EF がともに高値を示す群には経過良好例が, 逆に両者とも低値を示す群には経過不良例が多い傾向が認められた.

(2) 運動時間 (ET) と1年間の臨床経過との関係 (表1)

運動時間を720秒 (4.2 METs に相当) を境に2群に分け, 短期予後との関係を表1に示した. ET が721秒以上であった23例中22例 (96%) は短期予後良好であった. 一方 ET 720秒以下群では, ET 721秒以上群に比べ予後不良例が多く24例中8例 (33%) であった ($P<0.05$).

表1 Low level exercise test (回復期) と予後との関係

	AMI 発症1年後の臨床状態		計
	poor	well	
AMI 回復期の LLET Exercise time >720秒	1	22	23
≤720秒	8	16	24

χ^2 テスト $P<0.05$

(3) 運動時間 720秒 (4.2 METs) 以下群の検討

表2に運動時間720秒以下24例の臨床像を示す. 症例1から8が予後不良例, 症例9から24が予後良好例である. 予後不良群は良好群に比べ高齢 (58±8歳 VS 54±11歳), EF 低値 (51±14% VS 52±15%), ET 低値 (370±196秒 VS 407±233秒) であったが統計学的有意差は認められなかった. 左室壁運動異常を示したのは5例で, 3例が予後不良, 2例が予後良好であった. 予後不良群の38%, 予後良好群の13%が壁運動異常を有していた. 性差をみると女性は予後不良群の13%, 予後良好群の19%を占め, 両群間に差はなかった.

III 考 案

心筋梗塞の低負荷運動試験と心機能の関係については以前に当教室から報告されており, 運動時間が短い例, ST 上昇例では心機能が低下していた. 今回は運動時間と梗塞後の短期予後について検討したが, 運動時間, 左室駆出率, 年齢, 性差, 左室壁運動異常と短期予後との関係は著明ではなかった. この原因として

表2 LLET (回復期) 720秒以下の症例

Age	Sex	EF (%)	壁運動異常	ET (秒)	1年後の臨床状態	
1	65	M	28		135	poor
2	65	M	42	+	180	" (Ope)
3	52	M	53		240	" (Ope)
4	62	M	50	+	360	"
5	64	M	53	+	360	" (CHF)
6	45	M	51		390	" (Ope)
7	62	F	54		610	" (CHF)
8	51	M	78		690	"
小計	58±8		51±14		370±196	
9	66	F	82		120	well
10	62	F	51		150	"
11	63	M	69		180	"
12	67	M	36		180	"
13	32	M	45		190	"
14	56	M	38		205	"
15	52	F	56	+	270	"
16	61	M	72		300	"
17	37	M	45		420	"
18	48	M	38		450	"
19	67	M	47		570	"
20	43	M	45		645	"
21	52	M	67		690	"
22	53	M	52		690	"
23	47	M	28	+	720	"
24	52	M	67		720	"
小計	54±11		52±15		407±233	

は, 運動負荷試験実施時期, 運動試験までのリハビリテーションの進行度, 身体適性, 末梢循環障害, 肺機能などに症例によるばらつきがあるためと考えられた.

運動時間が各パラメーターの中では予後推定に最も適していると思われ, とくに 4.2 METs 以上と成績良好であった例の予後は極めて良好であった. しかしながら 4.2 METs 以下を示した症例の67%は予後良好であり, 心筋梗塞回復期の運動耐容能不良が短期予後に直接むすびつくかどうかは疑問であり, 運動負荷試験の成績判定に問題点が残された.

結 論

急性心筋梗塞回復期に施行した低負荷運動試験成績と短期予後との関係を検討し次の結論を得た.

(1) 低負荷運動試験成績良で 4.2 METs 以上を示す例では1年間の cardiac events の併発は極めて稀であり短期予後良好と推定できた.

- (2) 低負荷運動成績不良例でも67%は1年間に cardiac events はなかった。
- (3) 短期予後不良例の特徴として他に左室壁運動

異常, 駆出率低値, 高齢者が多い傾向があった。

- (4) 回復期の低負荷運動試験成績不良例の評価には十分な配慮を要すると考えられた。

虚血性心臓病に対する血中乳酸濃度を指標とする運動療法

吉 田 豊 和^{*1}・ 広 木 忠 行^{*1}

荒 川 規 矩 男^{*1}・ 田 中 宏 暁^{*2}・ 進 藤 宗 洋^{*2}

はじめに

近年, 虚血性心臓病に対する運動療法が注目されている¹⁾が, その具体的な方法については必ずしも一定していない。いずれの場合も運動強度は, 最大酸素摂取量又は, 最大心拍数に対する百分率で表現する方法が一般に用いられている²⁾³⁾。しかしこの方法は被検者に最大努力を強いねばならず, 虚血性心臓病患者を対象とする場合には危険を伴う可能性がある。そこで我々は血中乳酸値から最大酸素摂取量の約50%に対応する Aerobic threshold⁴⁾を運動強度とするトレーニング法を考案し, 虚血性心臓病患者についてその有用性について検討した。

I 対象と方法

対象: 虚血性心臓病患者8名を対象とした。年齢は45歳から64歳, 平均56歳で全員男性であった。そのうちわけは安定型労作性狭心症2名, 発作後2~4カ月経過し合併症を有しない陳旧性心筋梗塞6名で, 全員心臓カテーテル検査及び冠状動脈造影と左心室造影を施行した。全例冠動脈に1枝以上, 75%以上の有意の狭窄を認めたが, 心室瘤を有する例はなかった。薬物治療では4例がカルシウム拮抗剤を, 3名が持続型亜硝酸剤をトレーニング前より終了まで継続して服用していた。しかし β 遮断剤を服用しているものはいなかった。

運動負荷試験: 運動強度決定のための運動負荷試験

は Load 社製の自転車エルゴメーターを使用した。漸増負荷法を用いて 0 watts より4分ごとに 10~15 watts ずつ負荷量を増加し, 患者の疲労感, 中等度の胸痛, 不整脈等のいずれかの出現を中止基準とした。各負荷ごとに心拍数, 血圧, 血中乳酸濃度, 主観的強度, 呼気ガス分析を行った。

測定法: 血圧は水銀血圧計を用い, 聴診法で測定した。血中乳酸濃度は各負荷の3分30秒目に耳朶より20 μ l 採血し, Roche 社製, Lactate Analyzer 640 で測定した。主観的強度は, Borg の強度⁵⁾を小野寺たち⁶⁾が日本語に訳したものをを用いた。呼気ガス分析は, 各負荷の3分目から4分目までの60秒間ダグラスバッグに採気し, 採気量を双胴型レスピロメーター, O₂, CO₂ 濃度を Beckman 社製 MMC 内蔵の OM-11, LB-2 で分析した。

なお, 呼気ガス分析の直前にあらかじめショランダーガス分析器で測定した既知の標準ガスで校正した。

トレーニング法: トレーニングには, モナーク社製自配車エルゴメーターを使用し, 1回60分, 週3回, 10週間行った。3名の熟練者が目視により血中乳酸濃度と運動強度の関係グラフより Aerobic threshold を決定しその平均値を運動強度とした。トレーニング中の心電図は CM 5誘導でモニターし, 血圧は最初20分間は5分ごとに, 後半は10分ごとに測定した。

推計学的検討: トレーニング効果の検討には paired t-test を用いた。また $P < 0.05$ を有意とした。

II 結 果

1. 運動強度

運動強度決定時の最終負荷量は 50~120 watts (50 watts, 60 watts, 70 watts 各 2 名, 105 watts 1 名, 120 watts 1 名) であったが全例内挿法により Aerobic threshold が決定できた。Aerobic threshold は負荷量で 22~60 watts, 平均 33.4 watts で, 酸素摂取量は平均 12.0 ml/kg/min であった。

2. トレーニング効果

各負荷量に対する各症例の反応をトレーニング前後で比較すると (表 1) 心拍数と RPP はいずれも低下

表 1 トレーニング前後の同一負荷量に対する諸因子の変化

	PRE	POST	
Heart rate (beats/min)	135 ± 10	129 ± 9	NS
Systolic blood pressure (mmHg)	166 ± 8	156 ± 6	p < 0.05
Rate-pressure product (× 10 ⁻¹)	221 ± 18	201 ± 16	NS
Perceived exertion (Borg scale)	15.8 ± 0.6	13.3 ± 1.2	p < 0.05
Lactate (mmol/l)	4.5 ± 0.6	2.9 ± 0.4	p < 0.01
Oxygen consumption l/min	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	NS
m/kg/min	19.4 ± 2.5	18.6 ± 2.3	NS
Respiratory exchange ratio	1.12 ± 0.04	1.04 ± 0.02	p < 0.02
O ₂ removal (ml/l)	24.0 ± 1.7	27.3 ± 1.5	p < 0.05

Values are mean ± SEM.

する傾向にあったが, 推計学的には有意差は認められなかった。一方, 収縮期血圧は, 166 ± 8 mmHg (平均 ± SEM) から 156 ± 6 mmHg へと有意に低下した。主観的強度も 15.8 ± 0.6 から 13.3 ± 1.2 へと有意に低下した。しかし酸素摂取量には変化は認められなかった。血中乳酸濃度は 4.5 ± 0.6 mmol/l から 2.9 ± 0.4 mmol/l へと有意に低下した。ガス交換率は, 1.12 ± 0.04 から 1.04 ± 0.02 へと有意に低下し, O₂ removal は 24.0 ± 1.7 ml/l から 27.3 ± 1.5 ml/l へと有意に増加した。Aerobic threshold は 12.0 ± 0.9 ml/kg/min から 13.6 ± 1.0 ml/kg/min へと有意に増加した (図 1)。

なお各症例の体重はトレーニング期間中に有意の増減を示さなかった。

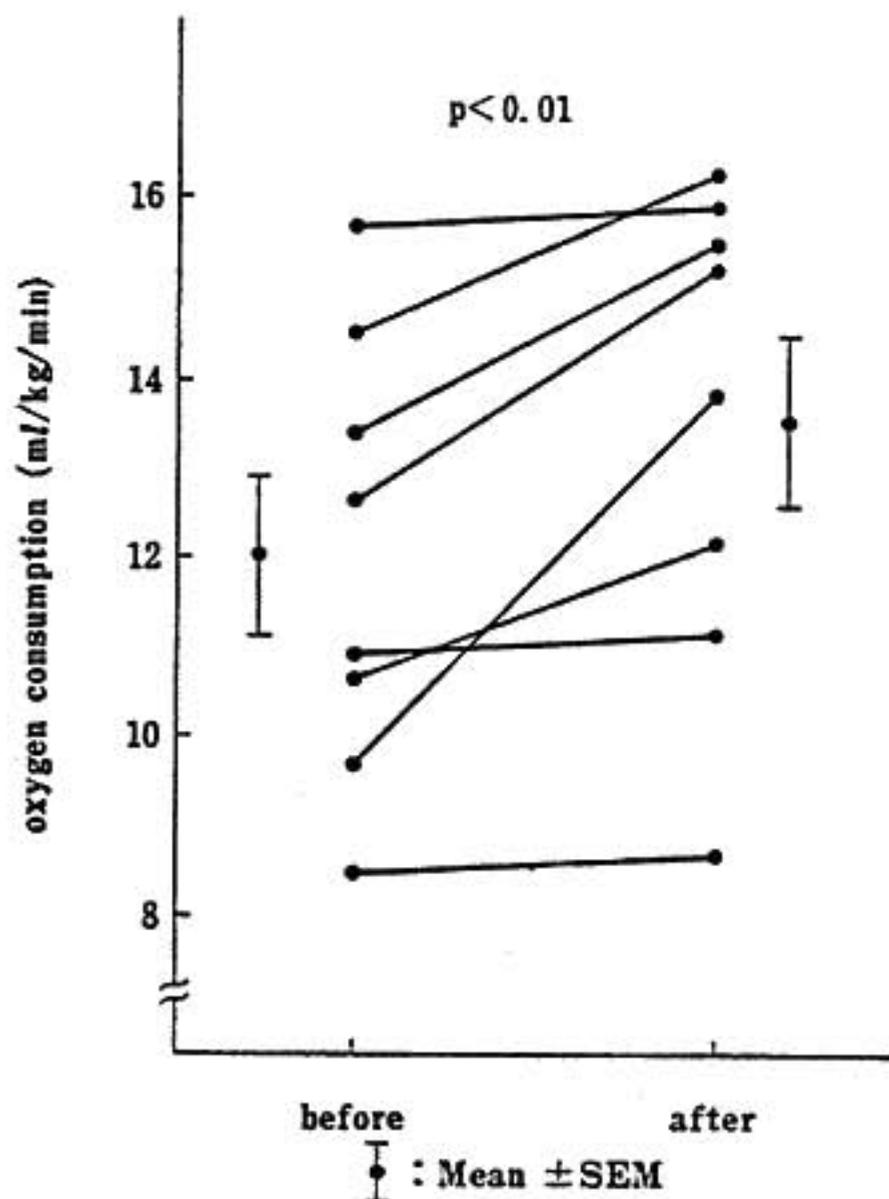


図 1 トレーニング前後の Aerobic threshold における酸素摂取量の変化

III 考案及びまとめ

虚血性心臓病患者に対する運動療法のトレーニング法として我々の用いた方法は被検者の主観に左右されず, Aerobic threshold という客観的所見により基準を定め, さらに被検者を運動能の極限近くまで追い込まずに全例の運動強度が決定できた。従来の最大酸素摂取量や最大ないし亜最大心拍数で運動強度を決定する方法と異なり, 被検者に最大努力を強いる必要がなく極めて安全である。

我々がトレーニング強度の基準とした Aerobic threshold は最大酸素摂取量の約 50% に相当するが, 進藤ら⁷⁾は中高年者を対象として 50% $\dot{V}O_2$ max のトレーニングを行い最大酸素摂取量の増加を報告している。虚血性心臓病患者を対象とした本研究では, 最大酸素摂取量は測定していないために比較することはできないが, Aerobic threshold が有意に増加したことから, 好氣的作業能力がトレーニングによって向上したことが示唆される。

このトレーニング法の心仕事量に及ぼす効果では, 収縮期血圧が有意に低下し, 心拍数は減少の傾向にあ

った。その結果 RPP は軽度に低下する傾向が認められた。清水ら⁸⁾ はこれと同じトレーニング強度により、高血圧の運動療法を行い、有意の降圧と血中プロスタグランディンEの増加を報告している。このように本研究は全く preliminary であるが虚血性心臓病患者に対する Aerobic threshold を運動強度とする運動療法として臨床的に有用であると考えられ、今後更に症例を重ね代謝と循環の両面から研究を進めねばならない。

文 献

- 1) Clausen J. P. : Circulatory adjustments to dynamic exercise and effect of physical training in normal subjects and in patients with coronary artery disease. *Progr. Cardiovasc. Dis.* 18 : 459, 1976.
- 2) Cobb F. R. et al. : Effects of exercise training on ventricular function in patients with recent myocardial infarction. *Circulation* 66 : 100, 1982.
- 3) Ehsani A. A., et al. : Effects of 12 months of intense exercise training on ischemic ST-segment depression in patients with coronary artery disease. *Circulation* 64 : 1116, 1981.
- 4) Skinner J. S., et al. : The transition from Aerobic to Anaerobic metabolism. *Research Quarterly For Exercise and Sport* 51 : 234, 1980.
- 5) Borg G. et al. : Perceived exertion and pulse rate during graded exercise in various age groups. *Acta Med. Scand.* 472 : 194, 1967.
- 6) 小野寺孝一, 他 : 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性—Rating of perceived exertion の観点から—。 *体育学研究* 21 : 191, 1976.
- 7) 進藤宗洋, 他 : 中高年者の自転車エルゴメーターによる50% $\dot{V}O_2$ max 強度の60分間トレーニング。 *体育科学* 2 : 139, 1974.
- 8) 清永 明, 他 : 運動療法の降圧効果と体液性因子の変化。 *高血圧* 6 : 43, 1983.

急性心筋梗塞回復期患者の運動療法前後の Anaerobic Threshold

野 田 省 二^{*1} . 喜多村 治 郎^{*1} . 都 築 雅 人^{*1}
 近 藤 照 夫^{*1} . 横 田 充 弘^{*1} . 外 畑 巖^{*1}
 宮 口 和 彦^{*2} . 加 藤 和 重^{*2} . 都 築 実 紀^{*2}

はじめに

1973年, Wasserman ら¹⁾ によって報告された呼気ガス分析による嫌気性代謝閾値 (anaerobic threshold, AT) の測定は運動生理学への応用から最近では虚血性心疾患患者の運動耐容能評価などにも広く応用されるようになった。我々は以前より急性心筋梗塞回復期患者に対する積極的な運動療法を実施しており、この運動療法の前後で実施した treadmill 運動試験時の呼気ガス分析から AT を求め、運動療法前後での成績

を比較検討した。

I 対 象

対象は急性心筋梗塞回復期に運動療法を実施した入院患者26名 (男25名, 女1名, 平均年齢51.0±8.2歳, MI 群) である。標準12誘導心電図上では22名が前壁梗塞, 4名が下壁梗塞であった。我々の定めたプロトコル²⁾³⁾ に従って順調に急性期, 亜急性期リハビリテーションを施行できた患者に限定し, 狭心症, 心不全等を有する患者は除外した。心筋梗塞発症から運動

療法開始に至る平均日数は 43.0 ± 24.8 日であり, 平均運動療法期間は 27.3 ± 7.6 日であった. 対照として心疾患等を有しないと思われる座業の (sedentary) 健康男子14名 (平均年齢28.9歳, 健康群) を用いた.

II 方 法

運動療法はテレメータ-監視下に表1に示す運動強度表に従って treadmill 歩行9分間, 2階段昇降9分間, および運動療法用の屋外広場を利用した自由歩行30分間を1単位とし, 休日を除き午前, 午後に各1単位ずつ実施した. 運動療法開始時および運動療法期間中1週間ごとに表1の, もしくは修正 Bruce 法⁴⁾のプロトコールに従った treadmill 運動試験を実施し, そのつど完了し得た最終段階の1~2 Mets 下の強度で運動するよう運動処方を行った. Treadmill 運動試験の目標心拍数は原則として運動療法開始時には120拍/分とし, その後1週間ごとに5~10拍/分ずつ増加させ, 運動療法終了時には年齢別最大予測値の85%以上とした.

表1 A protocol of low-level and small-increment treadmill exercise testing with oxygen uptake-equivalent two-step exercises.

	Treadmill	Two-step		
		22.9 cm	19 cm	15 cm
2.5 METs	1.0 mph (1.6) 0%	—	9	11
3	1.0 mph (1.6) 5%	9	14	18
4	1.5 mph (2.4) 10%	18	25	32
5	2.0 mph (3.2) 10%	27	36	46
6	2.5 mph (4.0) 10%	36	47	60
7	2.5 mph (4.0) 16%	45	58	—
8	2.8 mph (4.5) 16%	54	—	—

() Kilometer per hour.

Numbers under "Two-step" denote numbers of trips for three minutes.

この平均4週間にわたる運動療法の前後で treadmill 運動試験時に連続呼気ガス分析装置 (フクダイリカ社製エレクトロメタボラー BMS 600) を用いて呼気ガス分析を行った. 呼気ガス分析時の treadmill 運動としては表1に示すプロトコールを用い, 各段階2分間で実施した. 運動前, 運動中1分ごとに酸素摂取率 ($\dot{V}O_2$) および肺換気率 (\dot{V}_E) を求め, Wasserman らの方法⁵⁾に従って \dot{V}_E - $\dot{V}O_2$ 曲線より AT を求め, こ

れを AT 点の $\dot{V}O_2$ で表した ($\dot{V}O_{2AT}$). また MI 群26名中14名で運動療法後に左室造影を施行し, 左室駆出率を求めた. 推計学的検定には運動療法前後の比較に paired t test, 健康者との比較に nonpaired t test を用いた.

III 結 果

図1は MI 群の運動療法前後の $\dot{V}O_{2AT}$ を健康群の $\dot{V}O_{2AT}$ と対比して示したものである. MI 群の平均 $\dot{V}O_{2AT}$ 値は運動療法前が 13.9 ± 2.5 ml/kg·min, 運動療法後が 17.2 ± 3.3 ml/kg·min であり, 健康群の平均 $\dot{V}O_{2AT}$ は 17.2 ± 2.1 ml/kg·min であった. MI 群の運動療法後の $\dot{V}O_{2AT}$ 値は運動療法前に比し有意に増加し ($P < 0.001$), 健康群の $\dot{V}O_{2AT}$ 値とほぼ同等となった.

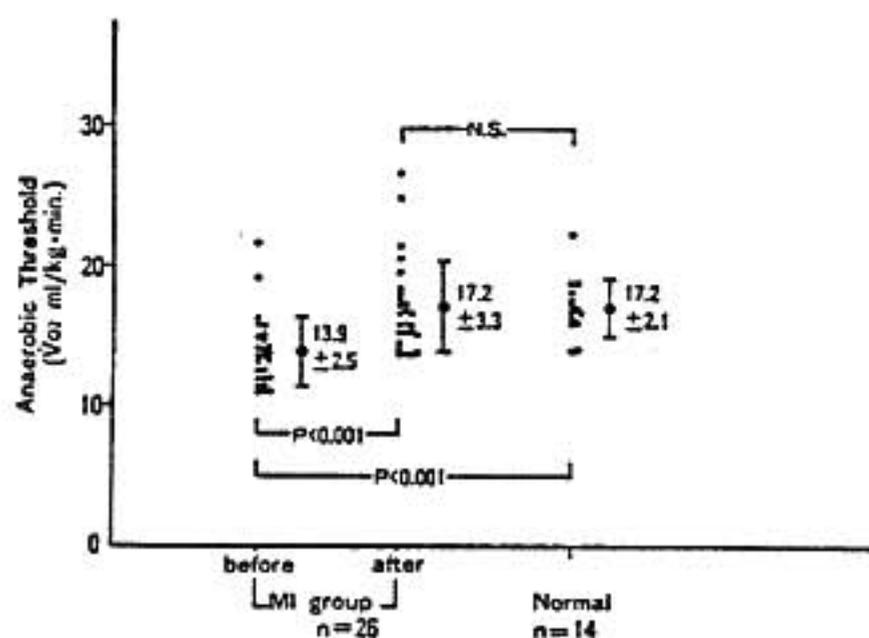


図1 Anaerobic threshold before and after physical training

MI 群の $\dot{V}O_{2AT}$ 値は運動療法前, 後ともに年齢と有意な相関を示さなかった. また, 運動療法後に左室造影を施行した14名について運動療法後の $\dot{V}O_{2AT}$ 値と左室駆出率との関係を検討したが, 相意相関は得られなかった.

IV 考 案

運動能力の評価方法として最大酸素摂取率 ($\dot{V}O_{2MAX}$) は有用な指標とされるが, 心疾患患者での測定は困難である. これに対して $\dot{V}O_{2AT}$ は $\dot{V}O_{2MAX}$ と良い相関をもつとされ⁶⁾, 運動能力の客観的かつ定量的な指標として心疾患患者でも安全容易に測定可能である. 我々の行った急性心筋梗塞回復期患者での $\dot{V}O_{2AT}$ の

測定も1例のトラブルもなく安全に実施できた。そして運動療法前後で $\dot{V}O_{2AT}$ の有意な増加を認め、運動療法による身体適性の改善が示された。MI 群の運動療法後と健常群の平均 $\dot{V}O_{2AT}$ 値に差がなかったが、これは主として MI 群に重症心機能低下者が少なかったこと、および健常群として日頃あまり活発な身体活動を行っていないものを用いたことが原因していると考えられる。この点については道場ら⁶⁾も、運動療法により虚血性心疾患患者の身体適性が規則的運動をしていない健常者より高いレベルになることを指摘している。いずれにしても、合併症を有しない急性心筋梗塞患者では回復期に積極的な運動療法を行うことにより sedentary の健常者並みには運動に対する身体適性を回復することが可能と考えられた。この運動療法による $\dot{V}O_{2AT}$ の増加は、 $\dot{V}O_{2AT}$ と左室駆出率とが相関しなかったこと等より、心機能の改善よりむしろ運動療法前に萎縮傾向にあった骨格筋の運動療法による充実等の末梢効果が大きく関与しているものと思われる。

結 語

1. 急性心筋梗塞回復期患者26名に平均4週間にわたって運動療法を行い、前後で treadmill 運動試験を実施し呼気ガス分析による anaerobic threshold ($\dot{V}O_{2AT}$) を求めた。

2. 運動療法前後で $\dot{V}O_{2AT}$ は 13.9 ± 2.5 ml/kg·

min から 17.2 ± 3.3 ml/kg·min へと有意に増加し、sedentary の健常者の $\dot{V}O_{2AT}$ とほぼ同等となった。

3. 運動療法による $\dot{V}O_{2AT}$ 増加の機序として骨格筋の酸素利用の効率化が影響している可能性が考えられた。

文 献

- 1) Wasserman K., et al.: Anaerobic threshold and respiratory gas exchanges during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35 : 236, 1973.
- 2) Sotobata I., et al.: Prescription of rehabilitative two-step exercise with a low-level treadmill exercise testing in cardiac patients. *Jpn. Circul. J.* 47 : 703, 1983.
- 3) 近藤照夫, 他: 急性心筋梗塞回復期患者の運動療法の効果—運動に対する循環呼吸系反応による検討. *日内会誌* 72 : 1710, 1983.
- 4) Sotobata I., et al.: Work intensities of different modes of exercise testing in clinical use. *Jpn. Circul. J.* 43 : 161, 1979.
- 5) Weltman A., et al.: Relationship between the onset of metabolic acidosis (anaerobic threshold) and maximal oxygen uptake. *J. Sports Med.* 19 : 135, 1979.
- 6) 道場信孝, 他: 虚血性心疾患の運動療法—Trainability に関する基礎的検討. *呼吸と循環* 29 : 659, 1981.

運動耐容能と循環カテコラミン

児 島 俊 一*・松 村 尚 哉*・橋 本 文 教*
西 島 宏 隆*・南 勝*・安 田 寿 一*

緒 言

われわれはこれまで運動中の循環カテコラミン(CA)の変動について報告してきたが¹⁾²⁾、今回は健常群および心疾患患者でその運動耐容能と循環カテコラミン

の変動との関連について検討した。

I 対象と方法

対象は、健常者9名(年齢平均27歳)、各種心疾患患者18名(47歳)で、NYHA 機能分類ではI度7名、

* 北海道大学医学部 循環器内科

II度7名, III度4名であった。

方法は, トレッドミルによる3分漸増式運動負荷試験を行い, 運動の終点は症状により, 運動持続の困難となった点とした。血中乳酸値, 血漿 CA 濃度, 血漿 dopamine- β -hydroxylase (DBH) 活性を, それぞれ Roche 社製乳酸分析装置, 高速液体クロマトグラフィーによる THI 蛍光法²⁾, 永津変法により測定した。測定のための採血は, 安静立位および各段階2~3分目に行った。各段階の運動強度は, 若年の健常者を用いモルガン社製オキシログ³⁾ によって測定した酸素消費量 ($\dot{V}O_2$) に換算して表示した。

II 結果と考按

運動による最大心拍数, 最大収縮期血圧は, 健常者, 心疾患 NYHA I, II, III度でそれぞれ 190 ± 14 , 164 ± 32 , 157 ± 37 , 135 ± 24 (bpm), 198 ± 16 , 197 ± 22 , 148 ± 25 , 157 ± 28 (mmHg) であった。

血中乳酸値は, 漸増式運動負荷試験では, ある運動強度で急激に上昇することが知られているが⁴⁾, この点すなわち Anaerobic Threshold (AT) あるいは Lactate Threshold は, 運動中の乳酸値の変動を描出しその急激な上昇を開始する点, すなわち変曲点によって求めるのが一般的であるが, より客観的にするた

め, 試みに安静時の血中乳酸値の正常上限である 2 mM/l を超えた段階での $\dot{V}O_2$ と, 急上昇時点から求めた AT での $\dot{V}O_2$ とを比較してみると良い相関関係を認めた ($n=23$, $r=0.919$, $p<0.01$)。

換算値により求めた最大 $\dot{V}O_2$ は, 健常者, 心疾患患者 NYHA I, II, III度群でそれぞれ 61.5 ± 5.3 , 39.7 ± 3.7 , 28.4 ± 4.8 , 21.1 ± 2.3 (ml/kg/min) であった。換算値で求めた AT は, 健常者, 心疾患患者でそれぞれ 40.0 ± 3.2 , 26.2 ± 4.7 , 16.9 ± 3.3 , 13.4 ± 2.6 (ml/kg/min) であった。最大 $\dot{V}O_2$, AT いずれも NYHA II度群とIII度群の間で差がなかったが, 他のすべての群間で有意の差 ($p<0.01$) を認めた。

図1に, 各運動段階における血漿ノルエピネフリン (NE) 濃度の変動を示した。運動中, ある程度の運動強度までは NE の上昇は少ないけれども, あるレベルを超えると急激に上昇を開始する。つまり, NE 放出には, 乳酸と同様にある閾値が想定される。心疾患重症者ほど急激な上昇開始が低い運動強度で見られることがわかる。血漿 NE が 1000 pg/ml を超える運動強度は, 心疾患重症例ほど減少している。

図2では, 健常者および NYHA I, II, III度でそれぞれ安静時, AT 時, 最大運動時の $\dot{V}O_2$ と血漿 NE 濃度の変動を比較してみた。健常者, 心疾患患者とも

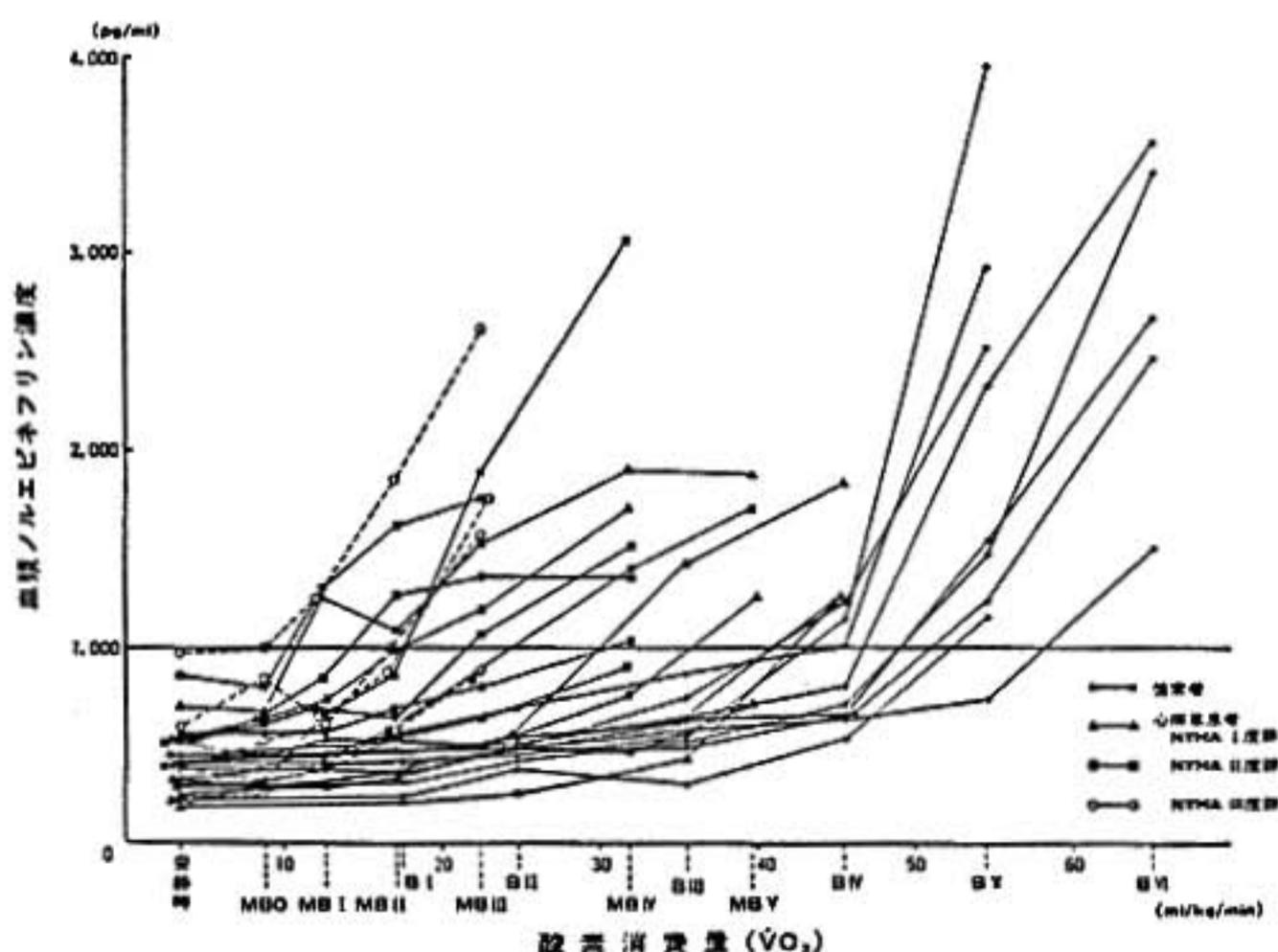


図1 トレッドミル運動負荷各段階での健常者および心疾患 NYHA I, II, III度群, 4群における血漿ノルエピネフリン濃度 B=Bruce, MB=Modified Bruce.

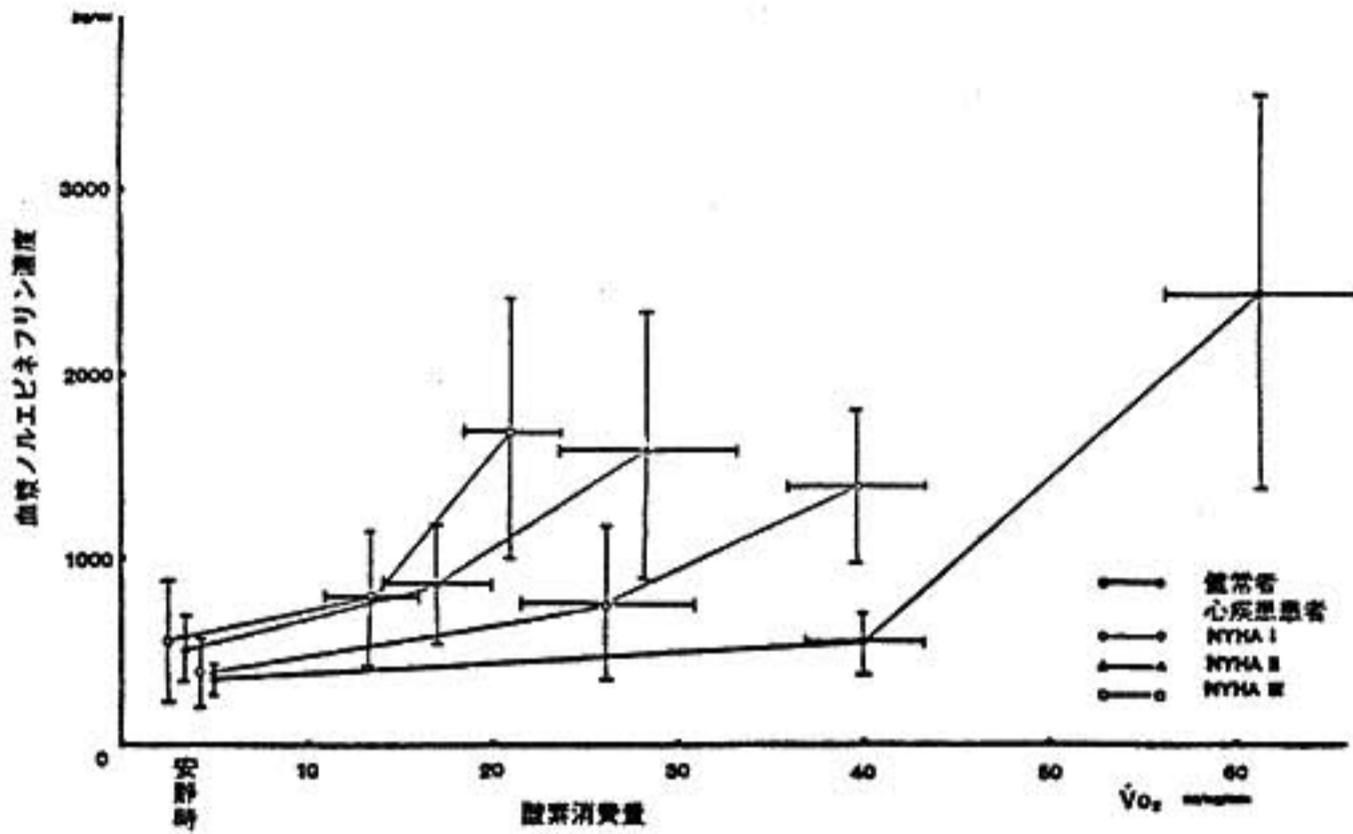


図2 安静時, AT 時および最大運動時での健常者および心疾患患者 NYHA I, II, III 度群, 4 群における血漿ノルエピネフリン濃度の変動

に AT 時の NE の上昇はわずかであるが, 最大運動時の上昇は著明であった。心疾患の重症者ほど低い運動強度で NE の上昇を認める。最大運動時の NE 値は, 健常者で心疾患患者より大なる傾向はあったが, 有意ではなかった。

運動中の DBH 活性 ($\mu\text{M/l/min}$) は, その変動は少ないが, 健常者 (10名), 心疾患患者 (8名) で安静時それぞれ 42.0 ± 17.3 , 47.8 ± 20.1 最大運動時それぞれ 44.0 ± 21.4 , 52.2 ± 30.0 と有意に増大した。

図3には, 血漿 NE の変化率とエピネフリン (E), DBH の変化率とを健常者, 心疾患患者で比較したものを示した。NE, E の変化率が健常者で大である傾向がわかり, DBH 活性の変化率は健常者, 心疾患患者ともに小さいことがわかるが, NE 以外の交感神経活性の指標である E, DBH も運動中には NE と同様に上昇した。

図4は最大運動が終わった後の回復期の血漿 DBH, NE, E の変化を示したものであるが, 血漿 NE, E では, 比較的すみやかに運動によるストレスの影響が回復することがわかる。つまり, NE, E は DBH よりも速く代謝されることを示している。

われわれは, これまでにも健常者ならびに心疾患患者の運動耐容能を評価するのに Anaerobic Threshold (AT) が, 良い指標になり得ると報告してきたが⁵⁾, この値は安静時すなわち運動による嫌気性代謝の影響を受けない時の正常上限の値とよく相関した。一方,

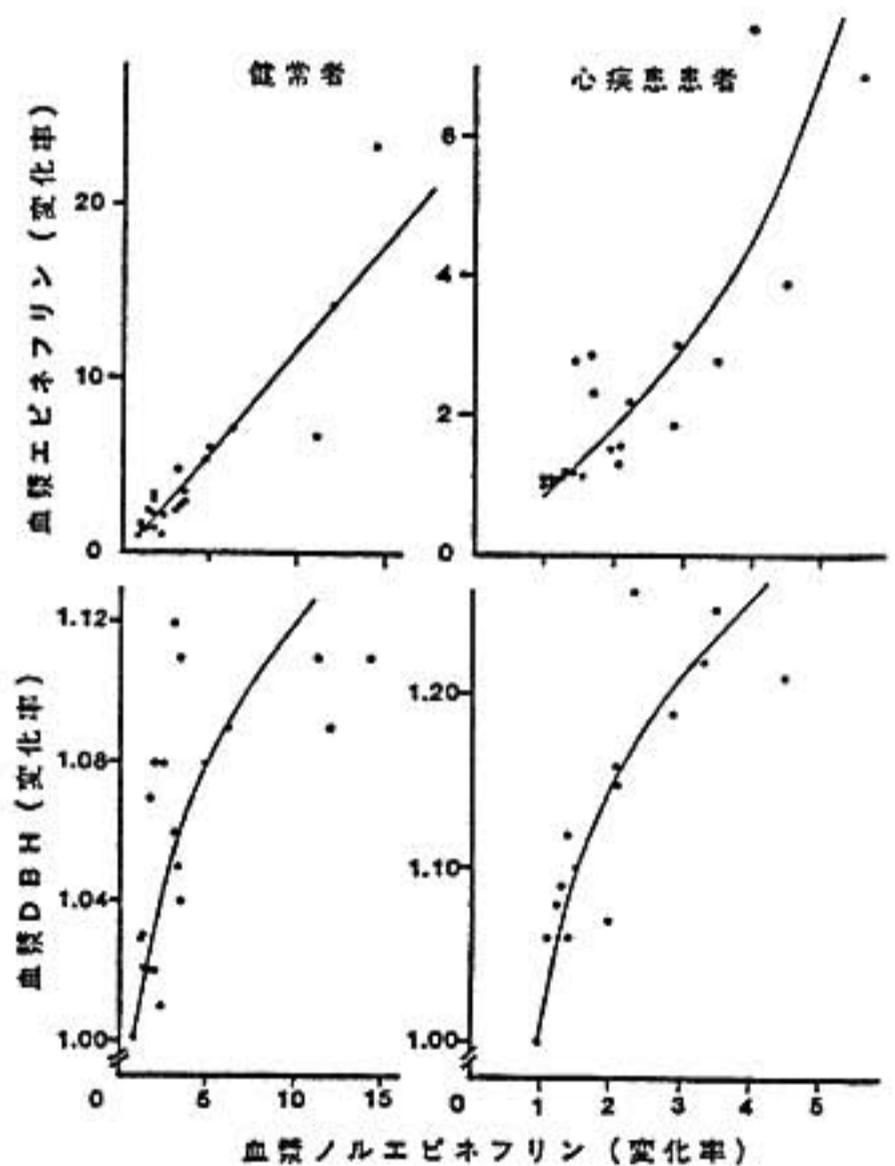


図3 最大運動での血漿ノルエピネフリン濃度変化率に対する血漿エピネフリン濃度, DBH 活性変化率の比較

運動によって末梢皮膚温度変化を伴う循環 CA の増加も報告してきた⁶⁾。今回 AT を超える最大運動においては, 心疾患重症者ほど低い $\dot{V}O_2$ で NE の増加を認めるところから, NE の急激に上昇する点を求めることは, AT と同様運動耐容能を知る目安になると思わ

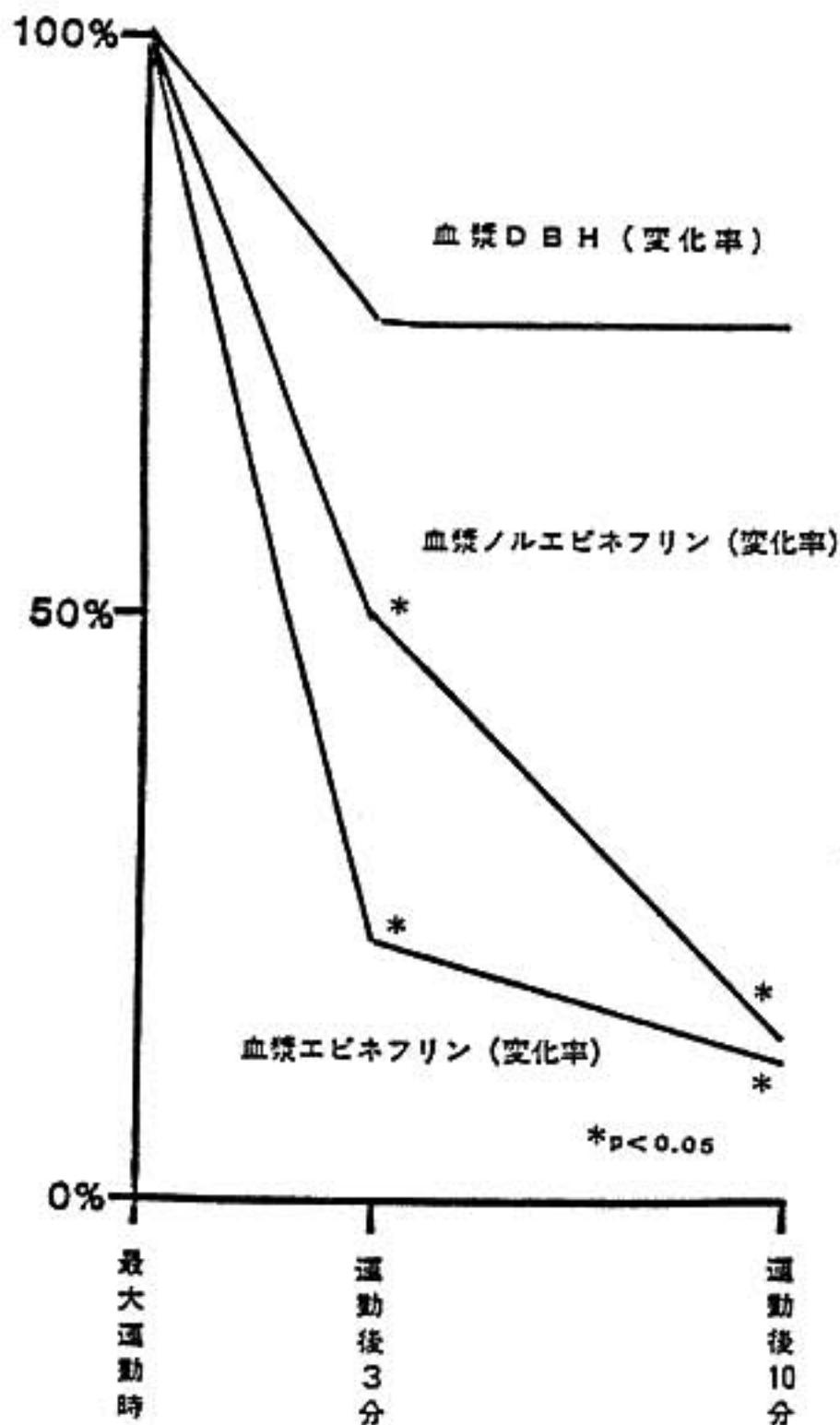


図4 血漿ノルエピネフリン, エピネフリン濃度, DBH 活性の最大運動時を100%とした時の運動後の変化率

最大運動時にくらべての変化率の有意性を検討した。

れた。E, DBH でも最大運動では有意の増加を認めるところから, これらの変化は運動というストレスに対する交感神経系を介する生体の防御反応の一種であると思われた。

結 語

運動耐容能と循環 CA との関連について検討し次の結論を得た。

- 1) AT を超える運動強度では, NE は急激に増加し, それは心疾患重症者ほど低い運動強度でみられた。
- 2) E, DBH もまた最大運動では増加を示した。
- 3) これらのことから NE の急激な増加点を求めることは, 健常者, 心疾患患者の運動耐容能を評価するのに一つの指標となり得るとともに, これらの現象は生体の防御反応の一つであると思われた。

参 考 文 献

- 1) Nishijima H., et al. : Circulation part II 60 Number 4 : 234, 1979.
- 2) 児島俊一, 他 : 呼吸と循環 31 : 1191, 1983.
- 3) Minami M., et al. : Circulation 67 : 1324, 1983.
- 4) Wasserman K., et al. : Am. Rev. Resp. Dis. 112 : 219, 1975.
- 5) Matsumura M., et al. : Circulation 68 : 360, 1983.

労作狭心症患者の狭窄病変数と運動能についての研究

竹 内 徹* . 西 弘 示*

佐 藤 尚* . 豊 崎 信 雄*

内 山 隆* . 森 浩 二* . 伊吹山 千 晴*

はじめに

近年虚血性心疾患患者の重症度を診断する目的で運動負荷試験が用いられるようになった¹⁾。従来重症度判定には心電図変化が主に用いられてきたが, 心電図

変化に運動耐容能を示す各種指標値を用いることが盛んに行われている²⁾。

しかしながら心疾患患者の運動耐容能の検討を行ううえで考慮が必要なことは運動能に及ぼす加齢の影響である³⁾。よって著者らは加齢が運動能に及ぼす影響

* 東京医科大学 第二内科

を除外するために虚血性心疾患患者にも使用可能な低負荷プロトコールによる Symptom-Limited test を一般健康成人に行った。これより加齢に伴う運動能の変化を求め、これらの正常人の値より得られる年齢別予測値と労作狭心症患者の実測値との関係より、労作狭心症患者の運動能よりみた重症度判定が可能か否か検討を試みた。

I 対象及び方法

1. 正常者の構成

低負荷プロトコールの正常値を求めるために用いられた健康成人とは心疾患・高血圧を有せず胸部X線上心拡大を認めず、安静時心電図正常・自転車エルゴメーターによる最高負荷試験にて虚血性 ST 低下を示さない、Sedentary Activity を有する男性44名である。年齢構成は20代3名、30代8名、40代20名、50代9名、60代4名で、平均年齢は44.9±9.3歳であった。各年代間に有意な身長及び体重差を認めず、平均身長は167.5±5.0 cm、平均体重は64.4±8.4 kg を示した。

2. 労作狭心症患者の構成

今回の労作狭心症患者とは運動負荷中に虚血性の ST 変化を示し、かつ狭心発作が誘発可能であった労作狭心症患者28名である。冠動脈造影にて主要冠動脈に50%以上の狭窄を一枝に認める一枝病変患者8名(以下 group I とする)二枝病変患者7名(以下 group II とする)、三枝又は左主幹動脈病変患者13名。(以下 group III とする)であり、全例が男性である。年齢は39歳より67歳、平均年齢53.6±8.3歳を示し、各群間に有意な体重差を認めない。

3. 運動負荷プロトコール

運動負荷プロトコールは電気制動式自転車エルゴメーターを用い、正常者及び労作狭心症患者ともに30 watt より開始し、3分ごとに20 watt ずつ負荷量を上げるプロトコールによる Symptom-Limited exercise test とした。

労作狭心症患者の負荷中止基準として ST 低下や目標心拍数は用いず、grade 3⁹⁾ の狭心発作、収縮期血圧の10 mmHg 以上の低下等の限界症状出現時まで運動負荷を行った。

II 結 果

1. 正常者の運動耐容能と加齢の関係

正常者の運動持続時間は加齢に伴い減少を示し、運動持続時間=25.01-0.206×年齢±3.4分、r=-0.51、P<0.001を示した。

最高心拍数も加齢に伴い減少を示し、最高心拍数=200.3-0.78×年齢±14.5/min、r=-0.53、P<0.001を示した。

以上で求めた回帰式より得られる正常者の年齢別予測運動時間及び最高心拍数に対し、労作狭心症患者の実測値が何%欠損するかを求めるために Exercise Time Impairment 及び、Heart Rate Impairment を求めた。

Exercise Time Impairment (以下 E. T. I. と略す) は下記の算出式より計算した。

$$E. T. I. (\%) = \frac{\text{予測運動時間} - \text{実測運動時間}}{\text{予測運動時間}} \times 100$$

$$\text{予測運動時間} = 25.01 - 0.21 \times \text{年齢} (\text{分})$$

Heart Rate Impairment (以下 H. R. I. と略す)

は下記の算出式より計算した。

$$H. R. I. (\%) = \frac{\text{予測最高心拍数} - \text{実測最高心拍数}}{\text{予測最高心拍数}} \times 100$$

$$\text{予測最高心拍数} = 200.3 - 0.78 \times \text{年齢} (\text{/min.})$$

2. 労作狭心症患者の運動耐容能 (表1参照)

労作狭心症患者の E. T. I. は group I 2.7±18.2%, group II 18.1±29.0%, group III 46.5±18.0% となり、狭窄本数が多くなるほど、E. T. I. 値は大となり、group I と group III は P<0.001, group

表1 Relationship between diseased coronary arteries and exercise capacity in patents with effort angina

	E. T. I. %	H. R. I. %	$\dot{V}O_2$ max % ml/kg/min.
group I n = 8	2.7 ± 18.2	12.8 ± 12.6	26.3 ± 4.4
group II n = 7	18.1 ± 29.0	16.0 ± 15.9	23.8 ± 6.3
group III n = 13	46.5 ± 18.0	25.2 ± 9.9	19.2 ± 5.1
I v. s. III	***	**	**
II v. s. III	*	N.S.	N.S.
I v. s. II	N.S.	N.S.	N.S.

t-test $\left[\begin{array}{l} P < 0.001 : *** \\ P < 0.01 : ** \\ P < 0.02 : * \end{array} \right.$ N.S. ; not significant.

II と group III は $P < 0.02$ の有意差を示した。group I と group II 間には有意差を認めなかった。

労作狭心症患者の H. R. I. は group I $12.8 \pm 12.6\%$, group II $16.0 \pm 15.9\%$, group III $25.2 \pm 9.9\%$ を示した。group I と group III には $P < 0.01$ の有意差を認めたが、group II と group III 間、及び group I と group II 間には統計学的有意差を認めなかった。

Fox の nomogram⁶⁾ より求めた $\dot{V}O_2\max$ は group I 26.3 ± 4.4 ml/kg/min., group II 23.8 ± 6.3 , group III 19.2 ± 5.1 を示し、group I と group III のみに $p < 0.01$ の有意差を示した。

III 考案及びまとめ

運動負荷試験より運動耐容能を判定する場合には最大酸素摂取量を測定することが理想的である。しかしながら症状を有する心疾患患者に $\dot{V}O_2\max$ を実測することは繁雑であり、非実用的であると思われる。それゆえに、今回著者らは一定のプロトコールより得られる正常者の年齢別運動予測値と労作狭心症患者の実測値との関係より求めた、E. T. I. 及び H. R. I. を用いることより心疾患患者の運動耐容能に及ぼす加齢の影響を除外し、労作狭心症患者の運動耐容能よりみた重症度判定を試みた。

自転車エルゴメーター負荷における運動耐容能においては、被検者の体重差が及ぼす影響も考慮する必要がある。今回の E. T. I. は体重補正を行っていないが表 1 に示したごとく Fox の nomogram より求めた体重補正を行った $\dot{V}O_2\max$ と比較してみると、 $\dot{V}O_2\max$ は group I と group III 群のみに有意差を認めたのに比し、E. T. I. は group I と group III 及び group II と group III 群において有意差を認めた。よって今回の結果では、E. T. I. は $\dot{V}O_2\max$ とほ

ぼ同等の意義があるものと思われた。

今後は加齢の影響のみでなく、障害血管部位、薬剤の影響、身体コンディショニング等の有無が運動耐容能に及ぼす影響も考慮に入れ、従来用いられてきた運動負荷心電図変化に、E. T. I. 及び H. R. I. 等の運動耐容能を示す指標値を組み合わせることにより、虚血性心疾患患者の運動負荷試験よりみた重症度判定を行う予定である。

文 献

- 1) Frolicher V. F. : Exercise testing as part of the reasonable workup before recommending medical or surgical therapy for coronary heart disease. *Circulation* 65 (Suppl II) : 15, 1982.
- 2) Weiner D. A., et al. : Identification of patients with left main and three vessel coronary disease with clinical and exercise test variables. *Am. J. Cardiol.* 46 : 21, 1980.
- 3) Santosh K., et al. : Enhanced evaluation of treadmill test by means of scoring based on multivariate analysis and its clinical application. A study of 608 patients. *Am. J. Cardiol.* 52 : 1155, 1983.
- 4) Bruce R. A., et al. : Separation of effects of cardiovascular disease and age on ventricular function with maximal exercise. *Am. J. Cardiol.* 34 : 754, 1974.
- 5) Smokier P. E., et al. : Reproducibility of a multi-stage near maximal treadmill test for exercise tolerance in angina pectoris. *Circulation* 48 : 346, 1973.
- 6) Fox S. M. III, et al. : Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann. Clin. Res.* 3 : 404, 1971.

虚血性心疾患の運動耐容能に対する nitroglycerin tape の効果

桐ヶ谷 肇^{*1}・谷口 興一^{*1}武内 重五郎^{*1}・宮原 康弘^{*2}・金山 正明^{*2}

はじめに

狭心発作の予防や運動耐容能の増加に対して nitroglycerin ointment (以下 NGO) が有効であることはすでに報告されているが¹⁻⁵⁾, NGO は使用法が煩雑である。これに対して nitroglycerin tape (以下 NT) は使用法が簡便であり、臨床応用に適している。そこで、虚血性心疾患の運動耐容能に対する NT の効果について検討した。

I 対象と方法

対象は労作狭心症 6 例, 陳旧性心筋梗塞 2 例, 無痛性虚血性心疾患 7 例, 計 15 例で, 男性 13 例, 女性 2 例である。年齢は 43~75 歳, 平均 60 歳である。運動負荷は電気制動型臥位 ergometer (Siemens-Elema 社製) を使用し, 負荷量は体重 1 kg 当たり 1 watt より開始し, 3 分ごとに 10 watt ずつ増量した。胸痛の出現または心電図上 0.2 mV 以上の虚血性 ST 低下をもって負荷終了とした。NT は日本化薬社製 NT-1 (nitroglycerin 5 mg 含有) で, 患者の前胸部に貼付し, 貼付前と貼付 2 時間後の 2 回運動負荷試験を施行した。また, 血圧, 12 誘導心電図は 1 分ごとに観測・記録した。

II 結 果

運動負荷前値の心拍数は NT 貼付前 68 ± 13 /分, 貼付 2 時間後 69 ± 12 /分で有意の変化はなかった。平均血圧は貼付前 99 ± 10 mmHg, 貼付 2 時間後 91 ± 10 mmHg で低下傾向を認めた。

運動負荷開始後, 心電図上 ST 低下開始時間 (ST 低下 0.1 mV をもって ST 低下開始とした) を比較すると, 貼付前: 4 分 40 秒 \pm 2 分 48 秒, 貼付後: 6 分 32 秒 \pm 2 分 24 秒で, NT 貼付後に有意の延長 ($P <$

0.01) を認めた (図 1 a)。また, 狭心症 6 例における胸痛発現までの時間は, 貼付前: 4 分 7 秒 \pm 1 分 48 秒, 貼付後 6 分 36 秒 \pm 2 分 32 秒で NT 貼付後の運動負荷で胸痛発現の遅延 ($P < 0.05$) が認められた (図 1 b)。

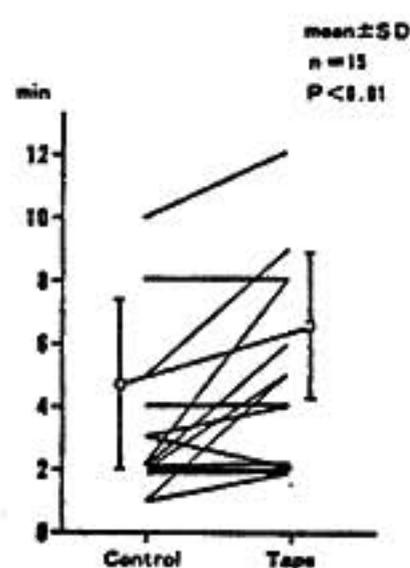


図1-a 心電図 ST 低下開始時間の比較

Control: NT 貼付前

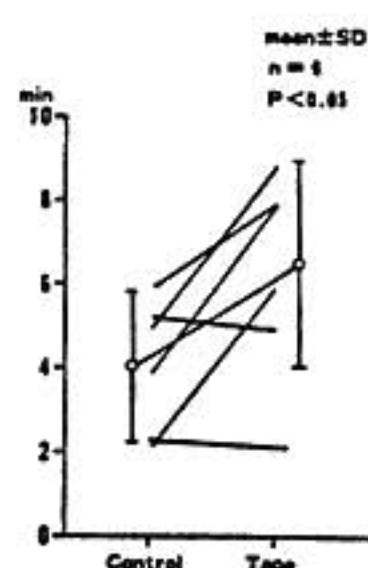


図1-b 胸痛発現時間の比較

Tape: NT 貼付 2 時間後

運動負荷終了直後の ST 低下の合計を比較すると, NT 貼付前: 6.1 ± 3.4 mm (1 mV = 10 mm), 貼付後: 4.3 ± 5.0 mm で, 貼付後の運動負荷では ST 低下の減少傾向が認められたが有意ではなかった。

運動負荷耐容時間について比較すると, NT 貼付後負荷時間の延長したもの 7 例, 不変 6 例, 悪化 2 例であった。全体では貼付前: 6.0 ± 3.0 分, 貼付後 7.5 ± 2.5 分で, NT 貼付後に負荷時間の延長 ($P < 0.05$) を認めた (図 2 a)。また, 運動耐容量 (watt·min) についても貼付前: 268 ± 184 watt·min, 貼付後 357 ± 185 watt·min で, 貼付後に運動耐容能の増加 ($P < 0.05$) を認めた (図 2 b)。

III 考 按

NGO が運動耐容能を増加させるという報告はすで

*1 東京医科歯科大学 第二内科 *2 横須賀共済病院 内科

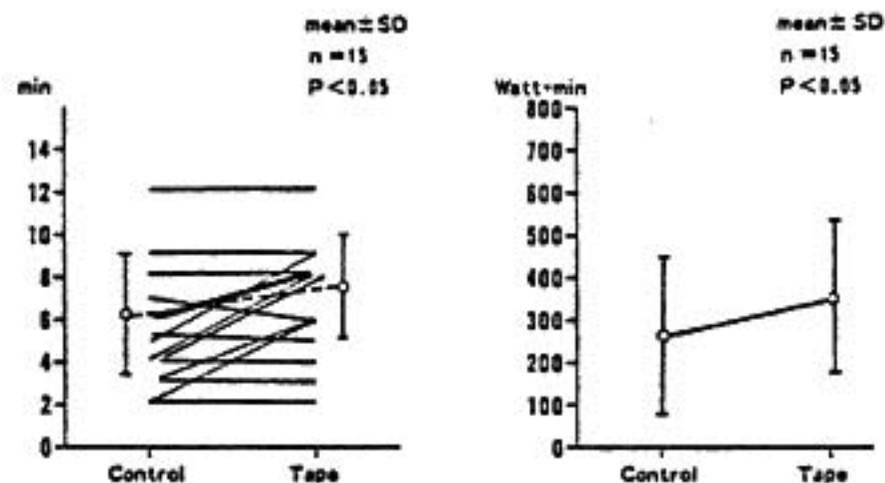


図2-a 運動耐容時間の比較

図2-b 運動耐容量の比較

Control : NT 貼付前 Tape : NT 貼付 2 時間後

に多数あるが¹⁻⁵⁾, NGO は投与方法が煩雑であり, またその吸収量は塗布される皮膚の面積によって異なる⁷⁾といわれている。NT は使用法が簡便であるが, 狭心症の運動耐容能に対する報告は少ない。Thompson⁶⁾ は microsealed drug delivery nitroglycerin (Nitrodise) を11例の狭心症患者に使用し, 運動耐容能の増加を報告している。著者らの結果では心電図 ST 低下の開始や胸痛発現までの時間は有意に延長したが, 負荷耐容時間は15例中6例は不変で, 2例は悪化した。この一因として, NT の使用量が全例同一量 (5 mg) であったこと, および皮膚からの吸収に個人差があることなどが考えられる。

文 献

1) Davis J. A. and Wiesel B. H. : The treatment

of angina pectoris with a nitroglycerin ointment. *Am. J. Med. Sci.* 230 : 159, 1955.

- 2) Reichek N., et al. : Sustained effects of nitroglycerin ointment in patients with angina pectoris. *Circulation* 50 : 348, 1974.
- 3) Karsh D. L., et al. : Prolonged benefit of nitroglycerin ointment on exercise tolerance in patients with angina pectoris. *Am. Heart J.* 96 : 587, 1978.
- 4) Parker J. O., et al. : Effect of nitroglycerin ointment on the clinical and hemodynamic response to exercise. *Am. J. Cardiol.* 38 : 162, 1976.
- 5) Awan N. A., et al. : Cardiocirculatory and antianginal actions of nitroglycerin ointment. *Chest* 73 : 14, 1978.
- 6) Thompson R. H. : The clinical use of transdermal delivery devices with nitroglycerin. *Angiology* 34 : 23, 1983.
- 7) Broustet J. P., et al. : Preventive action on stable exercise-induced angina of a topical nitroglycerin gel and of an oral slow-release nitroglycerin compound (Lenitral) in low and high dosage. *Nouv. Presse. Med.* 9 : 2492, 1980.

第17回 循環器負荷研究会

日 時：昭和58年3月6日（土）

会 場：日本海運倶楽部

【研究報告】

1. 運動時の心拍数応答解析法による冠攣縮性狭心症の診断

国立循環器病センター 研究所 * 同内科 心臓部門

** 名古屋市立大学 第一生理

佐藤 啓男, 下村 克朗*, 大江 透*, 鎌倉 史郎*

松久茂久雄*, 池田 正男*, 長谷川泰洋**..... (2645)

2. 運動により ST 上昇を示した狭心症16例の検討

久留米大学 第三内科

豊増 功次, 古賀 聖士, 長田 浩司, 板家 研一

戸嶋 裕徳..... (2647)

3. 心筋梗塞後の運動による ST 変化の経時的推移について

三重大学 第一内科

近藤 正士, 山門 徹, 山本 伸二, 増田 岳一

東山 領, 中野 赴, 竹沢 英郎..... (2649)

4. 虚血性心疾患の運動負荷における Upsloping 型 ST 降下の臨床的意義

筑波大学臨床医学系 内科

鯉坂 隆一, 松本 龍馬, 藤田 享宣, 飯田 要

飯田 啓治, 小川 剛, 松田 光生, 杉下 靖郎

伊藤 巖..... (2651)

5. 狭心症患者における運動負荷後の ST 低下の体表面分布

山形大学 第一内科 * 名古屋保健衛生大学 内科

八巻 通安, 池田こずえ, 五十嵐 秀, 久保田 功

金谷 透, 殿岡 一郎, 立木 楷, 安井 昭二

渡辺 佳彦* (2654)

6. 運動負荷心電図の偽陽性反応判定における体位の影響

関東通信病院 循環器内科

中島 敏明, 村山 正博, 川久保 清, 井上 寛一

宮川 寛, 小野 彰一, 板井 勉, 加藤 紀久..... (2656)

7. 虚血性心疾患における VCG 及び ECG の運動負荷による QRS 波高の変化について

—観血的指標との直接対比—

小松島赤十字病院 循環器科 * 徳島大学 第二内科

日浅 芳一, 前田 利裕, 石田 孝敏, 相原 令

森 博愛* (2658)

8. 虚血性心疾患における運動負荷 2-D エコー法の臨床的意義

自治医科大学 循環器内科

椎名 明, 高沢 謙二, 鈴木 修, 土谷 正雄

柳沼 淑夫, 細田 瑳一..... (2660)

9. 特発性心筋症のトレッドミル負荷

—不整脈と ST 変化について—

長崎大学 第三内科

宇都宮俊徳, 賀来 俊, 橋場 邦武..... (2663)

10. 心筋梗塞患者に対する温浴の影響

—温度差と洗う動作について—

昭和大学 第三内科

井上 幸一, 荏原 包臣, 桑原 敏樹, 内田 宏子

内島 宏, 長谷川武志, 藤田 良範, 新谷 博一..... (2666)

11. Acetylene rebreathing による心拍出量の測定

東邦大学 第三内科 * 東京理科大学 理工学部

今村 正人, 石田 恵一, 高木 利明, 鳥居 幸夫

中村 豪, 岩崎 義彦, 矢吹 壮, 町井 潔

石井 均*, 西 功* (2668)

12. 虚血性心疾患の運動処方

京都大学教養部 保健体育教室 * 京都薬科大学 体育教室

** 京都大学 第三内科

川初 清典, 齊田ゆかり, 田口 貞善, 浜崎 博*

青戸 公一*, 神原 啓文**, 門田 和紀**, 田巻 俊一**

鈴木 幸園**, 野原 隆司**, 橋本 友久**, 河合 忠一**..... (2670)

13. 虚血性心疾患のリハビリテーション療法

—核医学的検討—

京都大学 第三内科 * 同 核医学 ** 同 教養部 保健体育科

*** 京都薬科大学 体育教室

野原 隆司, 鈴木 幸園, 田巻 俊一, 橋本 友久

門田 和紀, 神原 啓文, 河合 忠一, 玉木 長良*

鳥塚 莞爾*, 川初 清典**, 斉田ゆかり**, 秦 優子**

田口 貞善**, 浜崎 博***, 青戸 公一*** (2673)

14. 心筋梗塞例に対する低負荷運動試験の問題点

日本医科大学 第一内科

畑 典武, 宗像 一雄, 金沢 正邦, 岸田 浩

早川 弘一..... (2677)

15. 虚血性心臓病に対する血中乳酸濃度を指標とする運動療法

福岡大学 第二内科 * 同 運動生理

吉田 豊和, 広木 忠行, 荒川規矩男, 田中 宏暎*

進藤 宗洋* (2679)

16. 急性心筋梗塞回復期患者の運動療法前後の Anaerobic Threshold

名古屋大学 第一内科 * 大同病院 循環器内科

野田 省二, 喜多村治郎, 都築 雅人, 近藤 照夫

横田 充弘, 外畑 巖, 宮口 和彦*, 加藤 和重*

都築 実紀* (2681)

17. 運動耐容能と循環カテコラミン

北海道大学 循環器内科

児島 俊一, 松村 尚哉, 橋本 文教, 西島 宏隆

南 勝, 安田 寿一..... (2683)

18. 労作狭心症患者の狭窄病変数と運動能についての研究

東京医科大学 第二内科

竹内 徹, 西 弘示, 佐藤 尚, 豊崎 信雄

内山 隆, 森 浩二, 伊吹山千晴..... (2686)

19. 虚血性心疾患の運動耐容能に対する nitroglycerin tape の効果

東京医科歯科大学 第二内科 * 横須賀共済病院 内科

桐ヶ谷 肇, 谷口 興一, 武内重五郎, 宮原 康弘*

金山 正明* (2689)