

図 1 低強度運動負荷試験の経過

表 1 中止基準と該当人数

中止基準	該当人数
1. 心電図所見	
1) 不整脈の出現：頻発性の心室性不整脈，発作性頻拍症，洞調律→心室細動，脚ブロック，房室ブロック	5
2) ST 変化：1 mm 以上の ST 下降	15
3) ST 変化：自覚症を伴った ST 下降	0
2. 心拍数	
1) 年齢別最大心拍数の 85% に達したとき	18
2) 心拍数不変ないし減少したとき	0
3. 血圧	
1) 収縮期血圧が 220 mmHg に達したとき	3
2) 拡張期血圧がスタート時点より 15 mmHg 上昇したとき	2
3) 収縮期血圧が 15 mmHg 進行性に下降するとき	1
4. 臨床徴候	
1) 進行性胸痛，強い息切れ	0
2) めまい，嘔気，失見当識（脳循環不全）	0
3) 冷汗，顔面蒼白，チアノーゼ（末梢循環不全）	0
5. その他	
下肢の疲労感	3
6. トレッドミル負荷	
すべての負荷段階を終了したとき	10

表 2 運動負荷試験における身体反応

	対象 (例)	Pressure-rate product ± SD	心拍数 ± SD (bpm)	年齢 ± SD (歳)	身体反応 (%)
レベル 1	41	14,312 ± 3,414	93 ± 12	75 ± 6	64.12
レベル 2	38	17,186 ± 3,854	106 ± 13	75 ± 6	72.97
レベル 3	27	17,513 ± 4,499	109 ± 13	74 ± 6	74.12
レベル 4	18	17,705 ± 5,113	112 ± 15	73 ± 6	76.33
レベル 5	10	19,382 ± 6,903	116 ± 19	73 ± 5	77.90

(4) 身体反応と臨床上の冠危険因子との関連

糖尿病を合併症に持つ症例の METs 数は、 2.7 ± 0.7 Mets となり、糖尿病を合併症に持たない症例の METs 数 3.6 ± 1.2 Mets と比較すると有意に低かった ($p < 0.05$)。高脂血症、高血圧症、発症前狭心症、喫煙の有無についても METs 数で比較したが有意な差は認めなかった。また、左室駆出率を、30%を境に2群に分け、METs 数で比較すると、30%未満は 2.8 ± 1.1 METs、30%以上は平均 3.4 ± 1.2 METs となり有意な差は認められなかったが駆出率の不良群で METs 数が低い傾向にあった。Killip の分類と METs 数の相関係数は、 -0.51 と有意な相関関係を認められた。

§ 考按

トレッドミルによる運動負荷試験は多種のプロトコールがあるが、老年の日本人ではその早い速度に歩調があわせられない例が多い。そこで今回は、低強度の Naughton¹⁾ の負荷方法を基準として行い、すべての症例について安全に行うことができた。これにより老年

心筋梗塞患者でも運動負荷試験が可能であると考えられる。また、身体反応は、低強度の負荷変化にもかかわらず変化に対応した結果が得られ、負荷強度は年齢から予測される最大活動量の 65% から 80% 程度であると推測された。このことから、安全にかつ活動能力を評価できると考えられた。また、身体反応と臨床上の冠危険因子との関連でも有意な関連が認められたことから日常生活を管理指導する上で、この低強度の運動負荷試験は安全にかつ臨床像を反映する実用的な方法と考える。

§ 文献

- 1) Naughton, J. et al.: Refinements in the method of evaluation and physical conditioning before and after myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.*, 14: 837, 1964.
- 2) Blackburn, H.W.: Developments in exercise electrocardiography. Proceeding of the 57th Annual meeting of the Medical Section of the American Life Convention, 1969.

● 統一テーマ

高齢者運動負荷におけるアームエルゴメーター利用について

榊原雅義* 本橋史江* 花栗睦和* 武者春樹*
三宅良彦* 村山正博* 須階二郎*

従来、運動負荷法としては、2 step test, treadmill や座位または臥位自転車 ergometer が広く利用されている。しかし、これら負荷法はいずれも主として下肢運動によるものであり、車椅子使用者、片麻痺患者など下肢の不自由な人はもちろんのこと、高齢者で下肢整形外科的理由により歩行障害を有する人では十分な負荷がかけられず、運動耐容能評価が困難な場合が少なくない。今回我々は高齢者の運動負荷試験としてのアームエルゴメーター（以下 arm ERG）の有用性を検討するために treadmill (TR) との比較を行ったので報告する。arm ERG については 1981 年 Am. J. Cardiol. に Bruce らの報告¹⁾で下肢エルゴメーターとの良い相関が報告されているが、TR との比較は本邦では少ないのが現状である。

§ 対象および方法

昭和 61 年 1 月から 6 月までに運動耐容能評価のために当科に訪れた患者から無作為に 16 歳から 75 歳までの虚血性心疾患 (IHD) 患者 19 人および健常者を含む非虚血性心疾患患者 11 人 (男 21 人, 女 9 人, 平均年齢 56.0 ± 11.3 歳) を選び、これらを対象とした。また、加齢の影響を検討するため対象を A 群: 60 歳以上の高齢者 (11 人), B 群: 60 歳未満の若年者群 (19 人) に分け、検討を行った。運動負荷時の心電図解析は、マルケット社製 CASE 運動負荷心電図処理装置を用いた。下肢運動には TR, 上肢運動にはシーメンス社製エルゴメーターを改造した arm ERG を用いた (図 1)。arm ERG 被験者は座位にてエルゴメーターに向かい、クランクを一分間 60 回転させる方法を取り、血圧測定は、上腕にてクリティコン自動血圧計を使用し、クランクを回させたまま、収縮期血圧 (SBP) のみ

測定し、また負荷量は 30 W からの開始を主としたが、上肢筋力の程度により適宜変更し、3 分ごとに 10 W 負荷量を増加させる多段階法をとった。一方、TR は Bruce 法、修正 Bruce 法により行い、symptom-limited とした。

§ 結果

① end point: arm ERG と TR の end point の比較では target HR 到達, leg fatigue および shortness of breath (S.O.B) が多く、三者合わせて 77% であり、arm ERG では arm fatigue が多く、83% をしめた。狭心症症状での負荷中止は、TR 4 例, arm ERG 2 例と TR に多く、また 0.2 mV 以上の ST 下降は TR に 2 例認められたが、arm ERG では認められなかった。また、両負荷法の年齢による end point の著明な差は認められなかった。② 運動耐容能: arm ERG における運動耐容能の年齢別の比較では A 群, B 群とも 30 W × 3 分の耐容能が多く、A 群 8 人 (73%), B 群 11 人 (58%) 計 19 人 (63%) が stage I を終了した。一方、TR では A 群は Bruce プロトコル stage I 未満が多く、6 人 (55%) であり、B 群は Bruce プロトコル stage I 終了が 11 人 (58%) であり、arm ERG と異なり、運動耐容能に差が認められた。③ 収縮期血圧と心拍数: A 群における arm ERG と TR との最大収縮期血圧 (Max SBP) と最大心拍数 (Max HR) の比較では、Max SBP は arm ERG において 187.4 ± 26.7 mmHg, TR においては 197.2 ± 35.1 mmHg であり、Max HR は arm ERG 132.2 ± 16.1 bpm, TR 136.1 ± 21.1 bpm で有意な差は認められなかったが、Max SBP, Max HR とも TR で高い傾向にあった。B 群では、Max SBP は arm ERG にて平均 173.3 ± 33.3 mmHg, TR にて 196.8 ± 27.8 mmHg であり、Max HR は、arm ERG にて 130.4 ± 24.5 bpm, TR にて 146.5 ± 28.7 bpm で A 群同様 Max SBP,

*聖マリアンナ医科大学第 2 内科
(〒213 川崎市宮前区菅生 2-16-1)

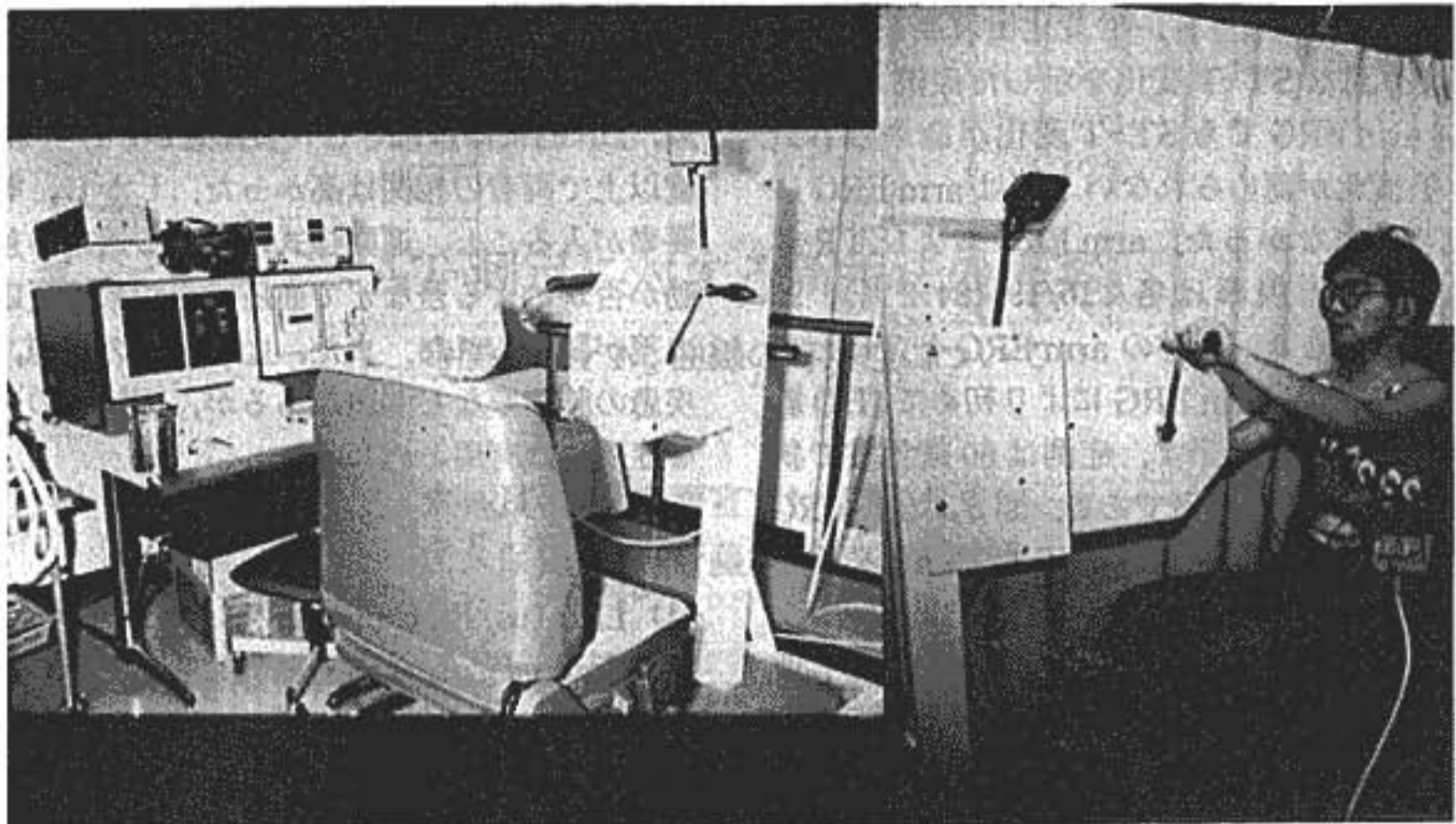


図1 アームエルゴメーター

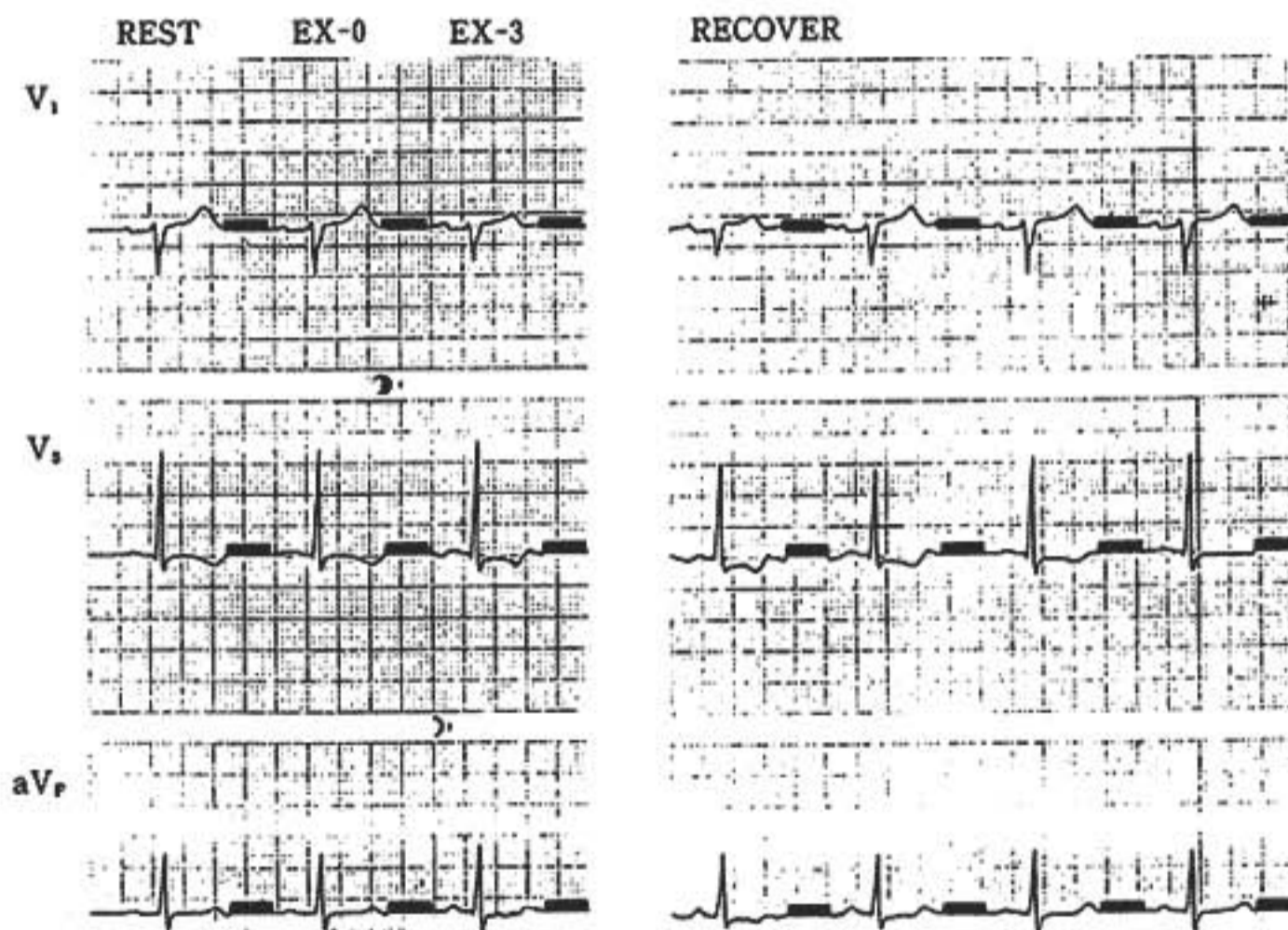


図2 アームエルゴメーター負荷における心電図変化(平均波形)

Max HR ともに有意な差はないが、TRが高い傾向を示した。また、全被験者での arm ERG と TR の Max HR と Max SBP の比較では、Max HR は arm ERG と TR で相関係数 0.75 と高い相関を示したが、Max SBP は、B群で TR の方が高い反応を示したため、相関係数 0.28 と低値であった。次に、arm ERG と TR との end point における double product (DP) の比較

では、相関係数は、0.50 で特にA群では相関係数 0.54 (B群 0.46) と、強い相関が得られた。arm ERG と TR の運動負荷量の差異を検討するために両者の DP の比 (arm ERG DP/TR DP) をA群とB群で比較するとA群が 0.96 ± 0.23 、B群が 0.82 ± 0.18 と有意な差はなかったが、A群では arm ERG と TR とは DP 的には、ほぼ同等の負荷量であった。④ 虚血性 ST-T 変化:

arm ERG と TR の虚血性 ST-T 変化出現度を比較すると、TR で有意な ST-T 変化を示した症例 16 例のうち 9 例が arm ERG でも ST-T 変化が認められ、TR で ST-T 変化が認められない 3 例は arm ERG においても認められなかった。arm ERG および TR における虚血反応出現率は各々 16/19 (84.2%)、9/19 (47.4%) であった。前述の arm ERG と TR との比較検討ではないが、arm ERG により初めて IHD 診断が可能となった症例を示す。症例は 60 歳男性で狭心症症状を呈する脊損の患者である。図 2 に arm ERG 負荷による心電図変化を示す。40 W 3 分、50 W 1 分の負荷をかけ、end point は arm fatigue であり、負荷終了直前より軽い前胸部不快感が出現し、V₅ で ST 低下と T 波の陽性化が認められた。本例は冠動脈造影検査で左前下行枝に 99% の狭窄が認められた。

§ 考察

arm ERG と TR との運動負荷を比較検討した結果、DP 的にはほぼ等しい負荷量がかけられ、特に 60 歳以上で両者の相関は高かった。しかし、等尺運動の要素が入ること、運動様式に対する適応の差、強制運動か否かによる差などで血圧、心拍数の反応には多少の差が認められた。また、血圧測定の問題、虚血性心疾患の診断率など問題があるが、下肢での運動が困難な症例には有用と思われた。

§ 文献

- 1) Lazarus, B., Cullinane, E. and Thompson, P.D.: Comparison of the results and reproducibility of arm and leg exercise tests in men with angina pectoris. *Am. J. Cardiol.*, 47: 1075, 1981.

AT 測定に対する新手法の提案

時間・Air N₂ 曲線の有用性について

大林良和* 中西宣文* 吉岡公夫*
大久保俊平* 斉藤宗靖* 国枝武義*

換気諸量の変化から anaerobic threshold (AT) を求めるための指標として、酸素消費量 ($\dot{V}O_2$) の増加が運動量の増加に平行しているにも関わらず、分時換気量 ($\dot{V}E$)、炭酸ガス排泄量 ($\dot{V}CO_2$)、呼吸商 (R) の増加勾配の急増するという現象が用いられている¹⁾。また、この点では当然、 $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ は増加するためこれも指標の1つとして用いられている²⁾。

これらの換気諸量の変化を指標として用いた AT 測定は、非観血的に、繰り返し施行できるという利点はあるが、検者間での測定結果のバラツキが予想以上に大きい³⁾ことも事実である。

空気呼吸下での呼気の主成分は O₂, CO₂, N₂ である。AT を越えると呼気終末 O₂ 濃度は上昇し、呼気終末 CO₂ 濃度は不変であることから、AT を境に呼気終末 N₂ 濃度が減少することが推察される。我々はこの点に着目し、呼気終末 N₂ 濃度の変化から、より容易に AT 検出を行うことを本研究の目的とした。

§ 対象および方法

健常男性 11 名を本研究の対象とした。運動負荷は自転車エルゴメーターを用い 0 Watt より開始し 1 分ごとに 15 Watt ずつ負荷量を増す多段階運動負荷法にて行った。図 1 に示すごとく、呼気ガス分析は質量分析機を用いて行い、換気諸量の変化はミナト医科学社製レスピロモニター RM 300 を用いて測定した。Room air 下で質量分析機から得る F_{N₂} と同じ大きさの電気信号をキャンセルアンプを用いて F_{N₂} 信号より差し引くことにより room air の N₂ 濃度、つまり吸入気 N₂ 濃度 (F_{IN₂}) を 0 レベルとすることができる。この操作により、呼気 N₂ 濃度 (F_{EN₂}) の F_{IN₂} を基線と

した変化量を検討することが可能となった。我々はこの濃度変化量を F_{Air N₂} と名付け、 $F_{Air N_2} = F_{EN_2} - F_{IN_2}$ と定義した。通常の方法で F_{N₂} が 78% から 79% に変化する場合は、F_{Air N₂} は 0% から 1% への変化となり、増幅も容易となり詳細な検討が可能となった。縦軸に F_{Air N₂} をとり横軸に時間をとると、F_{Air N₂} の経時的変化の検討が容易となりこれを time-Air N₂ 曲線と名付けた。

§ 結果

図 2 に実際の運動負荷中の各パラメーターの変化を示す。 $\dot{V}O_2$ は負荷量の増加に伴い直線的に増加するが、 $\dot{V}E$ は負荷中、増加勾配が急峻となる点を有していた。この点は $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ が下降から上昇に転じる点としてより明瞭に認められた。左の縦の実線は $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ を指標として求めた AT である。time-Air N₂ 曲線は負荷量を増すごとに小さな変動を示したが、 $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ より求めた AT 点から急激に減高し、正から負に転じた。右の実線は time-Air N₂ 曲線が完全に正から負に転じた点を示し、この点を F_{Air N₂} = 0 点とした。

対象 11 名のうち $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ の変化から容易に AT を決定しえた 9 名において、AT 時点の $\dot{V}O_2$ と F_{Air N₂} = 0 時点の $\dot{V}O_2$ の関係を検討したところ、 $r=0.95$ とよい相関を示した (図 3)。

§ 考察

Wasserman ら⁴⁾によって AT の概念が紹介されてから AT に関する多くの検討がなされ、現在では、健常者、心肺機能障害患者の運動能力評価のための日常検査となった感がある。しかしながら、AT 決定が困難な症例もかなり存在し、また検者間での測定値のバラツキがかなり大きい³⁾ということも知られており、簡便かつ正確な AT 決定が待たれている。

*国立循環器病センター
(〒565 吹田市藤白台 5-7-1)

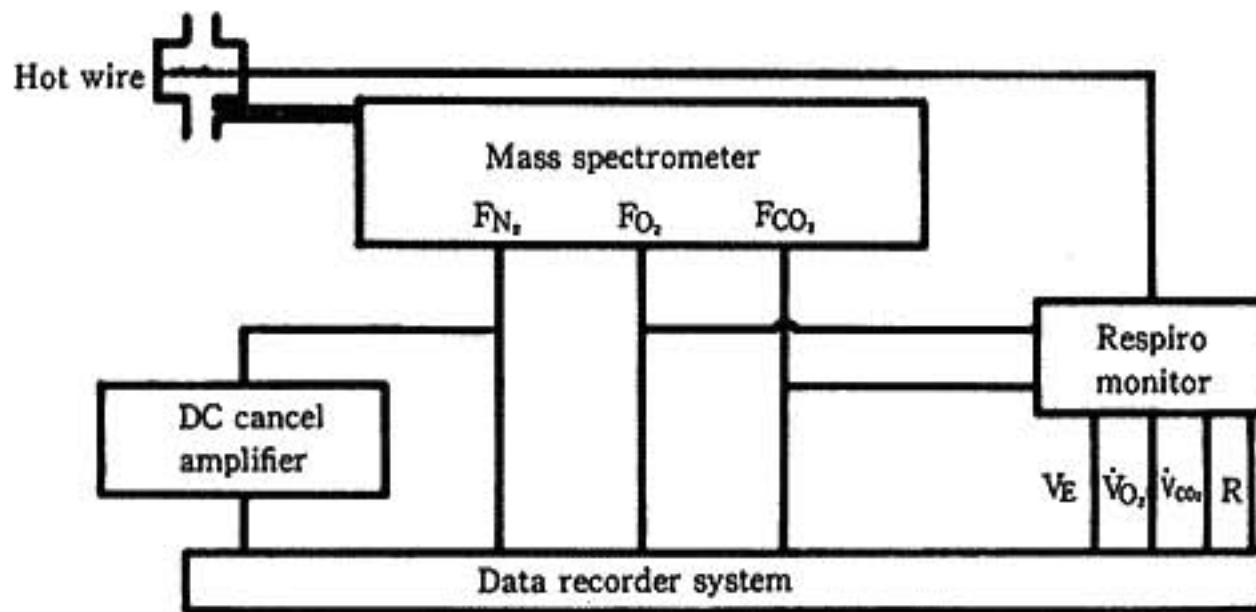


図 1

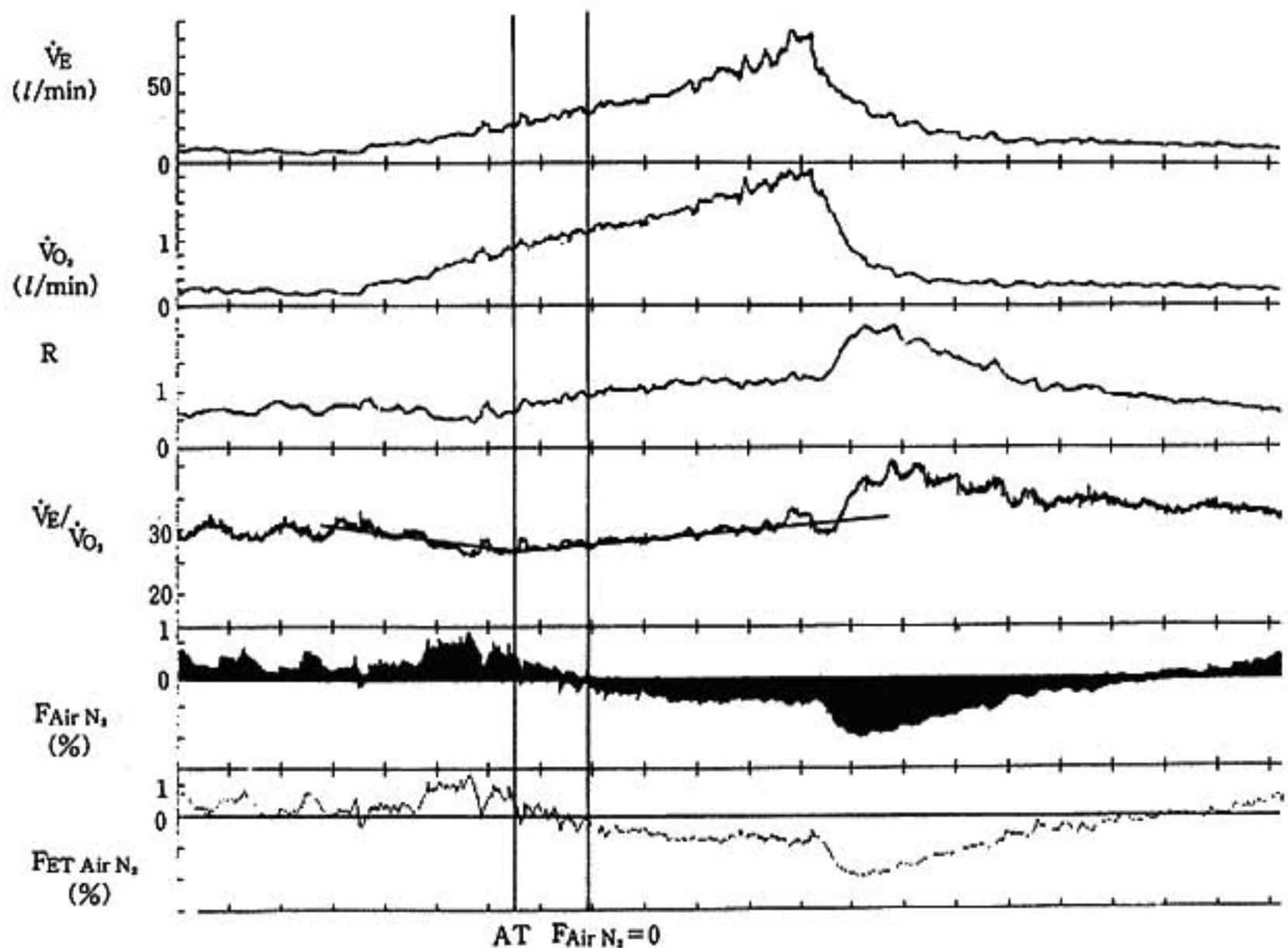


図 2 Y.Y. 35 yrs (M)

従来用いられている AT 決定法は、労作筋における嫌気性代謝によって生じた乳酸を観血的に測る方法と、乳酸を緩衝する際に生じる CO_2 による換気刺激の増大を利用する方法に分けられる。

F_{EN_2} は F_{EO_2} と F_{ECO_2} の変化を受けて受動的に変化するので換気刺激の影響を受けるため AT 決定の指標となりうると考えられる。しかし、 N_2 は空気中に高濃度に存在し、詳細な濃度変化の検討は困難であるた

め、今回、 $F_{Air N_2} = F_{EN_2} - F_{IN_2}$ と定義し、 $F_{Air N_2}$ を経時的に記録したものを time-Air N_2 曲線と名付け、AT 決定の指標となり得るか否かを検討した。その結果、理論上考えられた通り、 $F_{Air N_2}$ は従来の方法で求めた AT 点から急激に減少し、それまで正であったものが負に転じ、さらにこの点が AT と有意な相関関係を有することがわかった。この正から負への変化は視覚的に明瞭であり、運動負荷中に AT 到達を見逃す事なく

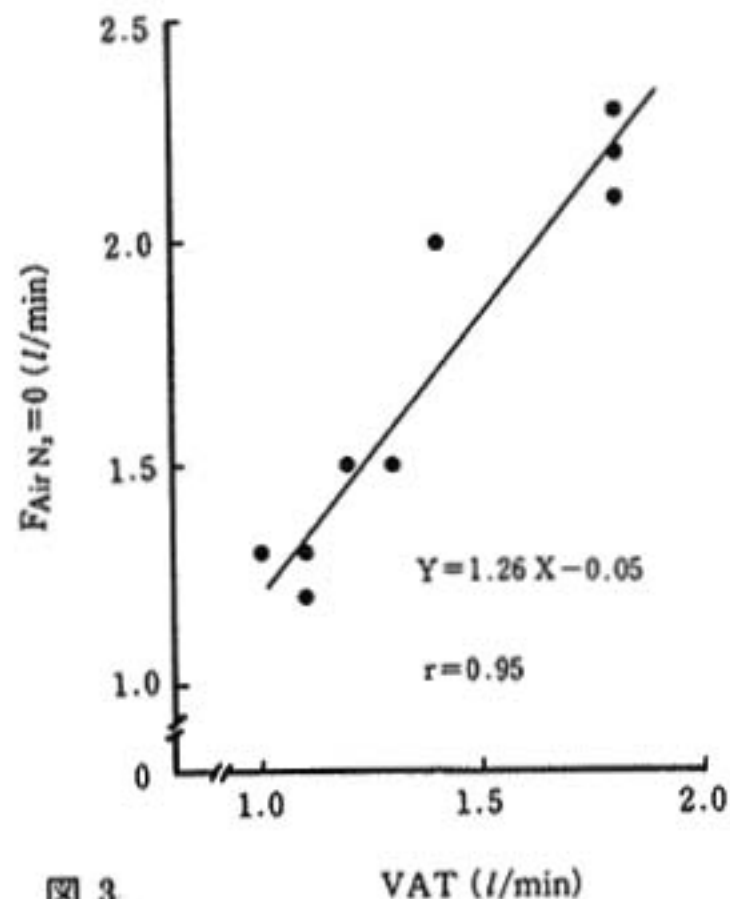


図 3

検出でき、危険な過負荷を防止する意味でも有用であり、AT 決定の新たな手法として使用できると考えられた。

§ 文献

- 1) Wasserman, K. et al.: Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am. J. Cardiol.*, 14 : 844, 1964.
- 2) Davis, J.A. et al.: Anaerobic threshold alternation caused by endurance training in middle-aged men. *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 46 : 1039.
- 3) Yeh, M.P. et al.: "Anaerobic threshold": problems of determination and validation *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 55 : 1178, 1983.

● 統一テーマ

呼気ガス分析による AT 測定上の問題点

伊東春樹* 谷口興一*

心肺運動負荷試験の指標の一つである AT は肺・心臓・末梢循環に関連した総合的な指標であり、最近、心不全を客観的に評価する上で極めて有用な指標であるとして認められつつある¹⁾。しかし、現在まで AT の測定には、特定の研究室でしか管理できないような機器を使用すること、AT の決定方法が統一されていないこと、などの理由から日常臨床に汎用される段階までには至っていない。今回心不全例を対象に AT を主たる指標とした心肺運動負荷試験を日常臨床に取り入れるために、各種の AT 決定方法の複数の判定者間における差異の有無について検討を行った。

§ 方法

昭和 60 年 8 月～61 年 3 月までにエルゴメーターを用いて心肺運動負荷試験を実施した 110 例 (男 83 例, 女 27 例) で、健常者 25 例 (36.4±12.6 歳, mean±SD) および呼吸器疾患を合併しない心疾患患者 85 例を対象とした。心疾患例の NYHA 機能分類を見ると I 度は 37 例 (54.5±11.5 歳), II 度が 36 例 (58.5±9.7 歳), III 度が 12 例 (65.3±10.7 歳) であった。心肺運動負荷試験は 20 W 4 分間の warming-up に続き、健常例では 3 秒ごとに 1 W, 心疾患例では 6 秒ごとに 1 W ずつ仕事量を増加させる漸増負荷を採用し、自覚的最大の負荷まで行った。使用した装置は Siemens-Elema 社製電磁制動型自転車エルゴメーター 380 B および日本電気三栄社製エアロビクスプロセッサ 391 で 10 秒ごとに $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, $\dot{V}E$ の値を on line でコンピューターに取り込み表示させた。呼気ガス分析による AT 決定方法としては比較的多く用いられている V slope method, $\dot{V}E/\dot{V}O_2$, R (respiratory exchange ratio) の 3 種の方法を採用し (図), 通常別々に独立して研究を行っている 4 関連施設の判定者に AT の決定を依頼

した。また、それぞれの決定方法については、AT 決定の難易度を「容易」「可能」「困難」「不能」の 4 段階に評価した。判定者間の信頼性の評価に関しては Ebel の級内相関係数を用いて検討した²⁾。

§ 結果

1) 正常例および心疾患例の重症度と AT・peak $\dot{V}O_2$ の関係

$\dot{V}E/\dot{V}O_2$ の非直線の上昇点から決定した正常例における AT 値は 25.7±4.7 ml/min/kg で、心疾患例の NYHA 機能分類 class I は 17.1±3.2 ml/min/kg, class II は 14.4±2.6 ml/min/kg, class III では 12.6±2.1 ml/min/kg (mean±SD) と重症度が高くなるに従って AT は有意に低下を示した。同時に peak $\dot{V}O_2$ も正常例 33.8±5.9 ml/min/kg, class I 24.0±4.3 ml/min/kg, class II 20.0±4.9 ml/min/kg, class III 17.3±3.6 ml/min/kg と有意に低下した。

2) 決定方法による AT 値の差

3 種類の決定方法における決定上の難易度については差は認められず、いずれも約 80% の例が容易または可能と判断された。3 種の方法のいずれにおいても 4 人の判定者により AT の決定が可能であった 52 例についてみると、V slope method による AT は 958.0±247.3 ml/min, $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ から求めた AT は 960.6±252.5 ml/min と、ほぼ一致をみたが、R による AT は 894.5±191.0 ml/min と前 2 者に比して有意に低値をとった。

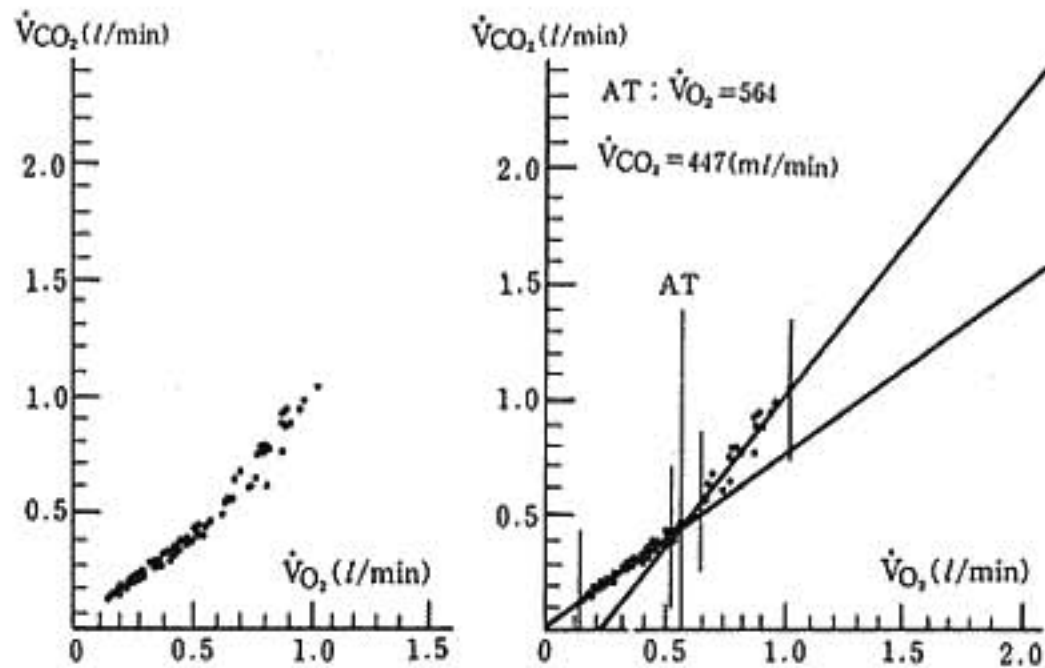
3) 各 AT 決定方法の判定者間の信頼性

Ebel の級内相関係数を用いて判定者間の信頼性を検討したところ、 $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ と R から求めた値についてはいずれも約 0.84 と良好であったが、V slope method による AT については約 0.69 とやや信頼性が低かった。しかし、4 名の判定者の総合的な信頼性はかなり良好で、特に $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ と R から求める方法では 0.95 以上であった (表)。

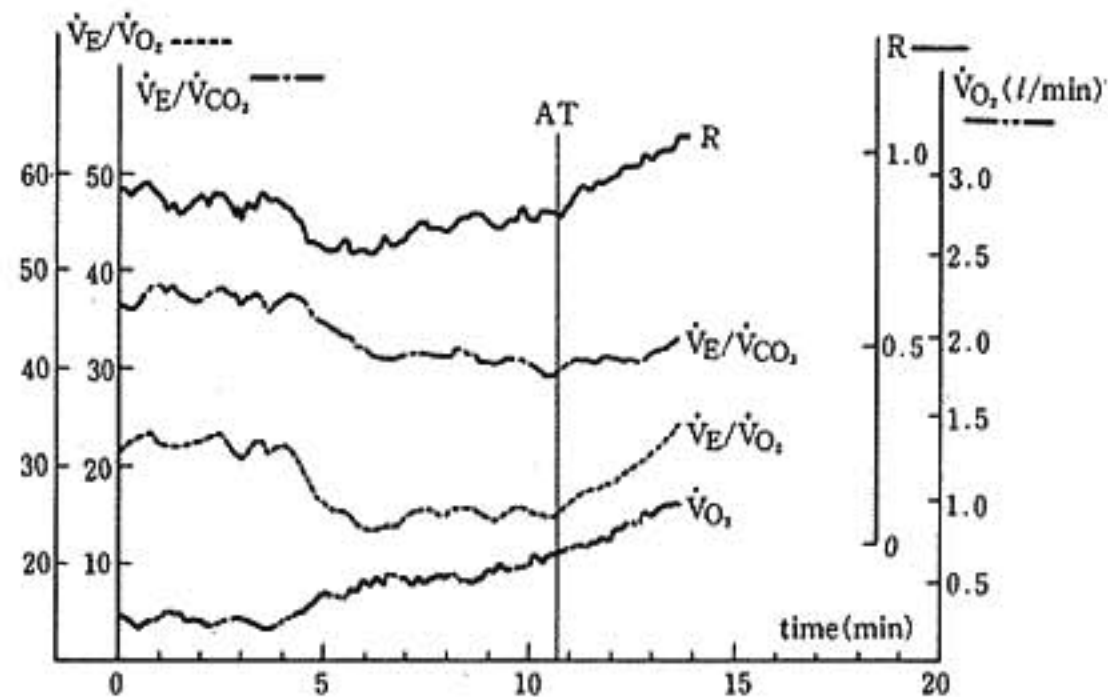
*東京医科歯科大学医学部第 2 内科

(〒113 東京都文京区湯島 1-5-45)

1) V slope method



2) \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} による方法



3) R による方法

図 上段：V slope method を示す。コンピューターの画面上で、縦軸に \dot{V}_{CO_2} 、横軸に \dot{V}_{O_2} をとり、一回帰する範囲を設定し、その交点を求め AT とした。
 下段： \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} による方法と、R (respiratory exchange ratio) による方法を示す。
 \dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2} の上昇を伴わない \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} の非直線の上昇点および R の上昇点を AT とした。

表 Ebel の級内相関係数による判定者間の信頼性

r_1 = 個人の判定者の平均的な信頼性。
 r_2 = 4名の判定者の総合的な信頼性。

	r_1	r_2
V slope	0.694	0.901
\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}	0.838	0.954
R	0.844	0.956

§ 考察

心不全の代表的臨床症状である運動制限を呼吸・循環・代謝の連関によって招来される AT をもって評価することは、心不全の病態生理を考える上できわめて妥当な方法と考えられる。従来から行われている自覚症状を中心とした心機能分類と密接な関連が認められたことは、これを裏付ける事実と考えられる。指標としての AT は心不全重症度の客観指標として有用なだけでなく、また薬効評価の判定指標としても有用

と考えられ、現在検討が進められている。一方、AT それ自体は概念的には客観的な指標であるが、その決定方法にはいくつかの手法があり、いずれも一長一短がある。R による AT 値がわずかながら他の 2 方法に比して低値を取ったのは、負荷量増加に伴いエネルギー代謝の基質の割合が脂肪から糖優位へ変化する点を AT としてしまった例が含まれるためと考えられる。今回は検者間の信頼性について検討を行ったが、測定値の推移を運動時間に対してプロットして AT を求

める方法の方が信頼性が高く、通常の一次回帰による V slope method ではやや劣ることが判明し、この方法を採用する場合には何らかのコンピューター処理などの必要性が示唆された。同時に、複数の判定者による決定は比較的信頼性が高いことから、薬効評価などの際には二重盲検試験の採用と同時に複数の判定者による AT の決定が重要と考えられた。

§ 結論

1) 呼気ガス分析による AT は心疾患の重症度が高くなるにつれて低値を示した。2) R による方法では V

slope method, \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} によって求めた AT 値より低い値を示した。3) 信頼性については \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} と R による方法が良好であった。

§ 文献

- 1) Weber, K.T. and Janicki, J.S.: Cardiopulmonary exercise testing for evaluation of chronic cardiac failure. *Am. J. Cardiol.*, 55: 22 A, 1985.
- 2) 佐久間 昭: 薬効評価—計画と解析II. 東京大学出版会, 東京, 1981, pp.32.

● 統一テーマ

作業筋の血流量および酸素摂取率と乳酸変動

大北泰夫* 豊増功次* 戸嶋裕徳*

心機能低下群では、健常群に比し、最大運動能や嫌気性代謝閾値 (anaerobic threshold) が低い¹⁾²⁾とされているが、逆に運動耐容能と心機能との関連がうすい³⁾という指摘もあり、最近運動能決定における末梢の役割が注目⁴⁾されている。そこで、運動能群別に運動中の作業筋である下肢の乳酸動態について血流量および酸素摂取率などから検討した。

§ 対象および方法

様々な程度の心疾患を有し、運動能の異なる男性 25 例を対象とし、病歴および多段階運動負荷試験による運動能から 4 群にわけた (表 1)。

A 群 (3 例)：狭心症および疑いの現役プロ競輪選手で、いずれも良好な運動能。

B 群 (8 例)：NYHA I 群の虚血性心臓病で、5 例は狭心症、3 例は陳旧性心筋梗塞症。

C 群 (9 例)：NYHA II 群の陳旧性心筋梗塞 2 例、弁膜症で洞調律 4 例、拡張型心筋症 3 例。

D 群 (5 例)：NYHA II 群 3 例、III 群 2 例でいずれも弁膜症で心房細動。

年齢は 50 歳前後で差はなく、左室造影の駆出率は C 群のうち弁膜症を除く 5 例での値は A, B 群より低く、運動能では各群間に差をみた。

方法は、通常の診断的カテーテル検査の直前に心カテ室で座位自転車エルゴメーターにて 20 ワット (W) 4 分ごとの漸増法で負荷を施行し、後半 2 分間で熱希釈法にて心拍出量、下肢血流量、動静脈酸素飽和度および乳酸値などを測定した。下肢血流量は Wilson ら⁴⁾の方法にならない、既に発表⁵⁾したごとく、大腿静脈を穿刺し熱希釈法で外腸骨静脈血流量を測定した。同部に留置したシース側孔より大腿静脈血を採血した。

§ 結果 (表 2) および考按

下肢血流量は、座位で差はなく、運動により各群共に著増したが、20 W 負荷時には、A, B 群は、C 群に比し高値であった。40 W 負荷時にも B 群は C 群に比し高値であった。運動能の良好な群では、不良な群よりも同一負荷時の下肢血流量は多いと考えられた。

血流量とならび酸素消費量を規定する主要因である動静脈酸素較差について、下肢酸素摂取率として検討

大腿静脈血中の乳酸値 mg/dl ((m mol/liter)

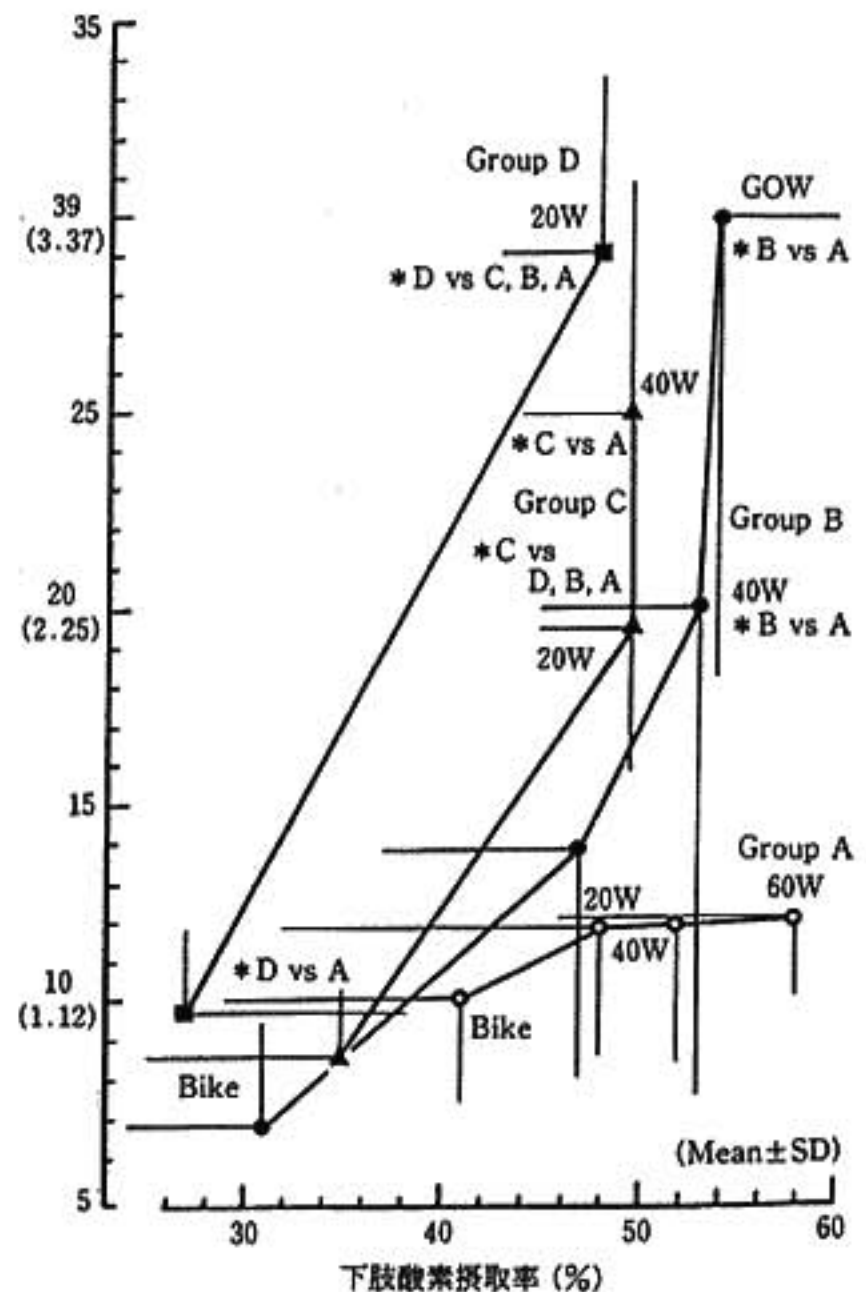


図 1 下肢の酸素摂取率と乳酸変化

*久留米大学医学部第 3 内科
(〒830 久留米市旭町 67)

表 1 対象とした男性 25 例の特徴および群分け

	NYHA			Age (y)	Weights (kg)	Etiology			Ejection fraction(%)	Ex. capacity (Mets)
	I	II	III			IHD	VD	DCM		
Group A	3			49±6	72±3	3 (af 1)			68±9*C	10.7±0.6*
Group B	8			53±10	59±6*A	8			61±11*C	8.8±1.3*
Group C		9		48±9	56±5*A	2	4	3	43±8	6.4±1.4*
Group D		3	2	52±10	55±3*A	5 (af 5)			(-)	4.2±1.5*

Ex. capacity=exercise capacity, IHD=ischemic heart disease, VD=valvular disease, DCM=dilated cardiomyopathy.
(mean±SD)

Statistical comparisons (p<0.05): *A vs Group A, *C vs Group C, * vs each group

表 2 安静座位および運動中の血流量, 酸素摂取率と乳酸動態

	HR (bpm)	CI (l/min/m ²)	Leg flow index (l/min/m ²)	Leg O ₂ Ext. (%)	Leg Vo ₂ (ml/min /m ²)	Leg V. Lact. (mg/dl)	Art. Lact. (mg/dl)
Group A							
Bike	69±16	2.31±0.17	0.14±0.01	41±12	12±3	10±3	9±4
20W	88±19*D	4.00±0.45*D	0.95±0.21*C	48±16	92±43	12±3	10±3
40W	96±23	4.71±0.44	1.18±0.34	52±16	122±52	12±3	11±3
60W	110±29	5.88±0.88	1.62±0.34	58±12	180±46	12±2	12±3
Group B							
Bike	65±9	2.41±0.36	0.16±0.05	31±7	10±3	7±3	6±3
20W	79±7*D	3.84±0.56	0.93±0.24*C	47±10	79±23	14±6	11±4
40W	90±9*C	4.82±0.46	1.24±0.17*C	53±8	114±17	20±14	18±10
60W	105±15	5.79±0.66	1.53±0.36	54±6	144±41	30±11*A	24±10
Group C							
Bike	72±6	2.34±0.48	0.15±0.06	35±10	9±3	8±3	7±3
20W	89±9*D	3.88±0.71	0.67±0.16	50±5	64±12	20±4*AB	15±4*A
40W	103±8	4.72±0.95	0.88±0.27	51±7	85±21	25±7*A	22±6*A
Group D							
Bike	79±9	2.23±0.42	0.15±0.06	27±11	7±2	10±2	10±2
20W	119±33	3.37±0.55	0.76±0.15	48±5	67±13	29±5*ABC	21±3*ABC

O₂ Ext.=oxygen extraction, Vo₂=oxygen consumption, V.Lact=venous lactate, Art.Lact=arterial lactate, W=Watts.
(mean±SD)

Statistical comparisons (p<0.05): *A vs Group A, *B vs Group B, *C vs Group C.

した。運動により各群共にその値は増加したが、同一負荷時での比較では各群間に有意差はみられなかった。

大腿静脈血中の乳酸値は、座位で差はなかったが、20 W 負荷時に運動能の低い D, C 群では B, A 群よりも高値であった。40 W 負荷時も C 群は A 群より高く、60 W 負荷時も B 群は A 群より高値であった。全体として、運動能の低い群ほど運動早期に乳酸値は上昇した。運動中の乳酸上昇はいずれの群も大腿静脈で動脈より早期にみられ、作業筋での循環代謝動態の把握が重要と考えられた。また嫌気性代謝閾値測定における

乳酸値については、肺動脈混合静脈血中の値では、12 mg/dl 程度²⁾とされているが、今回の作業筋での検討では、大腿静脈血の乳酸が 20 mg/dl、動脈血中で 15 mg/dl 程度を越えると酸素摂取率の増加を余り伴わずに乳酸値が急峻に増加する傾向があり、運動によるエネルギー需要増加に対する嫌気性代謝への急速な進行が示唆された。

また大腿静脈血中の乳酸値と下肢酸素摂取率との関係(図 1)をみると、運動能の低い D→C→B→A 群の順に酸素摂取率の増加程度が少ない時点ですでに乳酸の上昇傾向がみられ、反対にプロ競輪選手の A 群では

60 W 負荷まで酸素摂取率のみが直線的に増加し乳酸の上昇はみられなかった。この傾向は、運動能に対して下肢血流量を最重視し、同一負荷時の動静脈酸素較差は心不全群で高いとした報告⁴⁾とは異なり、運動能に左心機能よりも動静脈酸素較差を重視した報告⁵⁾に近いと考えられた。最近、心不全患者で血流低下とは無関係に骨格筋のクレアチン磷酸が不足するなどの代謝異常⁶⁾が指摘されており、運動能決定に対する骨格筋など末梢の役割は大きいと考えられた。

§ 結語

運動能の決定には、下肢血流量を左右する心機能だけではなく、末梢の骨格筋を中心とした組織の酸素利

用効率が大きく影響すると考えられた。

§ 文献

- 1) Matsumura, N. et al.: *Circulation*, 68:360, 1983.
- 2) Weber, K.T. et al.: *J. Am. Coll. Cardiol.*, 6:717, 1985.
- 3) Higginbotham, M.B. et al.: *Am. J. Cardiol.*, 51:52, 1983.
- 4) Wilson, J.R. et al.: *Circulation*, 69:1079, 1984.
- 5) 大北泰夫, ほか: *脈管学*, 26:175, 1986.
- 6) Massie, B. et al.: *Circulation*, 76:1009, 1987.

● 統一テーマ

虚血性心疾患における嫌気性代謝閾値
と虚血性 ST 低下の関係佐藤 博* 竹内 徹* 内山隆史*
豊田 徹* 伊吹山千晴*

虚血性心疾患 (以下 IHD) 患者の運動負荷試験においては、負荷時に出現する心筋虚血が、最大運動耐容能を規定する因子として重要である。しかし、亜最大負荷における運動耐容能指標である嫌気性代謝閾値¹⁾ (anaerobic threshold, 以下 AT) 出現規定要因としての負荷誘発心筋虚血の意義は明らかではない。そこで、著者らは、IHD 患者を対象とし、同疾患における負荷誘発心筋虚血の AT 出現への関与の有無について検討した。

§ 対象および方法

対象は IHD 患者 33 名 (男性 29 名, 女性 4 名, 平均年齢 58.4 歳) である。全例主要冠状動脈のいずれかに 75% 以上の狭窄を有し、運動負荷時に有意 ST 低下, AT の出現を示した。なお、下肢血行障害, 貧血, 呼吸機能障害を有するか、運動トレーニング下の症例は含まれていない。

運動負荷試験は、30 W より開始し、3 分ごとに 20 W 漸増する坐位自転車エルゴメーターによる症候限界性多段階負荷を行った。J 点より 0.06 秒後における 1.0 mm 以上の水平型または下行型の ST 低下を有意とした。呼気ガス分析は日本電気三栄エアロビックプレセッサ 391 を用い、体酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) に対する分時換気量 ($\dot{V}E$) の比 $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ が連続的上昇を開始する変曲点をもって AT とし、AT 出現時の $\dot{V}O_2$ ($\dot{V}O_{2, AT}$)、有意 ST 低下出現時の $\dot{V}O_2$ ($\dot{V}O_{2, ST dep}$) 最大体酸素摂取量 (peak $\dot{V}O_2$) を各々求めた。冠状動脈病変重症度は、狭窄部位, 狭窄度より coronary score を算出し各症例の重症度評価を行った。Score が高値であるほど病変重症度が高いことを意味する。

§ 結果

AT と有意 ST 低下出現の前後関係を示す指標である $\dot{V}O_{2, ST dep}/\dot{V}O_{2, AT}$ は、図 1 のごとく 74.6% から 176% と広範囲に分布し、両者の出現は必ずしも一致しないことを示している。また、coronary score は $\dot{V}O_{2, ST dep}$ と有意な負の相関を有したが、 $\dot{V}O_{2, AT}$ とは相関を示さず、冠状動脈病変重症度と $\dot{V}O_{2, AT}$ 値の大小は無関係であった (図 2)。さらに、 $\dot{V}O_{2, ST dep}$ と $\dot{V}O_{2, AT}$ および peak $\dot{V}O_2$ との相関を調べたところ、 $\dot{V}O_{2, ST dep}$ は peak $\dot{V}O_2$ との間に $r=0.85$ の良好な正相関を有したが、 $\dot{V}O_{2, AT}$ とは $r=0.57$ の粗な相関しか示さなかった (図 3)。よって、負荷誘発心筋虚血は、最大運動耐容能に高く寄与するが、AT 出現への影響は低いと考えられた。

§ 考按およびまとめ

IHD 患者における AT 出現規定因子に関しては、虚血の程度に応じた左室壁運動異常出現による運動筋血流低下が AT を決定するという報告²⁾があるが、亜硝酸剤投与による心筋虚血改善が AT 改善をもたらさなかったとする報告³⁾もある。一方、健常人においては、運動筋の酸化能力が AT の決定因子として重要とされている⁴⁾。

今回の我々の成績は、AT の出現が必ずしも負荷誘発心筋虚血に規定されるものではなく、AT は負荷時心筋虚血の直接の反映とはなり得ないことを示したものである。IHD 患者においても、末梢因子が AT 出現に強く働いている可能性が示唆される。

今後、IHD 患者のリハビリテーション、運動療法等においても、運動耐容能判定指標としての有用性が期待される AT であるが、以上のような点をふまえた上での評価が必要であると考えられた。

*東京医科大学第 2 内科
(〒160 東京都新宿区西新宿 6-7-1)

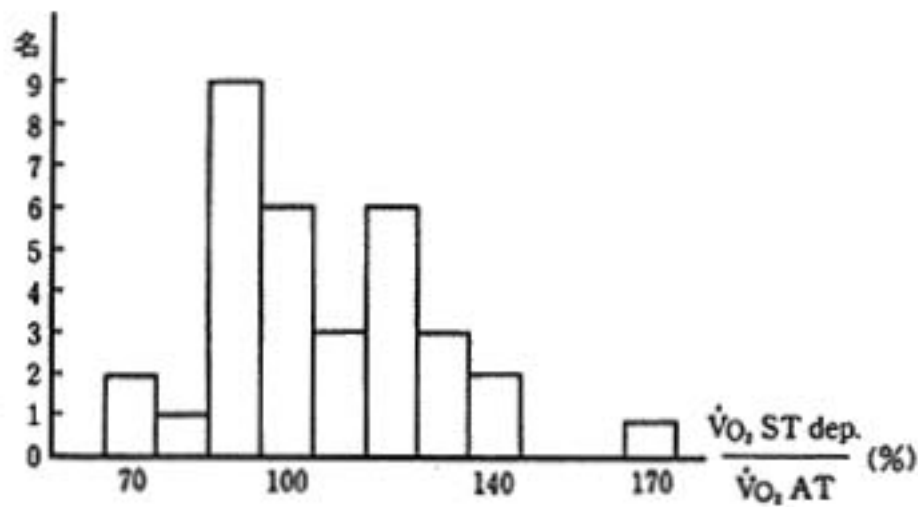


図1 AT, 有意ST低下出現の前後関係
→ $\dot{V}O_2$ ST dep./ $\dot{V}O_2$ AT $\times 100(\%)$ の分布

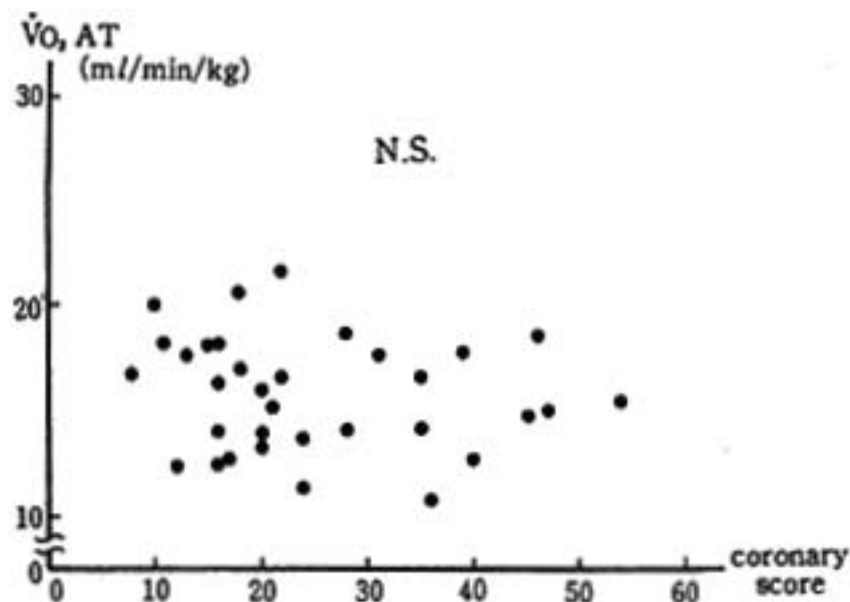
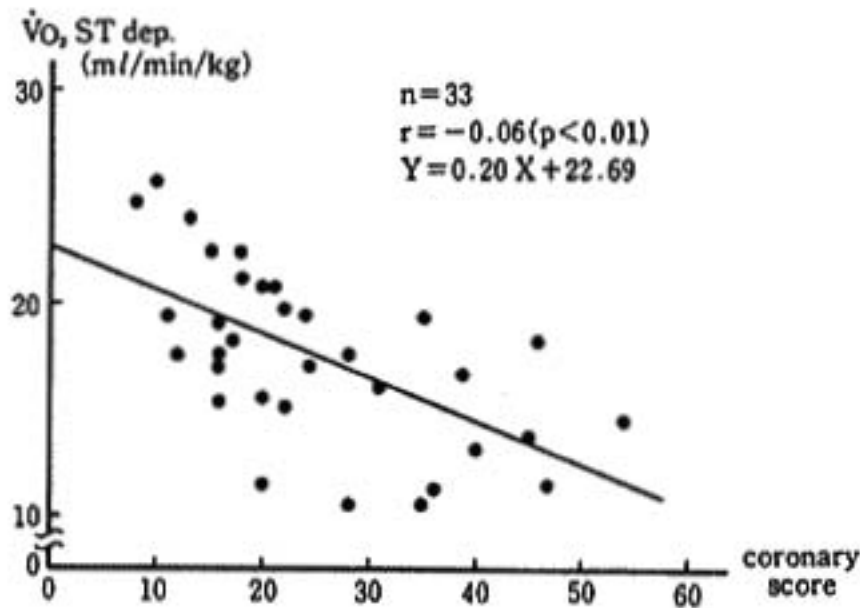


図2 Coronary score と $\dot{V}O_2$ ST dep., $\dot{V}O_2$ AT の相関

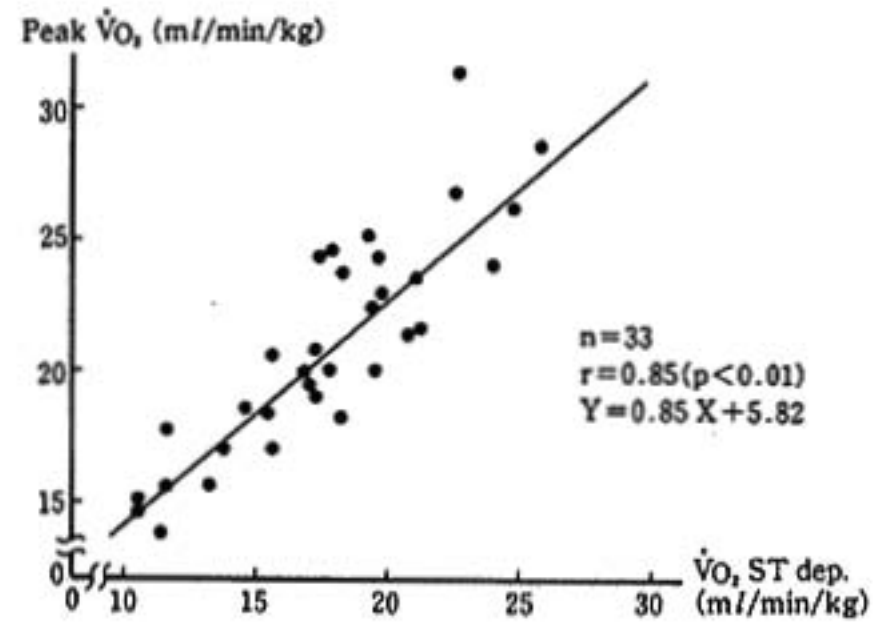
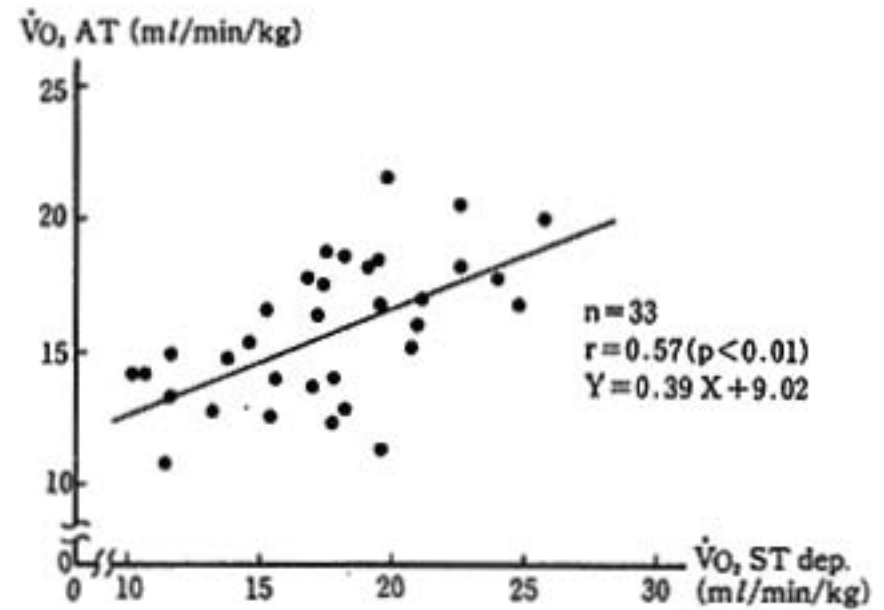


図3 $\dot{V}O_2$ ST dep. と $\dot{V}O_2$ AT, peak $\dot{V}O_2$ の相関

§ 文献

- 1) Wasserman, K. et al.: J. Appl. Physiol., 35 : 236, 1973.
- 2) 前原和平他: 心電図 (別冊), 5 : 960, 1985.
- 3) Yamabe, H. et al.: Jpn. Heart J., 25 : 1019, 1984.
- 4) Ivy, J.L. et al.: J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol., 48 : 523, 1980.
- 5) Rusko, H. et al.: Acta Physiol. Scand., 108 : 263, 1980.

● 統一テーマ

虚血性心疾患における運動耐容能の
指標としての嫌気性代謝閾値の意義

藤坂隆一* 渡辺重行* 増岡健志*
 藤田享宜* 松本龍馬* 飯田 要*
 小川 剛* 杉下靖郎* 伊藤 巖*

虚血性心疾患において、運動耐容能は、その重症度を反映する 1 指標として、また治療効果を判定する指標として用いられており、従来、運動持続時間や負荷時 double product などにより評価されている。今回、我々は運動耐容能の指標としての嫌気性代謝閾値（以下 AT）の意義を明らかにするために、従来より用いられている他の指標と比較するとともに心機能との関連につき検討した。

§ 対象

対象は男性の虚血性心疾患患者 32 例であり、うち 16 例に心筋梗塞の既往歴を認めた。負荷試験後に施行した冠動脈造影においては 24 例で主要冠動脈枝に 75% 以上の内腔狭窄を認めた。運動負荷試験は臥位エルゴメータを用い、初回負荷量を 20 W として 1 分ごとに 10 W ずつ増加し、自覚的最大の負荷を施行した。負荷時 1 分ごとに心拍数、血圧および心電図を測定あるいは記録した。また Mijnhardt 社製 Oxycon-4 を用いて、30 秒ごとに分時換気量 (\dot{V}_E)、体酸素摂取量 (\dot{V}_{O_2})、炭酸ガス排泄量 (\dot{V}_{CO_2}) を測定し、これらより \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} 、 \dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2} および O_2 -pulse ($\dot{V}_{O_2}/$ 心拍数) を算出した。AT は、Davis らに従い¹⁾、 \dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2} の上昇を伴わずに \dot{V}_E/\dot{V}_{O_2} が上昇を始める点を検出し、その時点の \dot{V}_{O_2} をもって表わした。以上の成績より、運動耐容能の指標として、① AT、② 負荷持続時間 (ET) および ③ 負荷終点における double product (DP) を求めた。また、平衡時心プールシンチグラフィより安静時および負荷時左室駆出分画 (LVEF) を測定した。

§ 結果

全 32 例について、AT と ET および AT と DP との間の関連につき検討したが、いずれも良好な相関関係を認めなかった (AT vs ET: $r=0.52$, AT vs DP: $r=0.35$)。

運動耐容能各指標と負荷時 ST 低下 (J 点より 0.08 秒にて 0.1 mV 以上の水平ないし下行傾斜型 ST 低下を有意とする) との関係を検討し、図 1 に示した。ST 低下群の AT は ST 非低下群のそれより有意に ($p < 0.05$) 低値を示したが、ET および DP については両群間に有意差を認めなかった。しかし、ST 低下群と ST 非低下群の AT の個々の測定値をみると、両群間には大きな重なりが認められた。

次に、AT と運動時心ポンプ機能指標との関係を検討し、図 2 に示した。AT と運動負荷時 EF、AT と ΔO_2 -pulse (安静時と AT 時の O_2 -pulse の差) とには、いずれも有意の正の相関を認めたが、個々の計測値のばらつきも比較的大であった (図 2 a)。そこで、次に対象を心筋梗塞合併の有無により 2 群に分類し、AT と運動負荷時 EF との関係につき検討した (図 2 b)。梗塞合併例では両者間に有意の相関を認めなかったが、梗塞非合併例すなわち労作狭心症例では両者間に有意の相関を認めた (図 2 b)。

§ 考察

今回の検討において、AT は他の運動耐容能の指標である ET や DP との良好な相関を示さなかった。この事は AT が客観的な指標であるのに対し、ET や DP は被検者の自覚症状や検者の判断などの主観的な因子により影響されるためと考えられ、AT は運動耐容能の指標としては他の指標とは独立した意義を有することが示唆された。

*筑波大学臨床医学系内科
 (〒305 つくば市天王台 1-1-1)

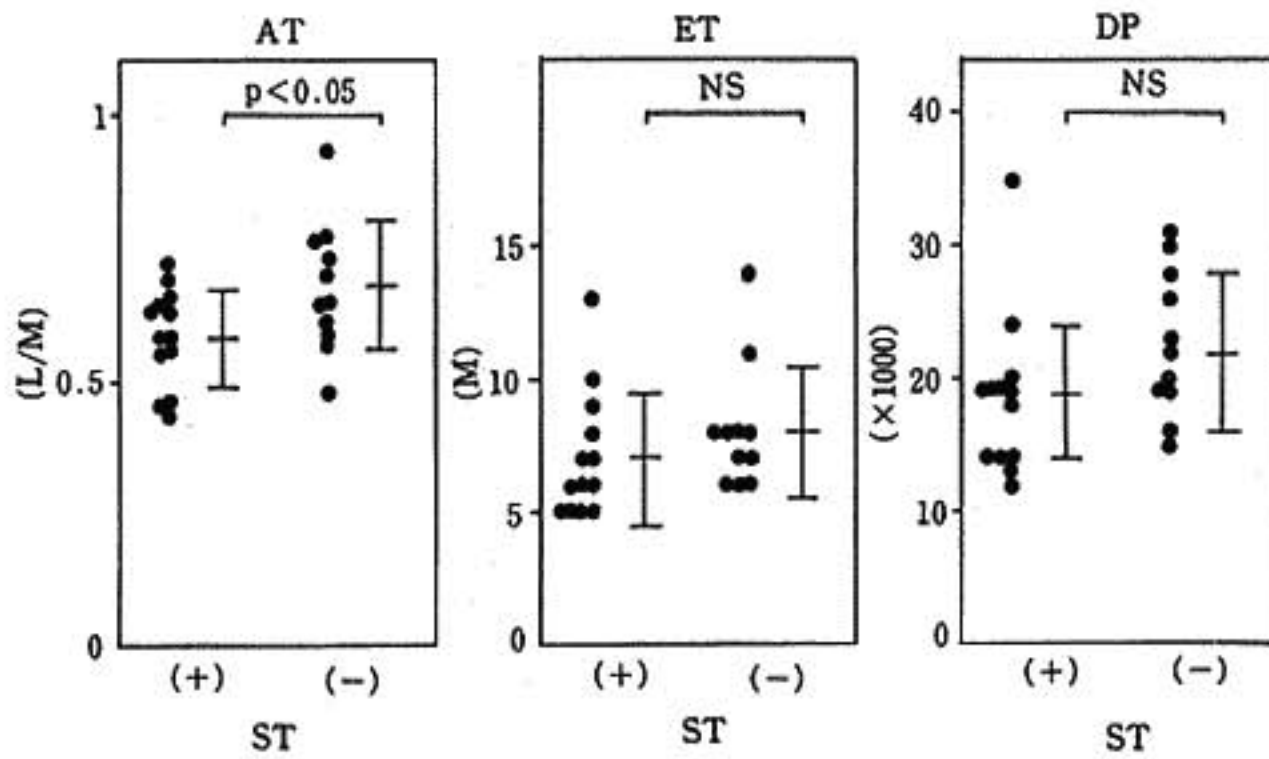


图 1 Relationship between exercise tolerance and ST depression

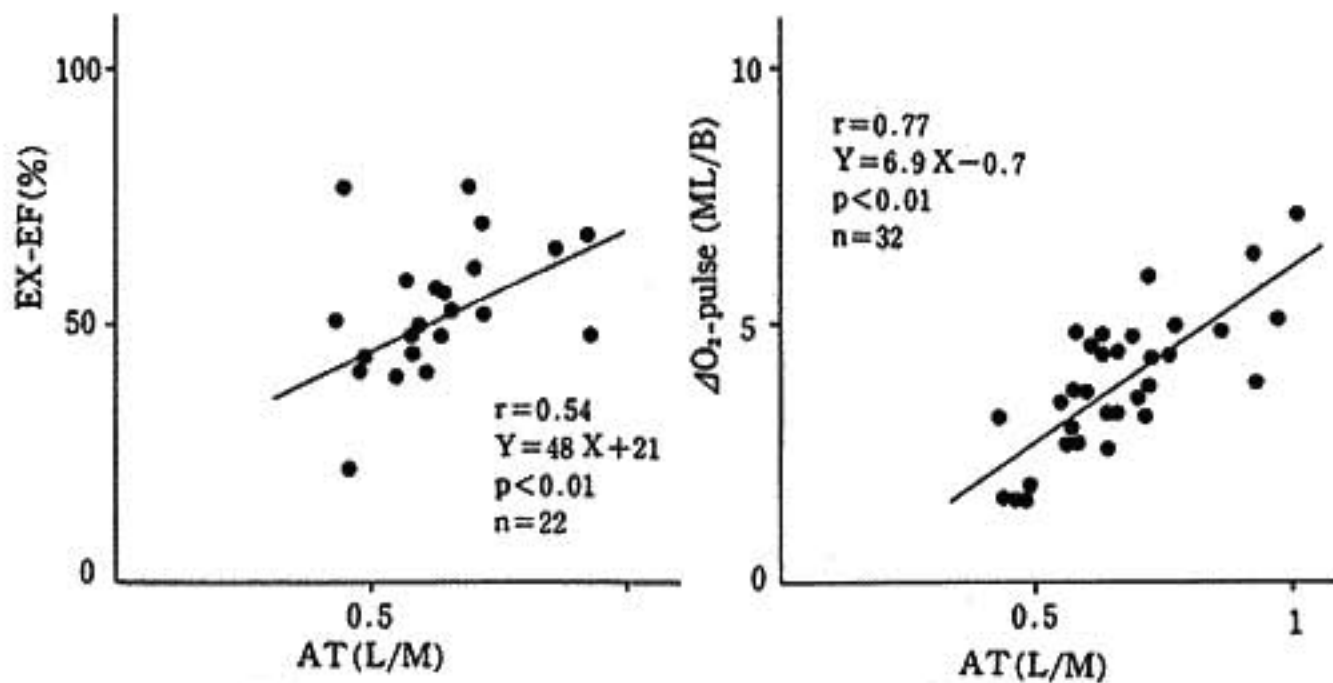


图 2 a Relationships between anaerobic threshold and ejection fraction (left), O_2 -pulse (right)

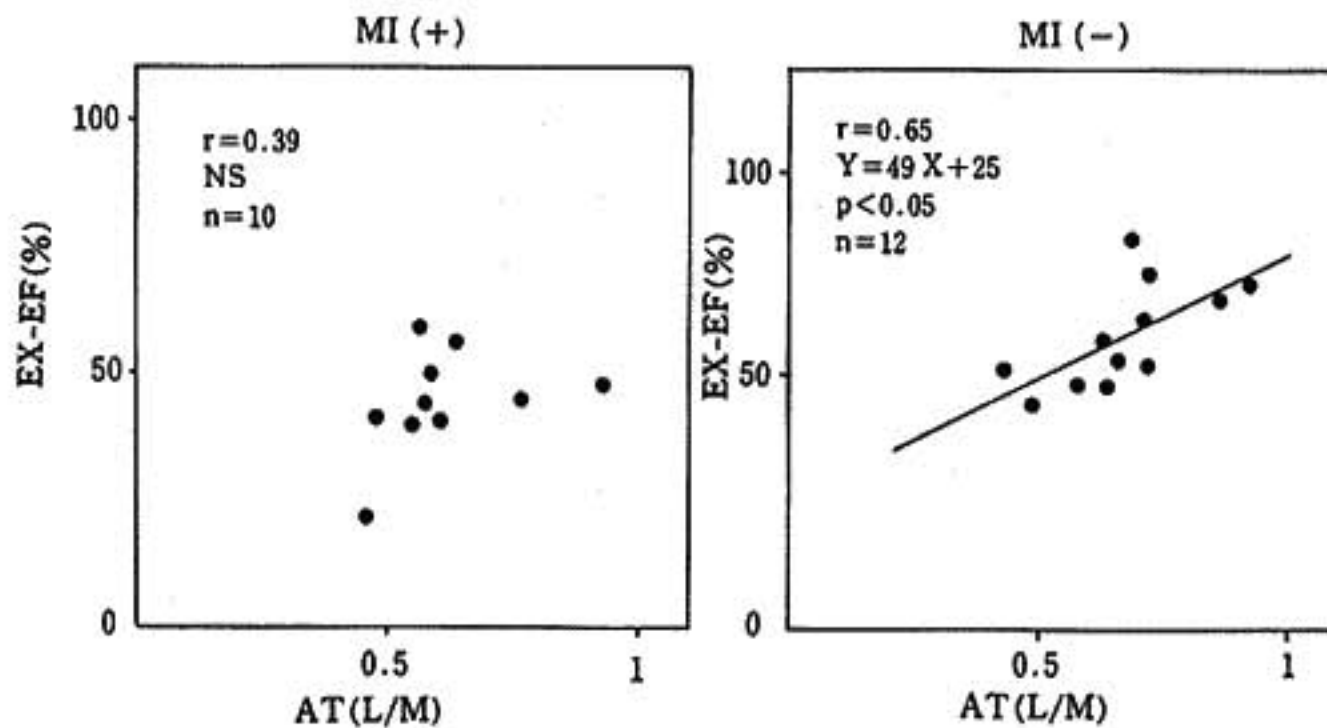
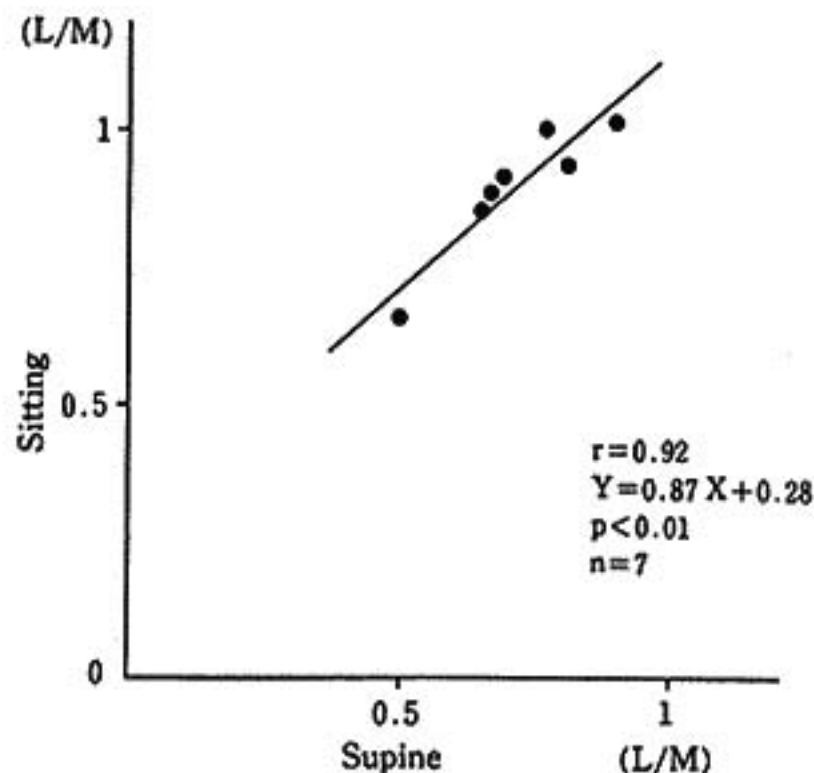


图 2 b Relationship between anaerobic threshold and ejection fraction patients with MI vs those without MI



付図 Relationship between anerobic threshold in sitting exercise and that in supine exercise

一般に心疾患において運動耐容能を規定する因子は単一ではなく、心拍出量に代表される心ポンプ機能は重要な因子の1つに過ぎないとされている。心機能以外の規定因子としては、運動筋への血流配分や運動筋の酸素摂取能などが考えられ、これらには日常生活での身体活動レベルや服用薬剤などが影響すると考えられる。今回の検討において、ATが心ポンプ機能指標と有意の相関を示したものの、比較的粗な相関しか認

められなかったことは、上述の事実を裏づける結果と考えられる。以上の限界はあるものの、虚血性心疾患の中で、負荷により新たに心筋虚血が出現し心機能の低下する労作狭心症例に限ればATと心ポンプ機能との間には比較的良好な相関を認め、これらの症例ではATを規定する因子として、間接的ではあるが心筋虚血の発現が重要であると考えられた。

§ 結論

虚血性心疾患を対象とし、臥位運動負荷試験を実施し、ガス交換より得られる嫌気性代謝閾値(AT_{GE})を測定した。その結果、AT_{GE}は虚血性心疾患全体では運動時心ポンプ機能と粗な関連を有したのみであったが、労作狭心症例においては良好な関連を有し、運動耐容能の1指標として有用であることが示唆された。

§ 文献

- 1) Caiozzo, V.J., Davis, J.A. et al.: J. Appl. Physiol., 53: 1184, 1982.

付記：健常者7例につき、臥位および坐位エルゴメータ負荷でのATを測定した。両者間には $r=0.92$ の有意の良好な正相関を認めたが、全例で臥位負荷のATが坐位負荷のそれより低値であった(付図)。

● 統一テーマ

心筋梗塞患者の anaerobic threshold に関する検討

中村秀也* 上田栄蔵* 徐 葉子* 星屋博信*
 中村信男* 葛城充明* 茂原 治* 有田幹雄*
 上野雄二* 西尾一郎* 増山善明*

多段階運動負荷試験では、運動負荷量がある一定の点を越えると、エネルギー需要増加に対応する酸素運搬系の機能が不十分となって運動筋群への酸素供給が不足し嫌氣的解糖過程によるエネルギー産生が開始するとされている¹⁾。この嫌氣性代謝閾値 (AT) は、Wasserman らにより、呼気ガス分析を行うことで非観血的に求められることが報告されている²⁾。

本研究では、急性心筋梗塞にて入院し、3段階のトレッドミル運動負荷を組み入れたリハビリテーション (リハビリ) プログラムに従いリハビリ中の患者について、トレッドミル運動負荷と同時に呼気ガス分析を行い、左室・冠動脈造影所見あるいは負荷時の ST 変化と対比することにより急性心筋梗塞リハビリ時の呼気ガス分析、AT 測定 of 臨床的有用性を検討した。

§ 対象と方法

対象は当科に入院しリハビリを行った急性心筋梗塞患者 55 名、男 50 名、女 5 名で平均年齢は 56.6 ± 10.2 歳であった。このうち 32 名については左室・冠動脈造影が行われ、有意狭窄のない者は 2 名、1 枝病変 14 名、2 枝病変 10 名、3 枝病変 6 名であった。運動負荷は当科の心筋梗塞リハビリプロトコール (全 step 15) に従い³⁾、step 11 で low level (3 METs)、step 13 で middle level (4 METs)、step 15 で high level (6 METs) のトレッドミル運動負荷を Marquette 社製 CASE II にて施行した。目標心拍数として low level では安静時心拍数の 1.3 倍、middle level では安静時の 1.5 倍、high level では 1.7 倍とした。さらに、有意な ST-T 変化、危険な不整脈および胸痛、下肢の疲労などの症状の出現を運動中止点とした。運動負荷と同時にミナト医科学社製 RM 200 system により 30 秒ごとに呼気ガ

ス分析を行い、酸素消費量 ($\dot{V}O_2$) と分時換気量 ($\dot{V}E$) の相関を NEC 9801 VM 2 にて描写し、両者の直線的関係が失われ、 $\dot{V}E$ が $\dot{V}O_2$ に比し急峻な上昇を開始する変曲点の $\dot{V}O_2$ 値を AT とした。

§ 結果

1. 各運動負荷レベルと $\dot{V}O_2$

各運動負荷レベルでの $\dot{V}O_2$ をみると low level 終了時には 568.4 ± 131.7 ml/min, middle level で 728.8 ± 179.4 ml/min, high level では 1020.0 ± 227.4 ml/min であった。AT の確認された者は 23 名であり、 $\dot{V}O_2$ 値の平均は 883.9 ± 158.9 ml/min であった。1 名は low level で、1 名は middle level の負荷でみられ、他の 21 名は high level の運動負荷にて検出された。

2. AT と心電図 ST 変化

運動負荷中に有意な ST 低下を認めた者は 13 名であった。表 1 に示すごとく 3 METs 未満の運動負荷で ST 低下を示した者は 9 名、3~4 METs の運動負荷では 2 名、4~6 METs の運動負荷では 2 名であり多くは AT 未満の負荷で ST 変化が出現した。AT の見られた者は AT (+) とした。

3. AT と左室・冠動脈造影所見

図 1 に示すごとく AT と左室駆出分画 (EF) には有意な正相関 ($r=0.628$) が認められた。障害枝数別では、0 および 1 枝病変では AT は 14.4 ± 2.2 ml/min/kg, 多枝病変者では 14.3 ± 1.9 ml/min/kg と有意差を認めなかった。なお、心筋梗塞部位別にみた AT には明らかな差はなかった。

§ 考按

AT は、健常者では $\dot{V}O_{2, \max}$ の 50~60%, よくトレーニングされた運動選手では 70~80% とされている⁴⁾。AT は $\dot{V}O_{2, \max}$ と同様、有酸素能力あるいは運動耐容能の指標とされる⁵⁾。また、心疾患患者ではリハビリ

*和歌山県立医科大学循環器内科
 (〒640 和歌山市七番丁1)

表 1 ATと心筋虚血

	Total cases	Significant ST depression	$\dot{V}O_2$ (Mean±SEM)	AT(+)
Low level (0~3 METs)	54	9	603±39	1
Middle level (3~4 METs)	41	2	672±115	0
High level (4~6 METs)	26	2	924±2	2

AT : anaerobic threshold

により AT が高くなることが報告され、リハビリの効果を見る上でも重要な指標であるとされる⁶⁾。山辺らは⁷⁾、労作性狭心症患者では運動負荷による ST 低下時の $\dot{V}O_2$ と AT に有意な相関があるとし、心筋虚血は有酸素能力を規定する 1 つの因子であるとしている。しかし、本研究では AT に達しない低レベル運動負荷にて有意な ST 低下の認められる者が多く、梗塞発症後比較的早期の者では、AT は心筋虚血を評価する指標にはなりがたいと考えられた。さらに、梗塞部位や罹患数も AT とは関係が少くないと考えられた。

一方、左室機能と AT の関係では、両者に有意な正の相関がみられた。Ehsani らは⁸⁾心筋梗塞発症数カ月後の者について $\dot{V}O_{2max}$ 、左室機能について検討し、安静時から運動時の EF の変化は $\dot{V}O_{2max}$ 、最大酸素脈あるいは最大心拍数と相関がみられることから、左室機能が好氣的運動耐容能を規定すると報告している。これらのことから、左室機能の障害された者では運動早期より末梢循環の障害が起こり、嫌気性代謝の発現する時点が早くなることが考えられる。リハビリトレーニングにより骨格筋における酸素利用能の改善が見られることが知られ、運動療法の末梢性機序として説明されるが⁹⁾、本研究で得られた成績はリハビリ初期のものであり、末梢性機序の関与は少なく、AT は中枢である左室機能を強く反映したと考えられた。

以上より急性心筋梗塞リハビリ時の心筋虚血を評価する上で AT の意義は少なく、ことにリハビリ初期では AT は左室機能に、より強く影響されると考えられた。

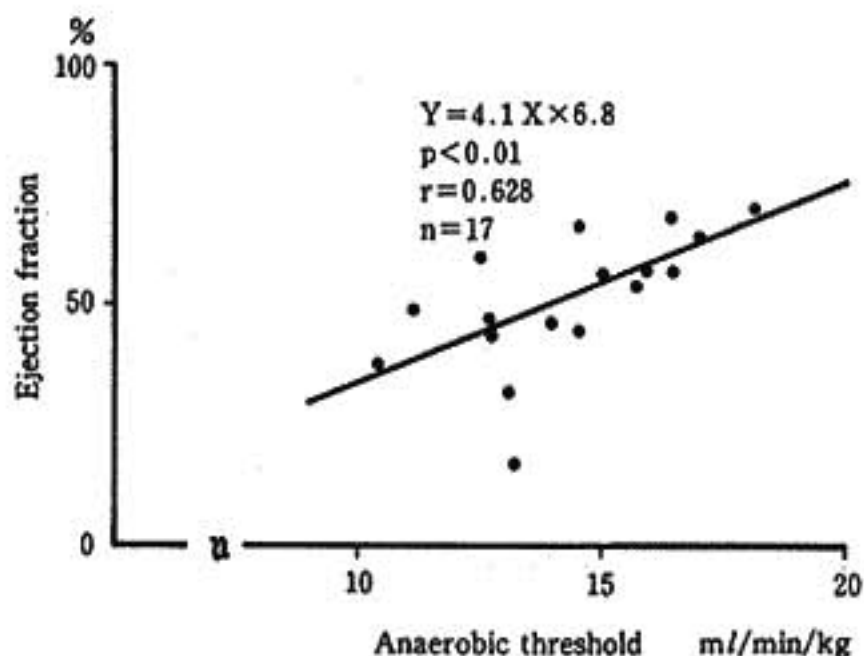


図 1 ATと左室駆出率

§ まとめ

急性心筋梗塞リハビリ時において運動負荷と同時に呼気ガス分析を行い、以下の結果を得た。

1. 呼気ガス分析より嫌気性代謝閾値 (AT) を求めるには約 6 METs 程度の運動負荷を必要とした。
2. 運動負荷にて心筋虚血を示す者は AT 未満で見られる者が多かった。
3. AT は、梗塞部位、枝病変数では差が認められなかったが、左室駆出率と有意な正相関を示した。

以上より、急性心筋梗塞リハビリ時の心筋虚血を評価する上では AT の意義は比較的少なく、ことにリハビリ初期では AT は左室機能に、より強く影響されると考えられた。

§ 文献

- 1) Wasserman, K.: Am. Rev. Respir. Dis., 129 : S 21, 1984.
- 2) Wasserman, K. et al.: J. Appl. Physiol., 35 : 236, 1973.
- 3) 上嶋健治, ほか: 日本臨床生理学会誌, 16 : 359, 1986.
- 4) Davis, J.A.: Med. Sci. Sports Exerc., 17 : 6, 1985.
- 5) Matsumura N. et al.: Circulation, 68 : 360, 1983.
- 6) 山辺 裕, ほか: 日本臨床生理学会誌, 16 : 31, 1986.
- 7) 山辺 裕, ほか: 日胸疾会誌, 21 : 631, 1983.
- 8) Ehsani, A.A. et al.: Circulation, 70 : 552, 1984.
- 9) 斎藤宗靖: 臨床科学, 23 : 842, 1987.

● 一般演題

健常男性における各 stage ごとの運動負荷時
非観血的に心拍出量測定を試み高木利明* 石田恵一* 大蔵勝弥*
矢吹 壮* 町井 潔*

運動負荷時において、心拍出量(CO)を測定することは心臓の予備能を知る上で重要な指標のひとつであり、従来よりその測定には、多くの報告がある。しかしそれらのほとんどは、最大または、亜最大負荷時の一点のみの測定であり、観血的測定であり負荷の各 stage ごとに詳しく測定されたものは少ない。本研究の目的は、acetylene 再呼吸法を用いて、健常男性の運動負荷時の CO を測定し、各年齢層ごとに、各 stage ごとに比較検討し、その回帰式を得た。さらにこの応用として高血圧患者の運動療法前後の CO の変動をみた。

§ 対象と方法

対象は、年齢 21 歳から 76 歳までの健常男性 32 例、21 歳から 30 歳までの A 群 13 例 (23±2.9 歳)、31 歳から 50 歳までの B 群 9 例 (39±3.8 歳)、51 歳から 76 歳までの C 群 10 例 (65±7.1 歳) である。運動負荷は、treadmill の修正 Bruce 法を用い、安静立位、exercise の stage I から V までの各 stage ごとに測定した。指標として CO、心係数(CI)、心拍数(HR)、平均血圧(MBP)、一回拍出量(SV)、末梢血管抵抗係数(TPRI)を用いた。各指標のそれぞれについて各年齢層ごとに回帰式を求めた。

§ 結果

図 1 は、A 群、B 群、C 群における CI の回帰式を示す。X は stage, O は安静立位を示す。回帰式はそれぞれ $Y=2.70+1.01 X (r=0.97)$, $Y=2.55+0.87 X (r=$

$0.96)$, $Y=2.44+0.90 X (r=0.97)$ であった。A 群は B, C 群に比して安静時の CI が高く、その増加も他の 2 群に比して急峻である。B 群と C 群の間には明確な相違は認められなかった。

他の指標について、CO は $Y=4.65+1.79 X (r=0.97)$, $Y=4.57+1.50 X (r=0.96)$, $Y=3.86+1.48 X (r=0.97)$, HR は、 $Y=65.96+16.39 X (r=0.94)$, $Y=67.96+13.95 X (r=0.95)$, $Y=68.20+12.34 X (r=0.95)$, MBP は $Y=91.36+4.93 X (r=0.97)$, $Y=97.94+4.73 X (r=0.94)$, $Y=105.49+4.80 X (r=0.95)$, SV は、 $Y=74.02+4.05 X (r=0.72)$, $Y=73.15+2.98 X (r=0.85)$, $Y=64.75+3.92 X (r=0.91)$, TPRI は、 $Y=2,473-240 X (r=-0.93)$, $Y=2,741-240 X (r=-0.96)$, $Y=3,101-335 X (r=-0.96)$ であった。回帰式において CO, HR, SV は年齢とともに低下傾向を示し MBP, TPRI は増加傾向を示した。

図 2 は若年高血圧患者の運動療法前後の指標を exercise の stage V において健常群と比較したものである。症例は、33 歳男性、安静時血圧は、160/100 mmHg、降圧薬の服薬歴はない。運動療法は、自転車 ergometer を用い、HR 120 beats/min, 1 回 40 分、週 3 回、1 カ月間施行した。運動療法後の安静時血圧は、正常値に戻った。健常群 A, B 群と、運動療法前、後を示し、A 群の値を基準とした。運動療法前の値は、CO, CI, HR, SV, はいずれも A, B 群より高く、TPRI は低かった。運動療法後は、前に比較して CO, CI, HR, SV は低下し、TPRI は増加し、A 群の値に近づいた。他の stage においてもほぼ同様な傾向がみられ、運動療法の効果が血行動態的に認められた。

*東邦大学医学部第 3 内科
(〒153 東京都目黒区大橋 2-17-6)

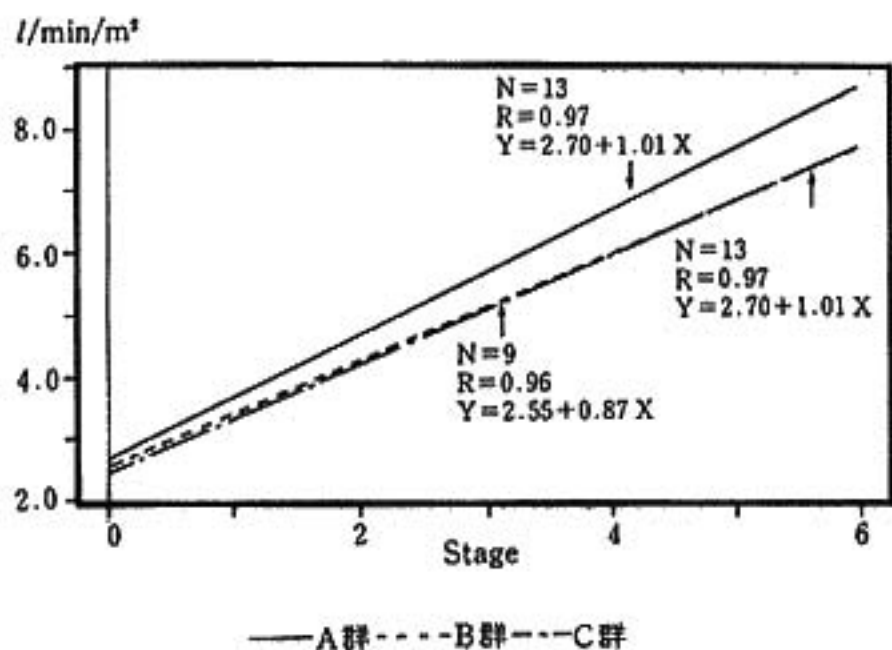


図1 各年齢層 CI 回帰式

§ 考按

健常人における運動負荷時 CO の各年齢層の比較は、Hossack ら¹⁾の direct Fick 法による最大負荷時 CO の比較、日本では、猪飼ら²⁾の CO₂再呼吸法による最大負荷時 CO の比較、勝浦ら³⁾の亜最大負荷時の報告などがみられる。また負荷の程度による CO 測定の見例⁴⁾⁵⁾も認められるが、観血的検査であったり、症例数などの関係から必ずしも十分とはいえない。今回著者らは、健常男性の負荷各 stage ごと、各年齢層ごとの CO を測定し、各指標、各年齢層ごとに回帰式を求めた。このような詳細な報告例は、著者らの知る限り認められない。また応用として高血圧患者の運動療法前後の運動負荷時の各指標の変化を比較し、運動療法の血行動態上の効果判定に有用性が認められた。今後各種心疾患の病態や治療効果の判定、あるいはリハビリテーションの指標などに応用可能と思われた。

§ 結語

1. Acetylene 再呼吸法を用いて健常男性における

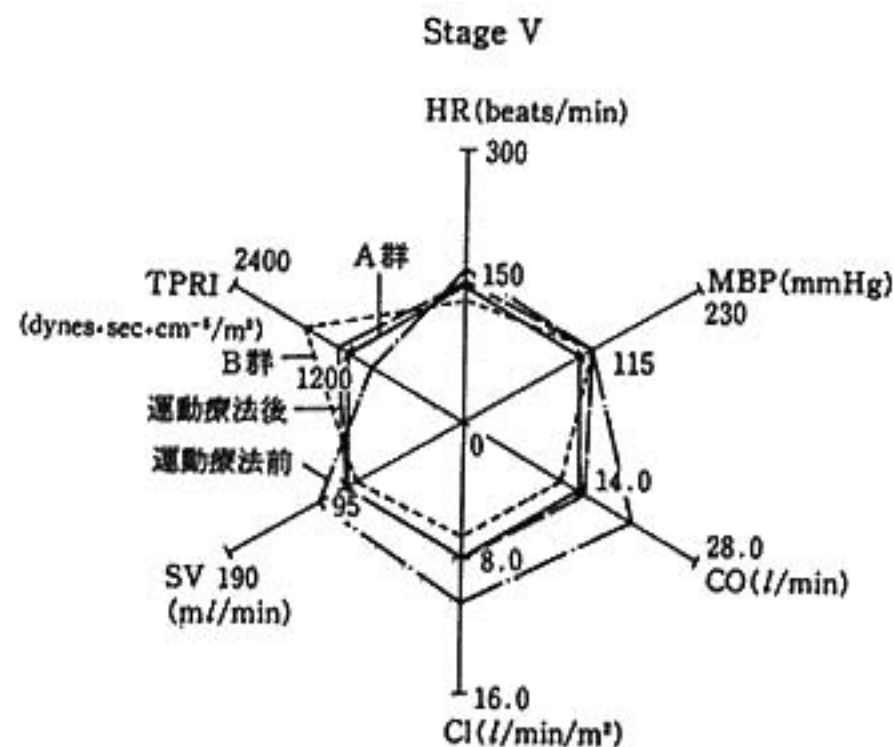


図2 高血圧運動療法前後の各指標の変動

運動負荷各 stage ごとに CO を測定し、A群、B群、C群、各年齢層ごとに CO、CI、HR、MBP、SV、TPRI の各指標についての回帰式を求めた。

2. 回帰式において CO、HR、SV は年齢とともに低下傾向を示し MBP、TPRI は増加傾向を示した。

3. 高血圧患者の運動療法前後の運動負荷時の各指標の変化を比較し、治療効果の判定に応用可能と思われた。

§ 文献

- 1) Hossack, K.H. et al.: Am. J. Cardiol., 46: 204, 1980.
- 2) 猪飼, ほか: 体育学研究, 14: 175, 1970.
- 3) Katuura, T. et al.: Annals Physiol. Anthropol., 5: 39, 1986.
- 4) Miyamoto, Y. et al.: J. Appl. Physiol., 55: 1198, 1982.
- 5) Higginbotham, M.B. et al.: Circ. Res., 58: 281, 1986.

● 一般演題

高齢者高血圧症の運動負荷に対する昇圧反応性 心肥大との対比

山田憲司郎・ 齊藤俊弘・ 稲垣義明*

運動負荷に対する昇圧反応は、一般に、加齢および高血圧で増強すると言われている。我々の教室でも、以前より、高血圧症に対し単一負荷法による臥位自転車 ergometer 運動負荷試験を行っており、同様の傾向を認めているが、年齢、高血圧の程度により分類した各群間における差は、必ずしも大きくなく、一方、各群内におけるバラツキが大きい。とすると、運動負荷に対する昇圧反応の差は、性、年齢、体重、運動習慣などの差による生体 variation に負うところが大いのであろうか、あるいは高血圧における何らかの病態生理的差異によるのであろうか、この点を明らかにするため、今回は運動選手としての経験や運動習慣のない 65 歳以上の高齢者で、体重 45~75 kg、無服薬の本態性高血圧症を対象とし、運動負荷に対する昇圧反応性の強弱から 2 群に分類し、その差を生じる背景因子、血行動態の差異を検討した。

§ 対象および方法

定量負荷型臥位自転車 ergometer 1.25 Watt/kg、6 分間の運動負荷試験を行いえた高齢者高血圧症 72 名中、上述の基準を満たし、心エコーで良好な画像が得られ、運動前、中で血漿 noradrenaline 濃度を測定した 20 名を対象とした。このうち、運動負荷による収縮期圧上昇分を心拍数増加分で除した値 (Δ SBP/ Δ HR) が 1.0 以上の者を昇圧反応性の強い group A (n=9)、1.0 未満の者を昇圧反応性の弱い group B (n=11) と分類した。まず、高血圧性臓器合併症を 1984 年東大三内科合同診断基準に基づき点数で評価、血漿

noradrenaline 濃度 (norad.)、血漿 adrenaline 濃度 (ad.)、血漿 renin 活性 (PRA) および血漿 aldosterone 濃度 (ald.) を仰臥位安静 30 分後に測定し、心エコーを施行した。心エコーでは中隔厚、左室後壁厚ともに 11 mm 以上を LVH \oplus 、ともに 10 mm 以下を LVH \ominus とし、左室心筋量を Devereux の式から求めた。運動前、中で心拍数、血圧、心拍出量および血漿 noradrenaline 濃度を測定した。心拍出量は色素稀釈法で測定、全末梢抵抗は心拍出量と平均血圧から Frank の式を用いて算出した。

§ 結果

臓器重症度 (group A vs group B) は、心 (1.6 \pm 0.8 点 vs 0.7 \pm 0.8 点) は group A でより重症だったが、脳 (0.2 \pm 0.4 点 vs 0.1 \pm 0.3 点)、腎 (0.3 \pm 0.5 点 vs 0.2 \pm 0.4 点)、眼底 (1.5 \pm 0.5 点 vs 1.6 \pm 0.5 点) には差を認めなかった。血圧関連 hormone は、norad. (0.20 \pm 0.09 μ g/ml vs 0.21 \pm 0.04 ng/ml)、ad. (0.04 \pm 0.02 ng/ml vs 0.03 \pm 0.01 ng/ml)、PRA (0.93 \pm 0.54 ng/ml/hr vs 0.72 \pm 0.57 ng/ml/hr) および ald. (84 \pm 29 ng/dl vs 61 \pm 14 ng/dl) とすべて有意差を認めなかったが、低 PRA および低 ald. の者は group B に比較的多かった。

運動負荷に対する反応 (group A: 運動前 \rightarrow 中 vs group B: 運動前 \rightarrow 中) は心拍数 (68 \pm 9 \rightarrow 130 \pm 15/min vs 68 \pm 14 \rightarrow 132 \pm 26/min)、norad. (0.20 \pm 0.09 \rightarrow 0.62 \pm 0.16 ng/ml vs 0.21 \pm 0.04 \rightarrow 0.68 \pm 0.26 ng/ml) は運動前、中ともほぼ同値であった。一方、血圧 (152 \pm 15/87 \pm 8 \rightarrow 236 \pm 17/115 \pm 14 mmHg vs 164 \pm 18/92 \pm 14 \rightarrow 202 \pm 17/114 \pm 10 mmHg) は運動前ではむしろ group B が高値を示したが、運動中は

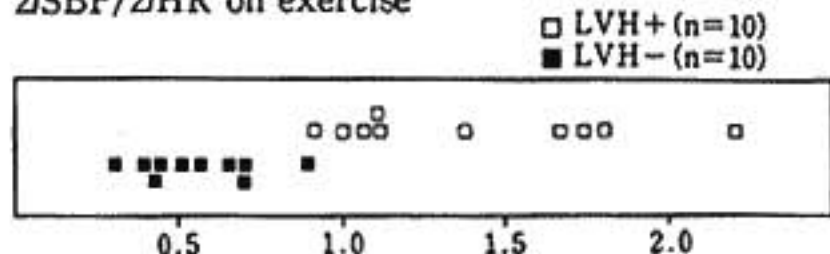
*千葉大学医学部第 3 内科
(〒280 千葉市亥鼻 1-8-1)

group Aが高値を示した。心拍出量 ($4.14 \pm 0.64 \rightarrow 11.63 \pm 2.83$ l/min vs $3.74 \pm 0.81 \rightarrow 10.03 \pm 2.27$ l/min) および一回拍出量 ($61 \pm 12 \rightarrow 91 \pm 26$ ml vs $56 \pm 12 \rightarrow 77 \pm 18$ ml) は運動前に group A でやや多く、全末梢抵抗 ($2,227 \pm 473 \rightarrow 1,207 \pm 308$ dyne \cdot sec \cdot cm $^{-5}$ vs $2,691 \pm 593 \rightarrow 1,249 \pm 232$ dyne \cdot sec \cdot cm $^{-5}$) は運動前に group B でやや高かったが、運動負荷による変化の pattern は同様であった。左室心筋量は安静時収縮期圧との間に $r=0.298$ (NS) と有意な相関を認めなかったが、運動中収縮期圧との間には $r=0.563$ ($p<0.01$) の比較的良い相関を認めた。心肥大を有する者を LVH \oplus ($n=10$)、心肥大を有さない者を LVH \ominus ($n=10$) とし、 Δ SBP/ Δ HR の値で plot すると、LVH \oplus は 10 名中 9 名が 1.0 以上、LVH \ominus は 10 名全例が 1.0 未満であった (図 1)。

§ 考察

運動負荷に対する昇圧反応性を検討する場合、負荷量と比較に用いる parameter が問題となる。我々の教室では体重あたり 1.25 Watt/kg 6 分間の負荷量を設定しているが、同時に測定した METs は体重 45~75 kg では体重による有意差を認めなかった。しかし、外的負荷量が一定であっても、個々の生体にかかる内的負荷量は一定とは限らない。例えば脚の長短、日常生活での運動量および運動負荷試験を行った経験の有無などにより生体反応に強弱が生じる。そこで、本研究では Δ SBP/ Δ HR、つまり、ある一定の心拍数増加を要する運動負荷に対しどの程度収縮期圧が上昇するかを parameter とし、とりあえずこの値が 1.0 以上の者を昇圧反応性の強い group A、1.0 未満の者を昇圧反応性の弱い group B とした。その結果、両群で心以外の臓器合併症、血漿 adrenaline, noradrenaline aldosterone 濃度、PRA および安静時血行動態には明らかな差異を認めず、心合併症が group B に比し group A でより重症であった。運動負荷前、中の心拍数、血漿 noradrenaline 濃度の変化は group A と group B で同程度であり、両群における昇圧反応性の差は生体にかかる負荷量の差あるいは心拍数増加の抑制によってではなく、group A における血圧上昇の亢進によると考えられた。また、group B に比し group A は運動前の血圧がより低く、運動中の血圧がより高いため、昇圧反応性の強弱は安静時の血圧重症度以外の病態生理的特徴の差異によると考えられた。そこで、group A と group B とで心合併症重症度に差が見られたことに注目し、 Δ SBP/ Δ HR と心肥大の有無との関係を検討すると、group A (Δ SBP/ Δ HR ≥ 1) は 9 例全例が心肥大を有し、group B (Δ SBP/ Δ HR < 1) では

Δ SBP/ Δ HR on exercise



LVMi and SBP on exercise

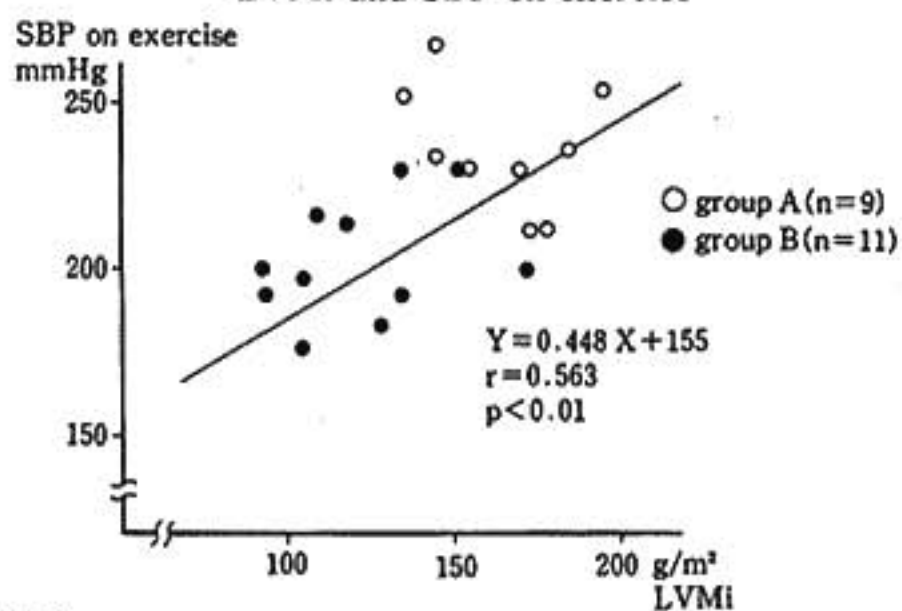


図 1

心肥大を有する者は 11 例中 1 例のみであった。また、左室心筋量と血圧の関係を見ると、左室心筋量は安静時収縮期圧との間には $r=0.298$ (NS) と相関を認めなかったが、運動時収縮期圧との間には $r=0.563$ ($p<0.01$) の比較的良い相関を認めた。

左室心筋量と血圧値との関係について、安静時血圧値との相関は悪く、仕事時²⁾あるいは運動負荷時³⁾の収縮期圧との相関が良いとの報告がある。本研究でも同様の成績を得たが、さらに、心肥大の parameter として左室壁厚、昇圧反応性の parameter として Δ SBP/ Δ HR を用いることにより、心肥大と昇圧反応性の亢進が密接な関係を有することがより明確となった。両者に link する病態として交感神経系活動の亢進が考えられる。Noradrenaline による心筋細胞肥大は α_1 -作用であり⁴⁾、 α_1 -反応性の亢進により心肥大が発現する⁵⁾ことが示唆されており、また、昇圧反応性の亢進も α_1 -反応性の亢進と考えられ⁶⁾、心筋の α_1 -受容体作用とともに末梢血管 α_1 -受容体作用が心肥大の進展に大きな役割を果たしていると考えられた。さて、日常診療活動において安静時血圧重症度と高血圧性臓器合併症との解離にしばしば遭遇するが、最近の携帯型自動血圧計を用いた研究や運動負荷試験による成績を鑑みると、stress 時の血圧値または昇圧反応性が、原因か結果かは別として、少なくとも心肥大に関しては良い示標であり、高血圧症の治療では stress 時の血圧値または昇圧反応性も十分考慮する必要があると考えられた。

§ まとめ

高齢者高血圧症を運動負荷に対する昇圧反応性の強弱から2群に分類した。その結果、今回の対象群では、昇圧反応性の強い者は全例心肥大を有し、昇圧反応性の弱い者はほとんど心肥大を有さなかった。

§ 文献

1) Devereux, R.B. et al.: *Circulation*, 68: 470,

1983.

2) Nathwani, D. et al.: *Am. Heart J.*, 109: 386, 1985.

3) Simpson, P. et al.: *J. Clin. Invest.*, 72: 732, 1983.

4) Nakata, M. et al.: *Jpn. Circ., J.*, 51: 895, 1987.

5) Yamada, K. et al.: *Jpn. Circ., J.*, 51: 925, 1987.

● 一般演題

肥満に伴う高血圧と高脂血症の運動療法

杉原弘晃* 太田壽城* 水野嘉子*
岡本 登* 岩塚 徹*

従来より、肥満に伴う高血圧や高脂血症の改善に減量が有効であったとの報告は数多くみられている。しかし、それに関わる栄養および運動の効果については必ずしも明確になっているわけではない。

本研究では、愛知県総合保健センターの肥満教室のデータをもとに、肥満に伴う高血圧および高脂血症の改善における運動療法の効果につき検討した。

§ 対象および方法

対象は、愛知県総合保健センターの人間ドッグの受診者のうち、Broca 変法 (体重/((身長-100)×0.9)×100) による肥満度 120%以上の者 296名である。平均年齢は 47.0 歳、男女比は 1:4 となっている。

この対象に実施した肥満教室は、期間を 4 カ月とし、初回と 1 カ月ごとの計 5 回開催した。運動処方として 1 日 1 万歩、栄養処方として 1 日 1,500 kcal を指導した。なお、歩数は万歩計、摂取エネルギーは栄養調査表にて換算した。

§ 結果および考察

1) 運動量 (歩数) と血圧・脂質との関係

図 1 は横軸に 1 日当りの平均歩数を取り、縦軸に体重および肥満度 (左上)、血圧 (左下)、総コレステロール・HDL コレステロール (右上)、トリグリセライド・βリポ蛋白 (右下) を示した。この中で、歩数すなわち運動量と有意な ($p < 0.05$) 相関があったものは、拡張期血圧と HDL コレステロールのみであった。すなわち、運動量が多い程、拡張期血圧は低下が大きく、

HDL コレステロールは上昇が大きくなるという結果となった。そこでこの二者についてさらに検討を加えた。

2) 拡張期血圧・HDL コレステロールの変化

対象を WHO の高血圧分類に従い高血圧群 (収縮期血圧 160 mmHg 以上かつ、または、拡張期血圧 95 mmHg 以上) とその他の非高血圧群に分け、教室前後の拡張期血圧の変化をみたものが、図 2 の上段である。高血圧群のみ有意な ($p < 0.05$) 血圧低下がみられている。

下段は同様に HDL コレステロールの値 44 mg/dl を境に、それぞれそれ以上を高 HDL コレステロール群、未満を低 HDL コレステロール群に分け、教室前後の変化をみた。その結果、低 HDL コレステロール群のみで有意な ($p < 0.01$) 上昇がみられた。

なお、血圧・HDL コレステロールの各 2 群間において、摂取エネルギー、平均歩数、体重変化に差は認められなかった。

3) 歩数改善率と血圧・脂質との関係

運動量の相対的变化をみるために、歩数の改善率を次のように定義した。

$$\text{歩数改善率} = \frac{\text{終回(4カ月目)の歩数} - \text{初回(1カ月目)の歩数}}{\text{初回(1カ月目)の歩数}} \times 100\%$$

これを全例で算出し全体の平均をとると 12%であった。ここで、12%以上の高改善率群と (90 例) と 12%未満の低改善率群 (18 例) の 2 群に分け、拡張期血圧・HDL コレステロールの前後の変化をみた (表 1)。その結果、拡張期血圧については両群で有意な変化はみられなかったが、HDL コレステロールについては、12%以上の高改善率群において、有意な ($p < 0.01$) 上昇があった。すなわち、運動量を増加させていくことが、

*愛知県総合保健センター

(〒460 名古屋市中区三の丸 3-2-1)

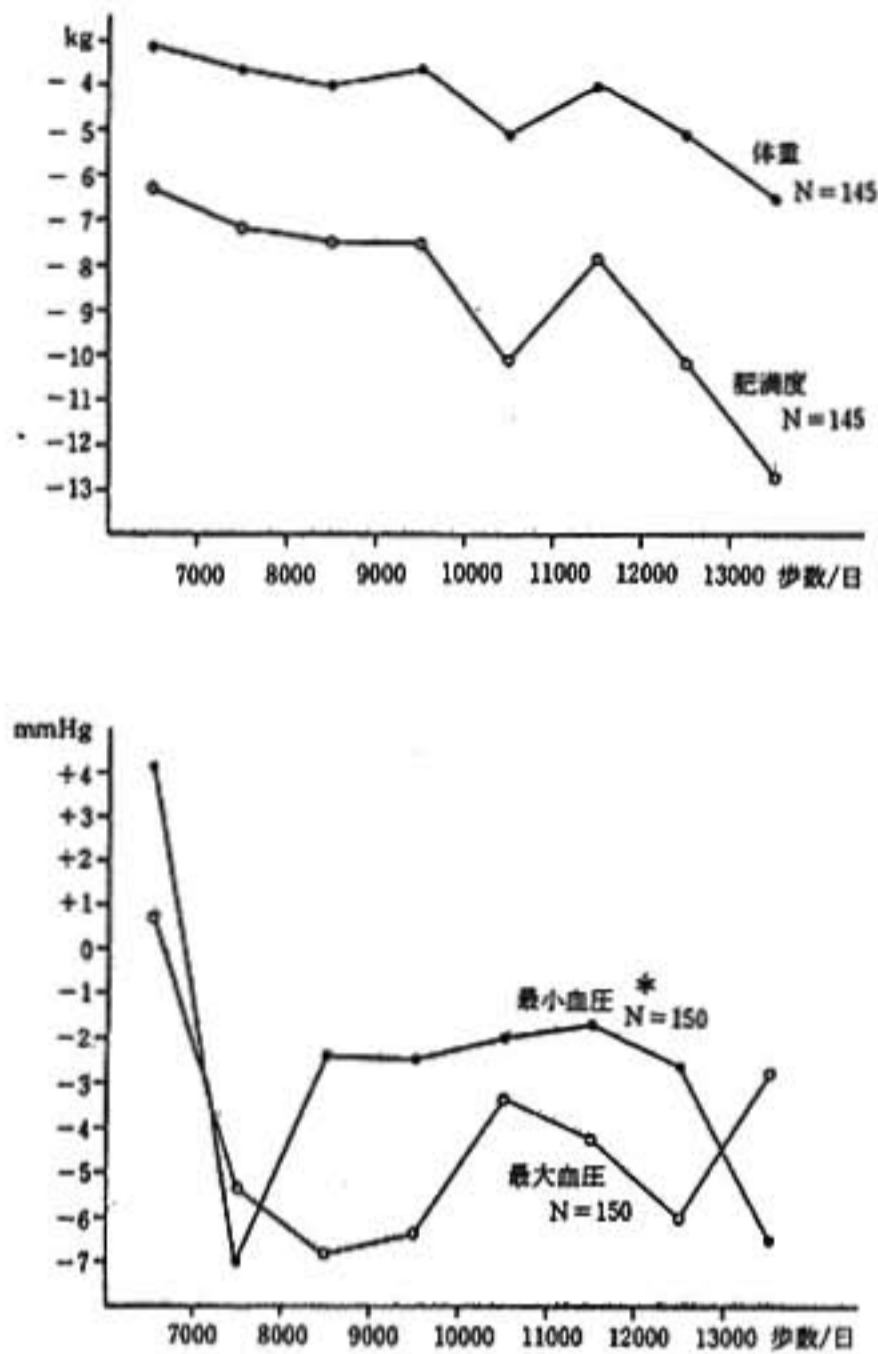


図1 歩数と血圧・脂質との相関

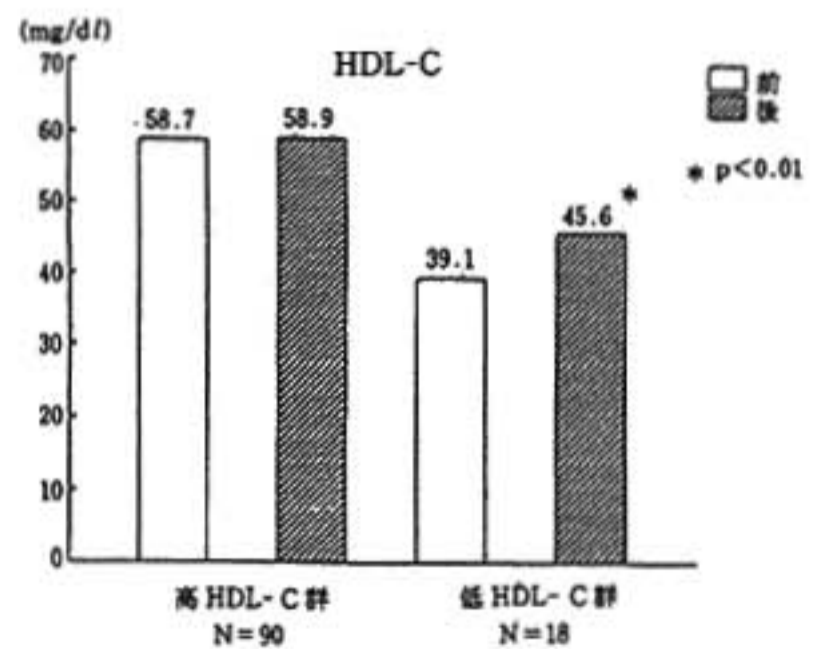
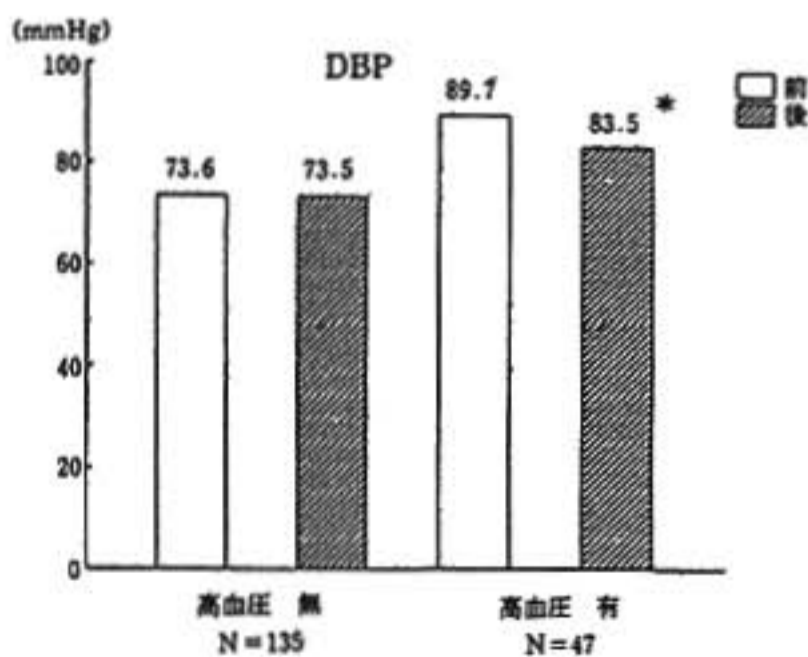
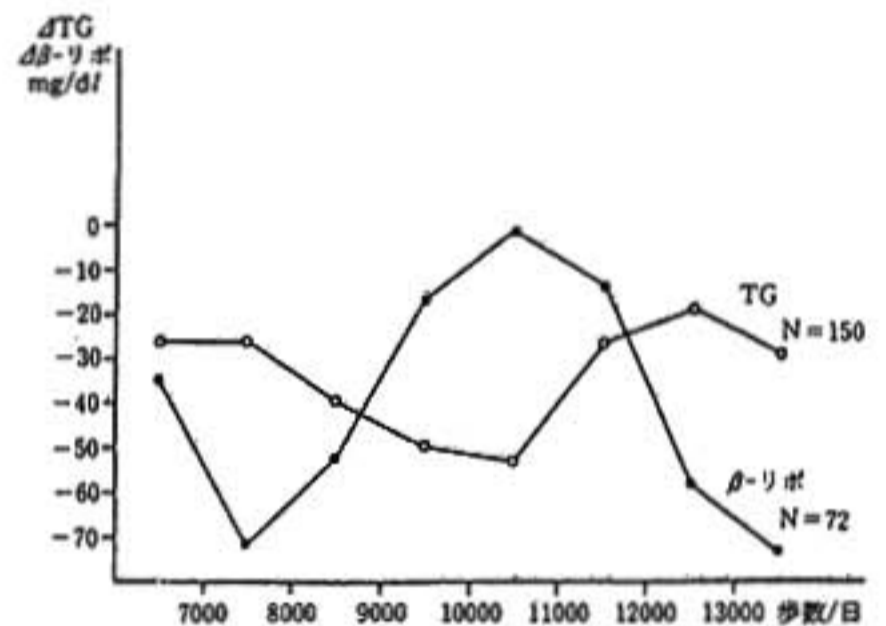
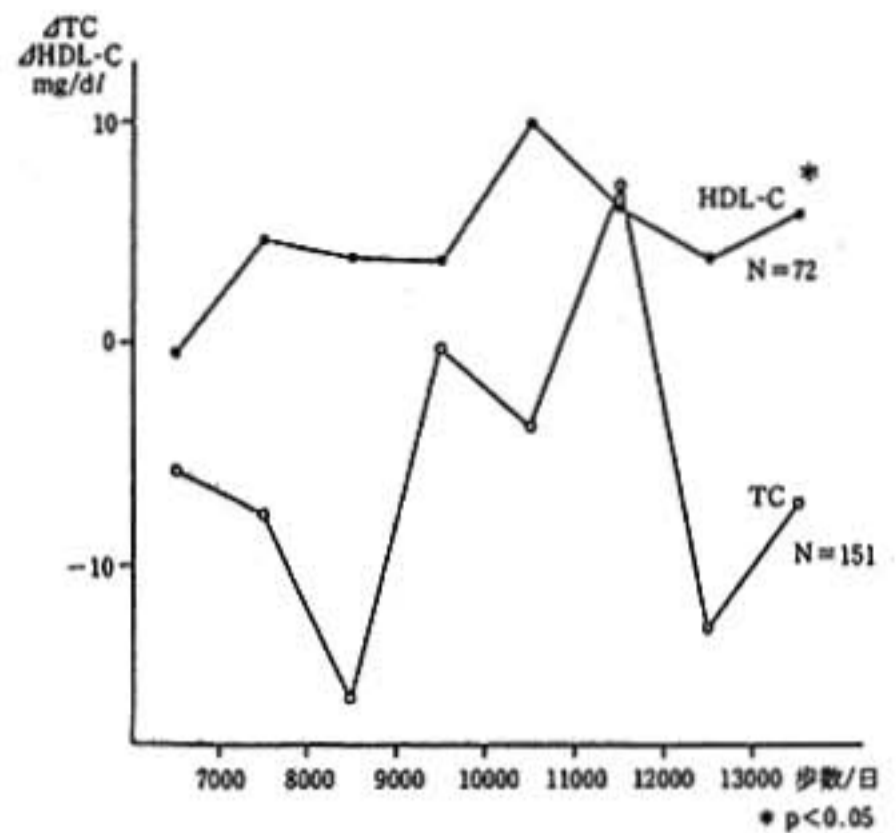


図2 教室前後における拡張期血圧・HDLコレステロールの変化

HDLコレステロールの改善に有効であると示唆された。

結果として、拡張期血圧には運動量の絶対量が、HDLコレステロールにはそれに加え相対的な運動量

変化も関与すると考えられた。

4) 歩数・摂取エネルギー・体重減少と血圧・脂質との相関 (表2)。

血圧・脂質の改善について、3つの因子(歩数・摂取

表 1 拡張期血圧・HDL コレステロールの歩数改善率別変化

	歩数改善率 $\geq 12\%$	歩数改善率 $< 12\%$
DBP(前)	78.1 \pm 10.8	77.9 \pm 12.4
DBP(後)	76.5 \pm 11.2	75.4 \pm 10.1
HDL-C(前)	57.5 \pm 12.0	53.9 \pm 12.2
HDL-C(後)	62.7 \pm 14.8 *	56.7 \pm 12.6

* $p < 0.01$

表 2 血圧・脂質と歩数・摂取エネルギー量・減量との相関

	歩数	摂取エネルギー量	減量
SBP			
DBP	○		○
TC			○
HDL-C	○		
TG		○	○
β -リポ			○

エネルギー・減量)との単相関をみたものが表2である。○のあるものが有意な相関を示すものであるが、表のごとく血圧、脂質の種類により異なった相関関係を示している。

§ 結語

- 1) 肥満者に4カ月間の減量処方(1万歩/日+1,500 kcal/日)を行い、血圧・脂質の有意な改善をみた。
- 2) 拡張期血圧とHDLコレステロールの改善は、運動量(歩数)が大きくなる程大きかった。
- 3) HDLコレステロールの改善により、運動量の変化率も関与していた。

● 一般演題

慢性高度貧血者の運動時心拍数増加の
経過と耐容能の関係吉原伸吾* 福本晃雄* 藤岡宏嘉* 越智統也*
黒岩昭夫* 市丸喜一郎** 荒木奈々恵**

貧血状態では過動心状態になりやすい。しかしその時の運動負荷の影響はよく知られていない。そのため、高度の貧血者に運動療法を積極的にさせるかどうかの判断に困惑することが少なくない。

そこで、慢性高度貧血を伴った透析患者の運動負荷による変動のうち特に心拍数と血圧の変化に注目して、高度慢性貧血者の運動負荷時の反応の特徴を掴み、その臨床的意義を求めた。

§ 対象と方法

対象症例は、日常生活可能な外来維持透析患者 72 名である。これに treadmill 運動負荷を、修正 Bruce 法により行った。ML-8000 で心電図から心拍数のトレンドグラムを記録し、頻回に血圧の測定を行った。運動前と運動終了直前とで、ヘマトクリット(Ht) 値、血清乳酸値、血清ピルビン酸値を測定した。

§ 結果

72 名の中には、目標心拍数を達成したいわゆる達成者：normal responder は 55 名、非達成者：abnormal responder は 17 名であった。この 72 名を Ht 値の程度から 6 群にわけた。これらの群間で年齢、身長、体重、安静時血圧、心拍数には有意の差はみられなかった。Ht 値 25% 未満の貧血者が多く、そのなかに非達成者が多かった。

図 1 は、達成者の運動持続時間とダブルプロダクト

の、Ht 値による段階的相違を見たものである。運動持続時間、運動負荷の前と、運動終了直前のダブルプロダクトに、Ht 値による有意の違いはみられなかった。

そこで、これらの代謝に、嫌氣的代謝の関与があるかどうかを知るために、運動の前と直後の血清乳酸/ピルビン酸比を求めた。

図 2 には、達成者 normal responder での運動前後でのこの比の値を、Ht 値の段階別に示した。安静時には、Ht の低下と共にわずかに増加傾向がみられ、運動直後には、各々の Ht 値の群ごとで増加し、その程度は Ht 値の低下群であるほどに増大した。

このように高度貧血者には代謝的差がみられたけれども、運動前と直後でみた血行動態的差が見られなかったので、運動の途中経過に血行動態的差がないかどうかを検討するために、運動途中の心拍数の増加の経過を観察した。

運動負荷試験を行うと、運動開始とともに心拍数が漸次増加していく例と、運動早期に心拍数の増加が著しく、その後の経過は漸増型と変わらない例とがみられた。そこで、各症例の安静時心拍数に対する運動開始 4 分後の心拍数増加率：% increase in heart rate をもとめた。その結果を、Ht 値の段階別に図 3 の白カラムで示した。

達成者では、Ht の低下に伴い、心拍数増加率が有意に増加することが観察された。一方、この心拍増加率は、非達成者では低いことが観察された(図 3 の黒カラム)。

§ 考按

外来維持透析患者 72 名に treadmill 運動負荷試験

*産業医科大学第 2 内科
(〒 807 北九州市八幡西区医生ヶ丘)

**黒崎クリニック
(〒 807 北九州市八幡西区東王子)

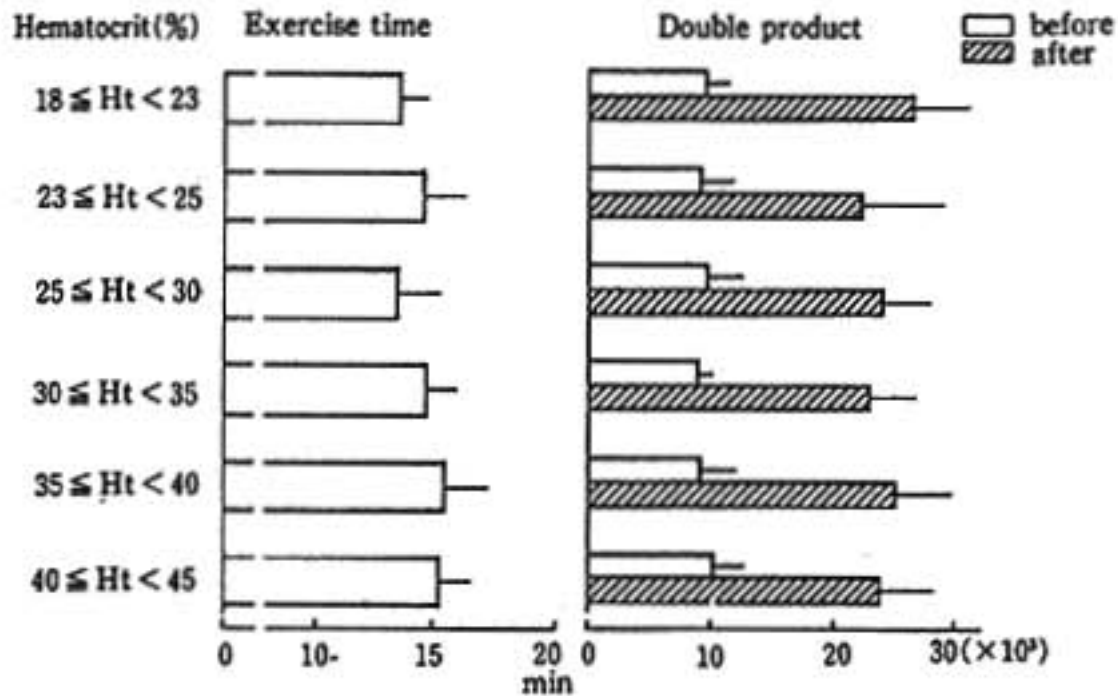


图 1 Differences of exercise time and double product of normal responder

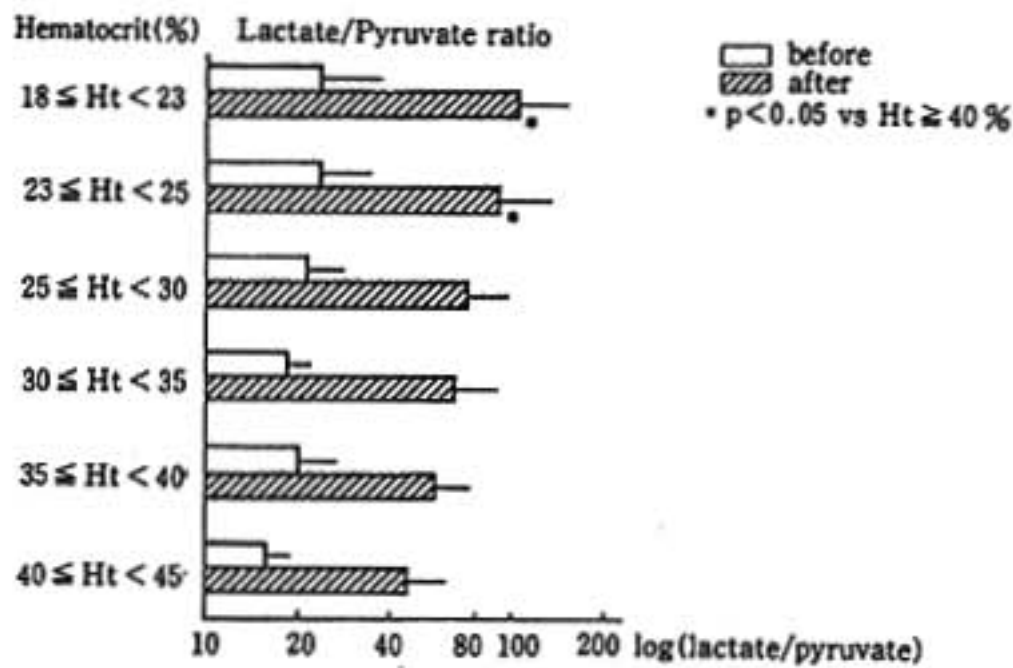


图 2 Serum lactate/pyruvate ratio of normal responder by hematocrit

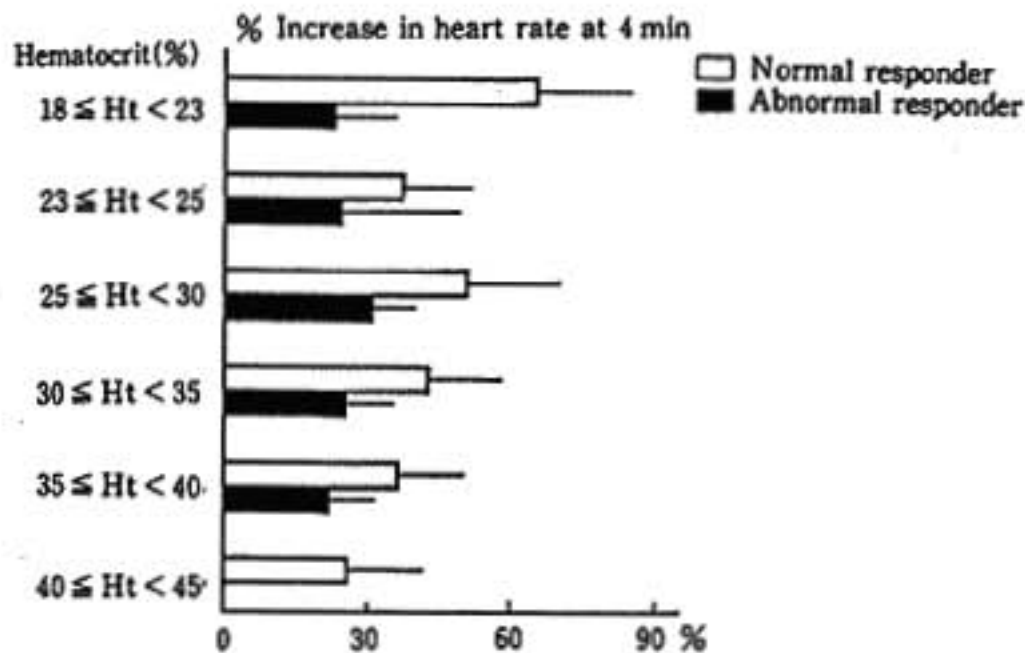


图 3 Difference of heart rate responsibility in early phase of exercise between normal and abnormal responders

を行った中で、目標心拍数を達成したものが76%あった。これらではHt値の低下程度と運動持続時間、ダブルプロダクトに差はなかった。しかし、運動による血清乳酸/ピルビン酸比はHt値の低下に伴って増加していた。この結果は、Ht値の高低は、運動持続時間が同じであれば、安静時と運動終了時の血圧心拍関係に有意の効果を及ぼさないが、25%未満の貧血者では、安静時すでに嫌気性代謝が高まっていること、および運動によってその程度がさらに高まることをしめしている。

また、運動による心拍数の増加の過程に、相違がみられた。すなわち、達成者では、Ht値が低値であるほど、心拍の早期急増型が多く、非達成者では、Ht値の高低にかかわらず達成者より低値を示した。

この結果は、慢性的高度貧血時の運動負荷に対する心拍数の増加に、何らかの代償機能の存在を示していると思われた。その因子に自律神経の調節状態が無視できない。

§ 結語

1. 外来維持透析患者72名にtreadmill運動負荷試験を行った。

2. 目標心拍数を達成したものが76%あり、これらではHt値の低下程度と運動持続時間、ダブルプロダクトに差はなかった。

3. 目標心拍達成者では、運動による血清乳酸/ピルビン酸比は、Ht値の低下に伴って増加し、運動持続時間が同じであっても、貧血者では、嫌気性代謝が高まっていることが示唆された。

4. 運動による心拍数の増加の過程に、心拍漸増型と心拍早期急増型の2種類がみられた。

5. 高度の貧血者で目標心拍達成者は、心拍早期急増型が多かった。

この心拍早期急増反応は、慢性的高度貧血時の運動負荷に対する代償作用と思われた。

● 一般演題

運動負荷による心肺機能の評価についての検討 心拍数と呼吸数の反応を用いて

井尻 裕* 藤巻信也* 浅川哲也*
渡辺雄一郎* 桜林 耐* 前田達朗*
斉藤勇三* 小森貞嘉* 吉崎哲世*

運動負荷試験は心臓病患者の心機能の評価に広く用いられているが、同時に肺疾患のある症例も多く、その評価を行う時には肺機能の影響も考慮する必要がある。今回我々は、運動中にも計測が容易である心拍数と呼吸数に注目し、両者の相互変化から心機能不全と肺機能不全とに分けて機能評価できるかという問題を検討した。

§ 対象と方法

対象は健康人 26 名、各種肺疾患 21 名、虚血性心疾患患者 7 名で、平均年齢はそれぞれ 60.8 ± 6.7 , 66.0 ± 7.4 , 61.3 ± 12.2 歳であった。運動負荷試験施行時に CHEST 社製 Autospiror HI-498 で呼吸機能検査を行い、肺疾患患者は閉塞性障害群 (1 秒率 $< 70\%$)、拘束性障害群 (%肺活量 $< 80\%$)、混合性障害群 (1 秒率 $< 70\%$, %肺活量 $< 80\%$) の 3 群 (各 7 名) に分けて検討した。虚血性心疾患群は無痛性虚血性心疾患 1 名と陳旧性心筋梗塞症 6 名であった。 β 遮断剤使用例、貧血や心房細動のあるもの、心疾患と肺疾患の両方をもつ症例も肺性心以外は除外した。混合性障害群 7 名中 3 名が肺性心患者であった。運動負荷試験は Marquette 社製トレッドミル CASE で行い protocol は個々の運動能力に応じ Bruce, Sheffield, Naughton の方法を用いた。運動の終点は目標心拍数、自覚症状、ST 低下などとし、運動中の 1 分間当たりの心拍数と呼吸数を計測した。呼吸の sensor は thermister を鼻孔につけて用いた。運動中の心拍数と呼吸数の関係を個々の例について調べ各群間での差異について検討した。

§ 結果

i) 個々の例についての検討を行う前に、まず最初に同一例で各 protocol における運動中の心拍数と呼吸数の関係を調べ、protocol による差を検討した。図 1 は健康な 25 歳男性の例である。どの protocol においても運動中の心拍数と呼吸数の間には非常に良い相関関係が認められ、その回帰直線の傾きはほぼ同一であった。今回検討したすべての例においても心拍数と呼吸数の間には図 1 の例のように有意な相関が認められたが ($p < 0.05$)、その関係を示す回帰直線は図 2 のように個々の例で異なっていた。ii) 回帰直線の傾きである心拍数変化に対する呼吸数変化の割合 ($\Delta RR / \Delta HR$) について各群ごとに比較検討した。図 3 にその結果を示す。 $\Delta RR / \Delta HR$ は健常群に比べ拘束性障害または混合性障害のある肺疾患群で有意に大きかった ($p < 0.02$)。閉塞性障害のみの群では健常群に比べて、やや大きい傾向がみられたが有意ではなかった。虚血性心疾患群では健常群に比べ有意に小さかった ($p < 0.05$)。iii) 図 4 に安静時に測定した肺機能あるいは心機能と $\Delta RR / \Delta HR$ との関係を示す。肺疾患群において %肺活量と $\Delta RR / \Delta HR$ との間には有意な負の相関 ($r = -0.66$, $p < 0.001$) が認められた。1 秒率と $\Delta RR / \Delta HR$ との間には有意な相関はみられなかった。運動負荷試験を施行する直前に心プールシンチグラムまたは熱希釈法にて心係数を測定し得た虚血性心疾患患者 5 名について、その計測値と $\Delta RR / \Delta HR$ との関係について検討したが、一定の関係は認められなかった。

§ 結語

1) 運動中の心拍数と呼吸数の間には、健常群、肺疾

*山梨医科大学第 2 内科

(〒409-38 山梨県中巨摩郡玉穂町下河東 1110)

Case 25 M (健康人)

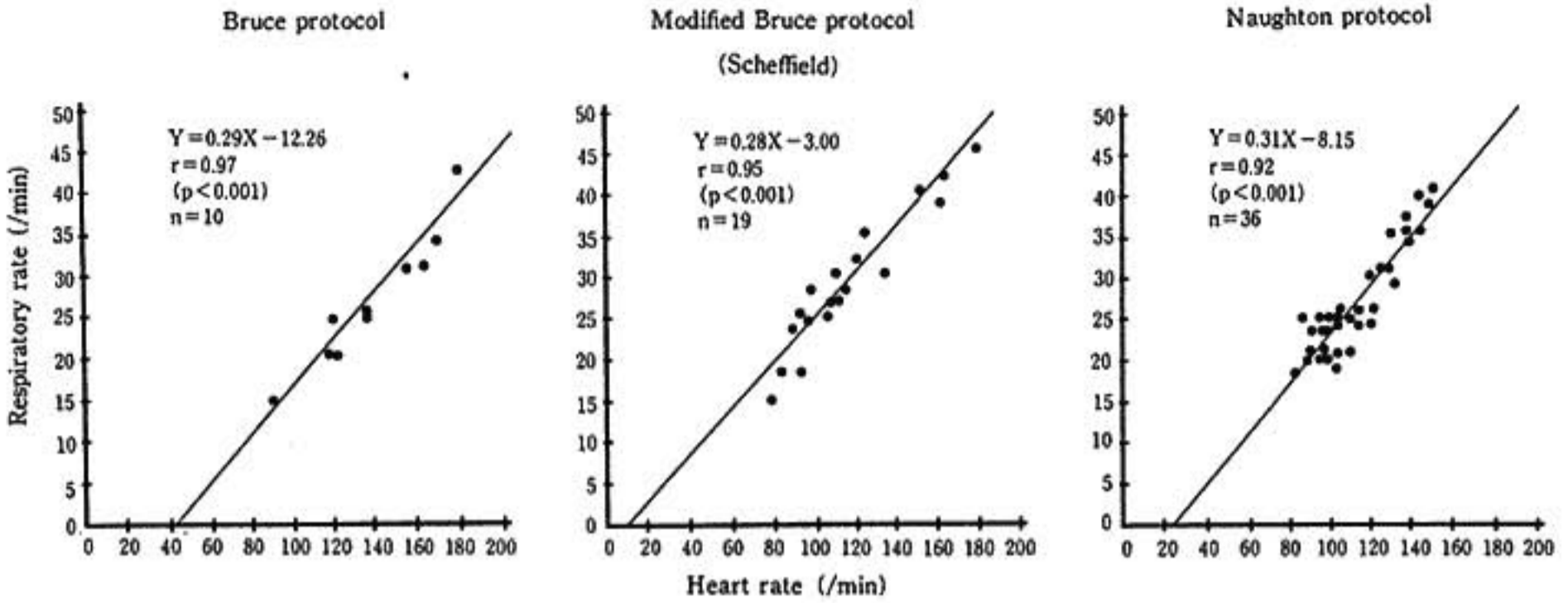


図 1 運動中の心拍数と呼吸数の関係 (各プロトコール間の比較)

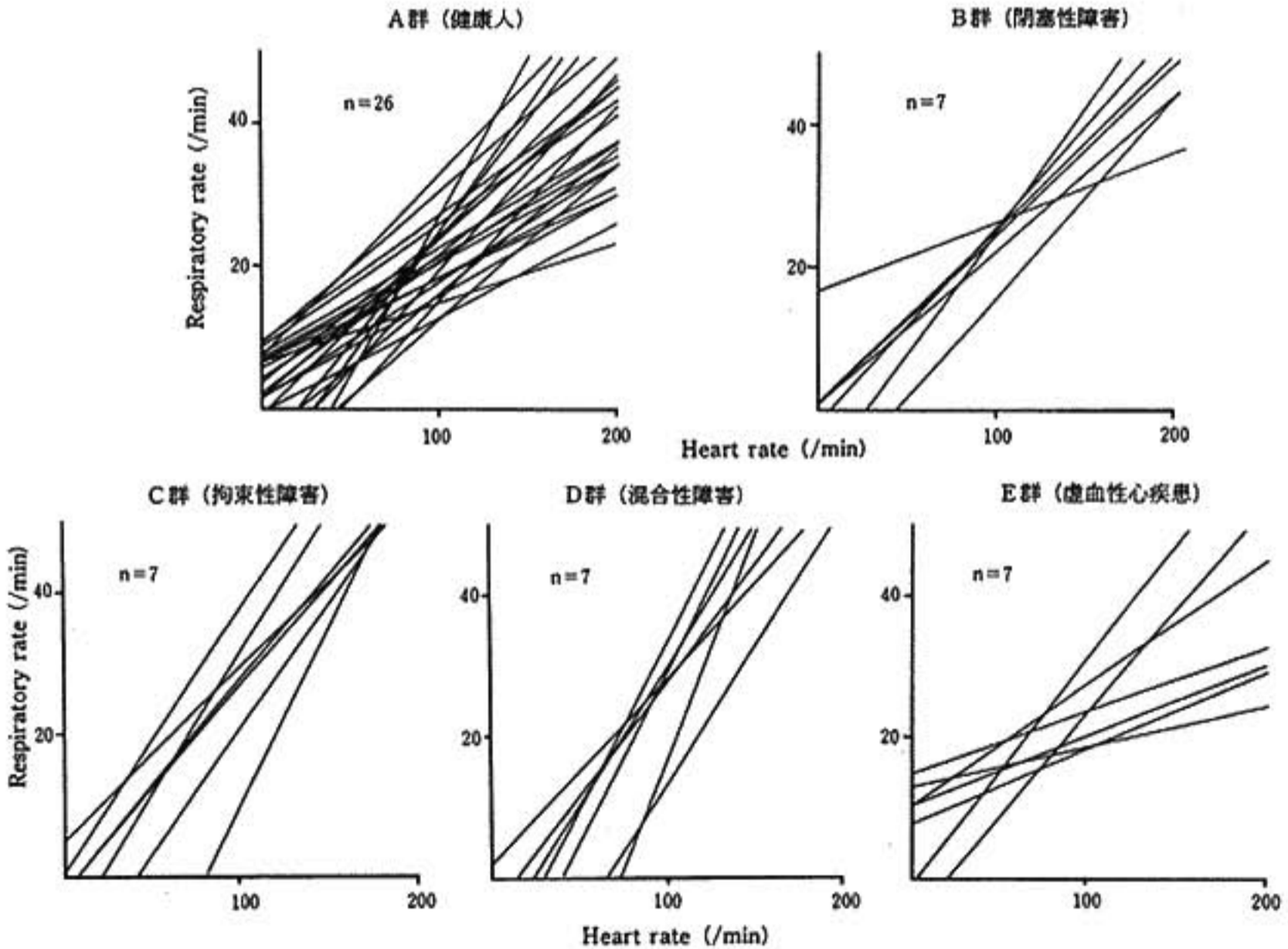


図 2 運動中の心拍数と呼吸数の回帰直線

患者群, 虚血性心疾患群ともに有意な相関が認められた。

2) 運動中の心拍数変化に対する呼吸数変化の割合 ($\Delta RR/\Delta HR$) は健常群に比べ拘束性障害のある肺疾患群で有意に大きく, 虚血性心疾患群で有意に小さかった。

3) %肺活量と $\Delta RR/\Delta HR$ の間には有意な負の相関が認められた。

以上の結果から運動中の $\Delta RR/\Delta HR$ をみることにより, 心機能不全と肺機能不全の鑑別診断が簡便に行えると考えた。

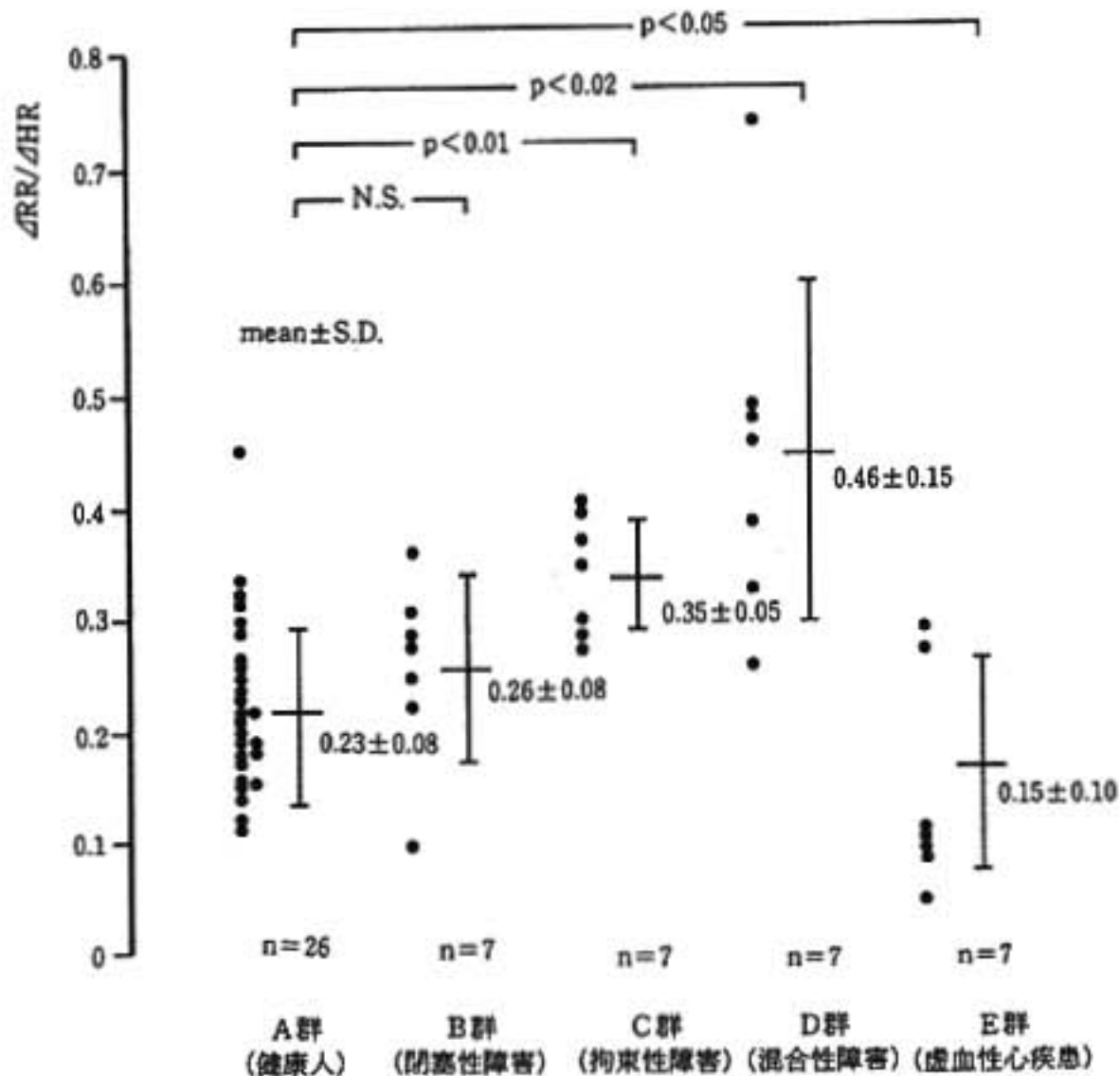


図 3 運動中の心拍数変化に対する呼吸数変化 ($\Delta RR/\Delta HR$)

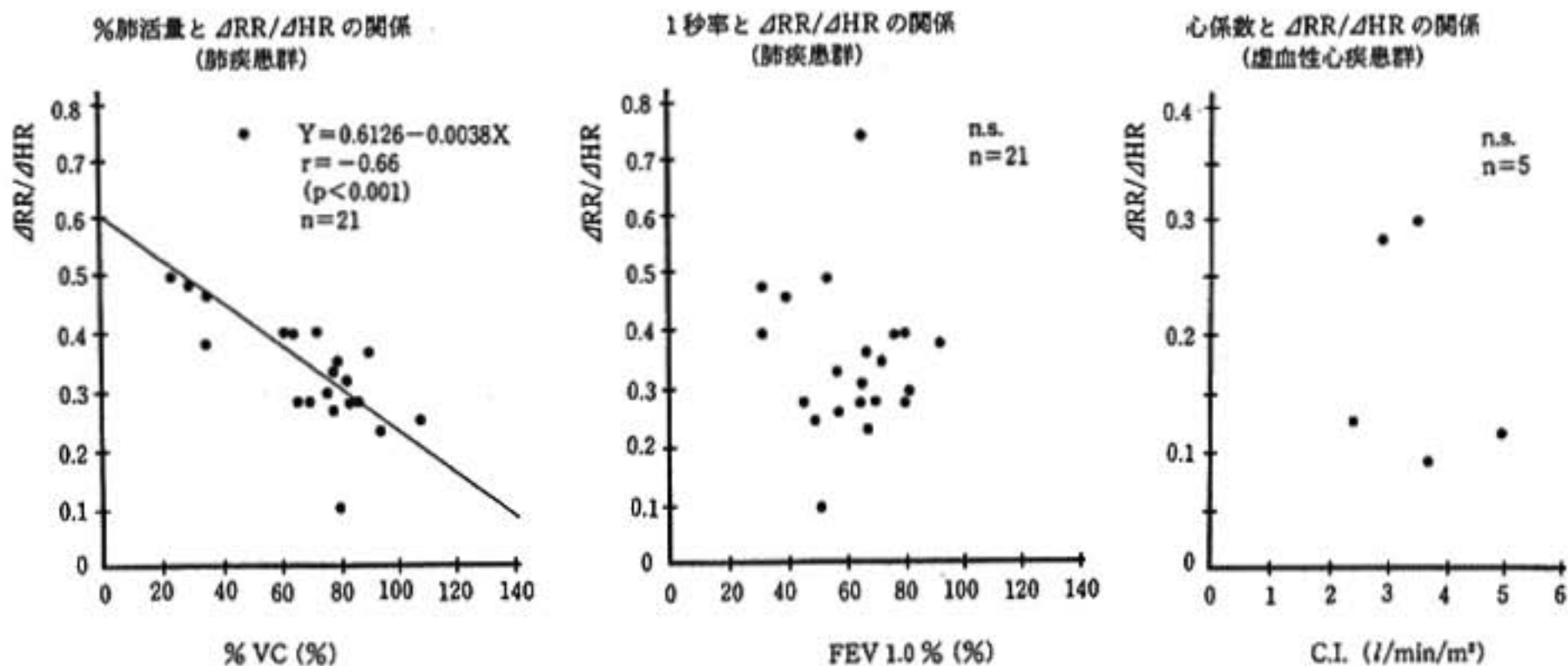


図 4 肺機能あるいは心機能と $\Delta RR/\Delta HR$ の関係

§ 文献

- 1) Paolo, R. et al.: Br. Heart. J., 51: 7, 1984.
- 2) Paolo, R. et al.; PACE, 6: 502, 1983.
- 3) Paolo, R. et al.: PACE, 7: 1246, 1984.

● 一般演題

Pulse oximetry と呼吸商の変動

兼坂 茂* 橋本 通* 佐藤 毅*
永島淳一* 加藤敏平* 春見建一*

心疾患患者の亜最大運動負荷試験は、その安全面より自覚症状出現を endpoint としているため、心電図や血圧以外の定量的な情報に乏しい。この点、亜最大以下の負荷量で測定できる無酸素的作業閾値 anaerobic threshold (AT) は、安全で定量性も高く、最大酸素摂取量とも良好な相関を示すことより注目を集めている¹⁾。しかし、その測定には高価な装置を必要とし、会話も制限される。そこで、より安価で容易に末梢酸素飽和度 (SpO₂) を知る事が可能な、pulse oximeter を導入してみた。

従来の経皮的酸素分圧測定装置とは異なり、分光学的な酸素飽和度と指尖脈波測定法の原理を組み合わせた pulse oximeter は、非観血的に末梢の SpO₂ を連続的に測定できる装置である。William の報告では 2% 以内の精度で、橈骨動脈血の酸素飽和度との相関も R=0.98 と非常に高い²⁾。また、calibration も不要で応答時間も短く、7 秒間の平均値を示す。Powers らは runner について報告しているが³⁾、我々は明らかな呼吸器疾患のない虚血性心疾患およびその疑いのある患者について検討した。

§ 対象および方法

虚血性心疾患患者およびその疑いで治療中の患者 7 例の平均年齢は 62.9±8.7 歳と、対照とした非喫煙健康者 8 例の平均 28.8±6.0 歳に比して、明らかに高齢であった。運動負荷には Marquett 社製 treadmill を用い、Bruce 法を基本とした 3 分ごとの step-up で自覚的的最大負荷を行った。呼吸代謝監視測定にはミナト医科学社製 RM-300 を使用し、 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ 、 $\dot{V}E$ を breath by breath に測定、30 秒ごとにその平均値を求めた。

Anaerobic threshold (AT) の決定には、横軸に $\dot{V}O_2$ 、縦軸に $\dot{V}E$ を plotし、 $\dot{V}E$ の増加が $\dot{V}O_2$ の増加を上廻り、両者の直線的関係に屈曲点を形成する時点の $\dot{V}O_2$ とした。末梢 SpO₂ は Nellcor 社製 pulse oximeter を用い、左手第 2 指での 1 分ごとの変化を記録した。

§ 結果

(1) 末梢 SpO₂ と HR の変化

心拍数 HR は $\dot{V}O_2$ と良い相関を示すと言われているが、若年健康者群の endpoint における HR は 168/分以上で、高齢患者群では 115/分以上であった。末梢 SpO₂ が endpoint またはその直前に 95% を示した時点の HR は、若年健康者群で 134/分以上、高齢患者群で 110/分以上と、高齢患者群は若年健康者群より低値であった。

(2) 末梢 SpO₂ と Mets の変化

若年健康者群の endpoint は 9.7 Mets 以上、高齢患者群では 4.8 Mets 以上であった。末梢 SpO₂ が endpoint またはその直前に 95% を示した時点の負荷量は、若年健康者群で 7.9 Mets 以上、高齢患者群で 5.1 Mets 以上であった。すなわち、高齢患者群は若年健康者群より軽度の負荷量で末梢 SpO₂ の低下を認めた。

(3) 末梢 SpO₂ 減少度と % $\dot{V}O_2$ Max (図 1)

健康日本人の年齢、性別、体重当りの $\dot{V}O_2$ Max (ml/kg·min)⁴⁾ を 100% とした時、今回検討の全例で endpoint では 80% $\dot{V}O_2$ Max 以上の運動負荷を施行しえた。AT 時の % $\dot{V}O_2$ Max を求めると、若年健康者群で平均 57.5±6.6% $\dot{V}O_2$ Max、高齢患者群で平均 69.0±4.5% $\dot{V}O_2$ Max と明らかに高齢患者群で高値を示した (p<0.01)。これより若年健康者は無酸素的な心肺予備能が多く、高齢患者は少ないと思われる。

若年健康者では AT 前に SpO₂ のばらついた低下を

*昭和大学藤が丘病院循環器内科
(〒227 横浜市緑区藤が丘 1-30)

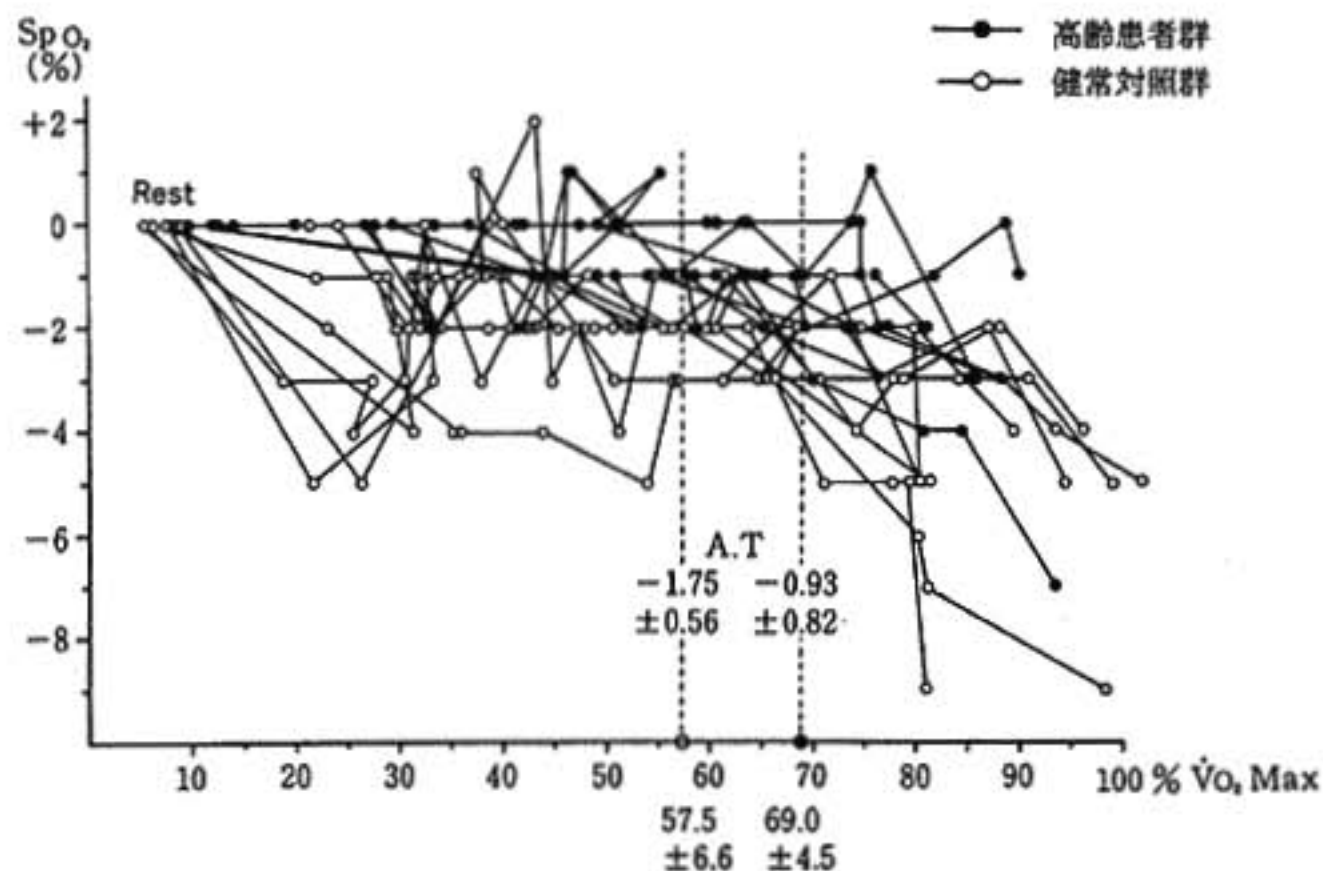


図1 末梢 SpO_2 差と $\% \dot{V}O_{2, Max}$

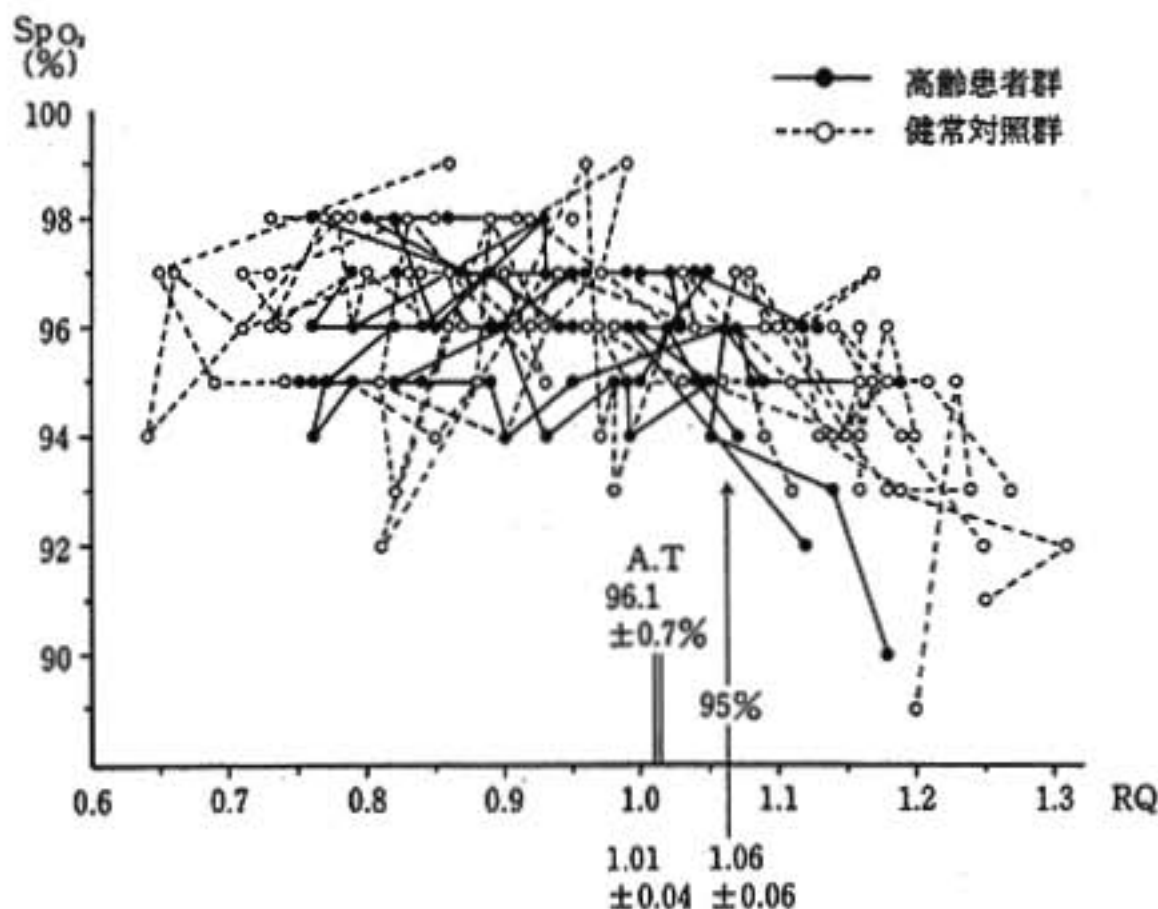


図2 末梢 SpO_2 と RQ

認めたが、これは treadmill 下肢運動による上肢の相対的末梢循環不均衡を反映したものと考えられた。高齢患者では血管拡張剤服用中の症例が多かったためか、AT 前に SpO_2 のばらついた低下は比較的少なかった。安静時と比較した AT 時の末梢 SpO_2 減少の程度は、若年健常者群で平均 $-1.75 \pm 0.56\%$ 低下したが、高齢患者群では平均 $-0.93 \pm 0.82\%$ 低下に留まった。さらに、AT 後に末梢 SpO_2 が安静時より -3% の低下を認めるまでには、若年健常者群で平均 $70.0 \pm 9.9\% \dot{V}O_{2, Max}$ 、高齢患者群で平均 $80.5 \pm 7.2\% \dot{V}O_{2, Max}$ の負荷量を要した。

(4) 末梢 SpO_2 と RQ の変化 (図2)

AT 時の呼吸商 RQ は若年健常者群で平均 1.02 ± 0.02 、高齢患者群で平均 0.99 ± 0.06 と差はなく、全例の平均は 1.01 ± 0.04 であった。この AT 時の末梢 SpO_2 は平均 $96.1 \pm 0.7\%$ で、AT 後に末梢 SpO_2 が 95% まで低下した時の RQ は平均 1.06 ± 0.06 であった。これは若年健常者群では $69.5 \pm 10.7\% \dot{V}O_{2, Max}$ 、高齢患者群では $77.7 \pm 7.0\% \dot{V}O_{2, Max}$ の負荷量であった。

§ 考按

末梢 SpO_2 低下の原因としては、低酸素状態・末梢循

環不全・体温上昇や乳酸蓄積による酸素解離曲線の右方偏位などが考えられている。今回の検討より、pulse oximeterによる末梢酸素飽和度 (SpO_2) より無酸素的作用閾値 (AT) を推測することは困難と思われるが、 SpO_2 が安静時より3%低下し、95%以下を示せば、ATを越えた負荷量である可能性が高い。この特性より、運動負荷試験における末梢酸素飽和度の経時的な観察は、より安全な亜最大運動負荷試験の施行と endpoint の評価に役立つと考えられる。

§ 文献

- 1) Wasserman, K.: Am. Rev. Respir. Dis., 129: S 35, 1984.
- 2) William, N. Jr.: 日本臨床麻酔学会誌, 6: 460, 1986.
- 3) Powers, S.K. et al.: Brt. J. Sports Med., 18: 212, 1984.
- 4) 松井秀治: 日本人の体力. 杏林書院, 1977, p. 185.

● 一般演題

心不全患者における運動負荷試験と β_1 adrenoceptor partial agonist, xamoterol の 神経体液性因子に及ぼす効果

広木忠行* 森下行信* 筒井博之* 荒川規矩男*

近年、心不全患者の予後に関するカテコールアミン・レニンなどの神経・体液性因子の影響が Jay Cohn らにより明らかにされ¹⁾、さらに、心不全時における労作ないし運動負荷による神経・体液性因子の変動についても交感神経興奮との関連で報告されている²⁾。

一方、いわゆる Cardiostabilization を有する β_1 adrenoceptor partial agonist の心臓機能に及ぼす影響が血行動態の面から検討されている³⁾。Cardiostabilization は安静時ないし徐脈時には陽性変力ないし陽性変時作用を示すが、高度頻脈ないし労作時には逆に陰性変時ないし陰性変力作用を呈するものと解釈されるが、本研究では β_1 adrenoceptor partial agonist の中で最も強力な作用を有する xamoterol を用いて心不全患者に運動負荷を施行し、その際の神経・体液性因子の影響を検討した結果、興味ある知見が得られたので、報告した。

§ 対象および方法

対象としたのは New York Heart Association の心機能分類で II ないし III 度の中等症心不全例 8 例と、対象群として、正常健康人 10 例を検討した。運動負荷は Bruce B プロトコールのトレッドミル運動負荷法により、多段階に負荷量を増加して、施行した。運動負荷心電図は Marquette 社の CASE を用いて、モニターしたが、今回の研究の目的が xamoterol 投与前後の神経体液性因子の変動みることであったので、運動負荷量は各症例とも xamoterol 投与前および投与後とも同一負荷量とした。

Xamoterol は基礎治療において労作時息切れ、易疲労感などの症状を有していた心不全例に、一日量 200 mg を朝・夕 2 回 100 mg ずつ経口的に追加投与し、4 週間継続した。血中カテコールアミンと血漿レニン活性は xamoterol 投与前と 4 週間投与後にそれぞれ高速液体クロマトグラフィーとラジオイムノアッセイで 2 回測定した。なお、心不全の臨床評価にはトレッドミル運動負荷試験、血圧、心電図、心胸比、心エコー図による駆出率を基に行った。推計学的検討は、安静時と負荷後、xamoterol 投与前後の測定値について Student の t 検定を行い、有意差を判定した。

§ 結果

図 1 に血中エピネフリンの運動負荷による変動と xamoterol 投与前、後のそれぞれの平均値と標準偏差を示す。血中エピネフリンは xamoterol 投与前では運動負荷により有意の上昇をきたすものときたさないものがあり、その結果、その標準偏差が著しく大であった。Xamoterol 投与後の血中エピネフリンは安静時は投与前とほぼ同様であったが、運動負荷後の上昇は投与前ほど顕著ではなかった。血中ノルエピネフリンの運動負荷による変動は xamoterol 投与前の安静時既に正常値よりわずかに上昇したが、運動負荷後に、さらに、有意に上昇した。Xamoterol 投与後は安静時および運動負荷後のいずれも投与前より上昇したが、その上昇の程度はそれほど顕著ではなかった。血漿レニン活性は安静時には xamoterol 投与後に軽度の上昇したが、運動負荷後の上昇は xamoterol 投与前の方がより顕著であった。図 2 に、トレッドミル運動負荷によるエピネフリン、ノルエピネフリン、レニンの運動負荷による変動率を示す。ここで、変動率と

*福岡大学医学部第 2 内科

(〒814-01 福岡市城南区七隈 7-45-1)

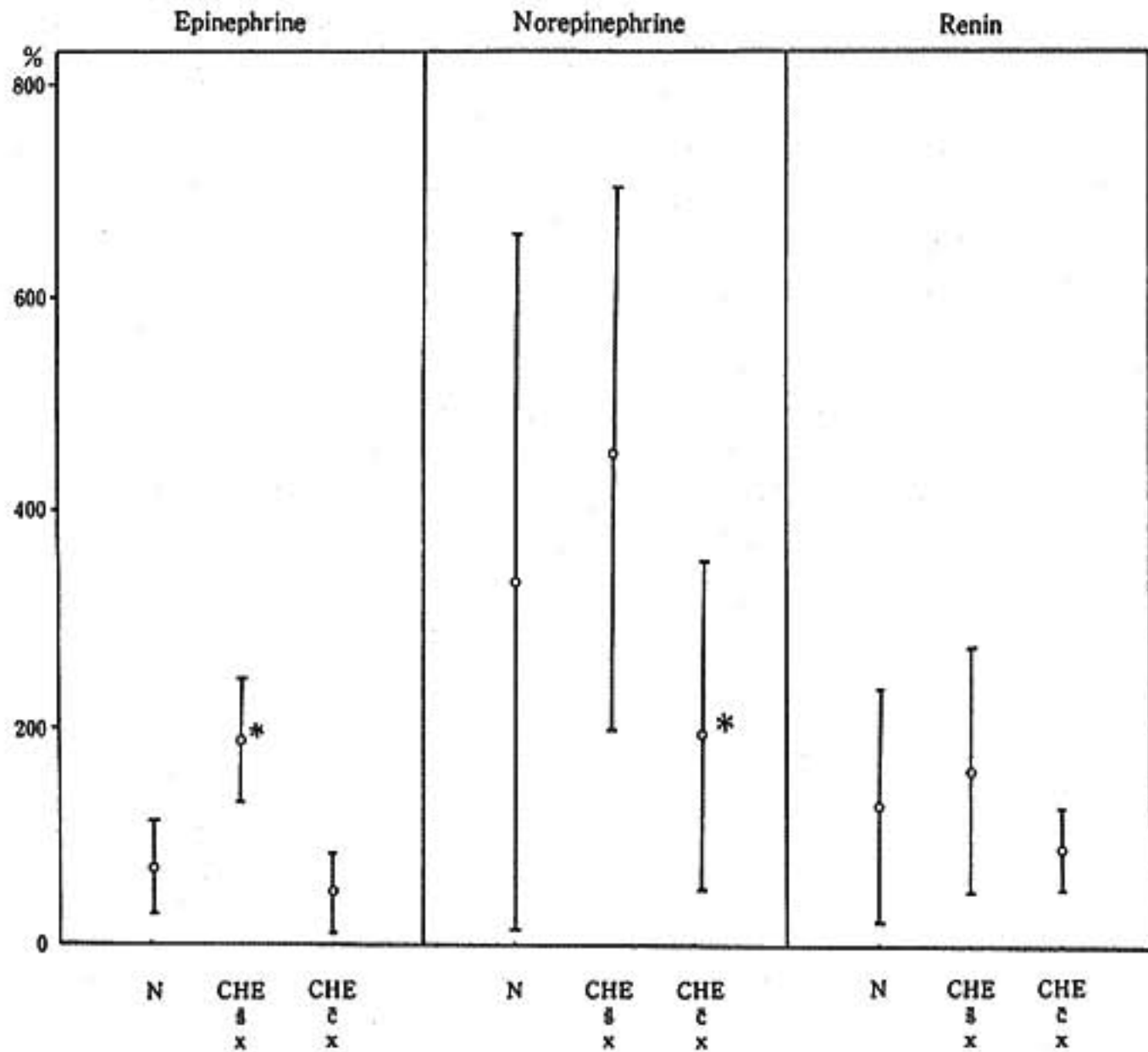


图 1 Variation rate of epinephrine, norepinephrine and renin activity response to exercise

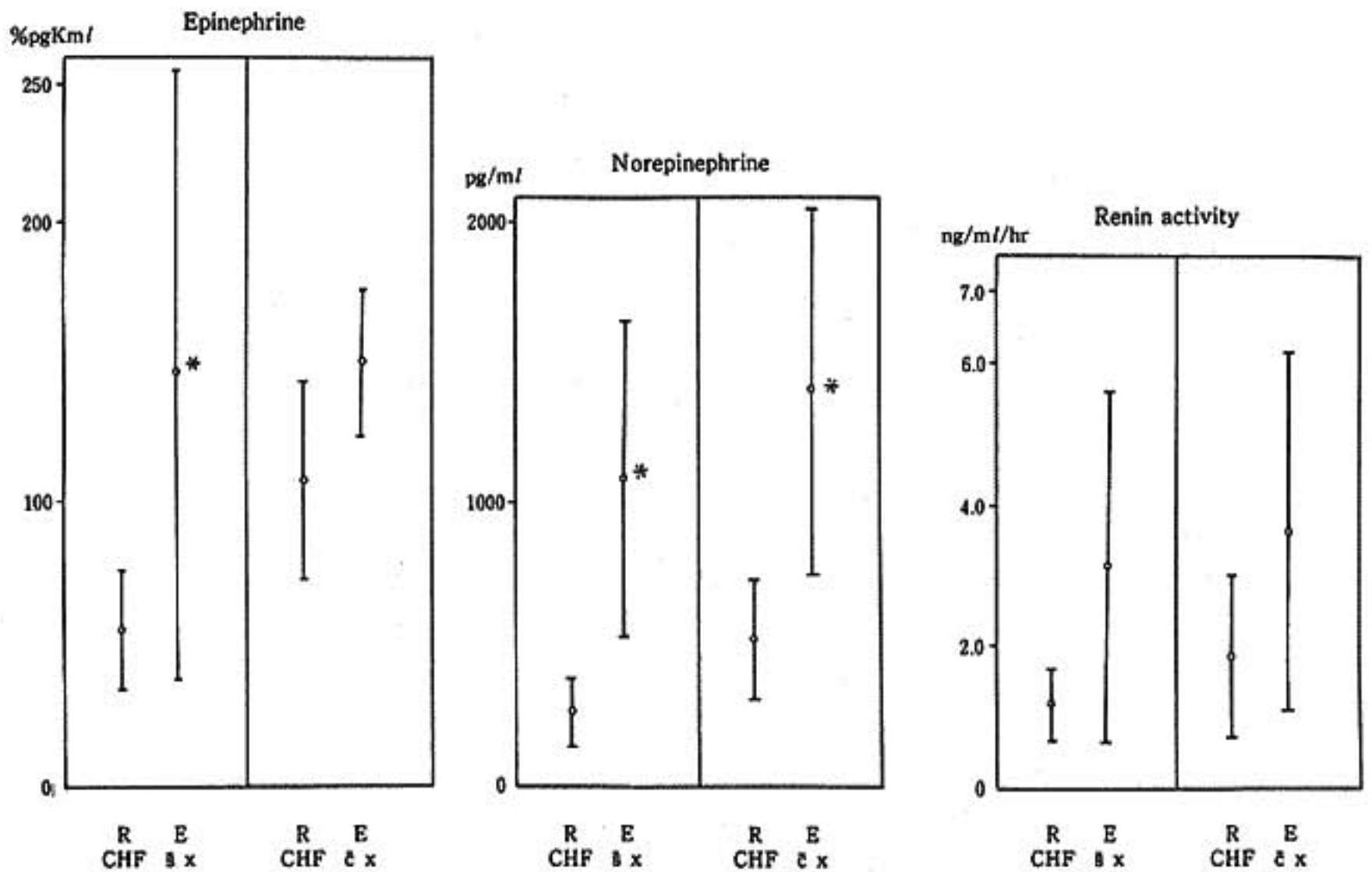


图 2 Effect of xamoterol on plasma epinephrine, norepinephrine and renin activity response to exercise

は運動負荷後値より安静時値を引いたものを安静時値で除した値を100倍し、百分率として表わしたものと定義した。正常健康人にみられる血中エピネフリンの変動率はほとんど100%以下であったが、心不全例ではxamoterol投与前では200%前後の増加を示した。血中ノルエピネフリンの変動率は正常健康人よりxamoterol投与前の心不全例の高値を示したが、xamoterol投与後の心不全例の上昇度は有意に抑制された。血漿レニン活性についても心不全例のxamoterol投与前の変動率は正常健康人より高値を示したが、xamoterol投与後の変動率は正常健康人の変動率よりむしろ低値となる傾向がみられた。

§ 考按ならびに結語

心不全患者にみられる神経・体液性機序については、近年数多くの報告が出されている⁴⁾⁵⁾。既に、心不全においてはカテコールアミンやレニンなどの神経・体液性因子などの血管作動物質の生合成および分解過程における異常が心臓機能調整上、重要な役割を果たしていることが明らかにされており、さらに、心不全で血中ノルエピネフリンの上昇が持続する場合、 β adrenoceptorのdown regulationが生じ、心筋における β 刺激の反応性が低下ないし欠如することが指摘されている。今回の我々の心不全例のトレッドミル運動負荷によるエピネフリン・ノルエピネフリン・レニンの変動については β_1 adrenoceptor partial agonistの投与後、安静時には β_1 adrenoceptorが軽度に刺激され、血中エピネフリン・ノルエピネフリン・レニンが軽度上

昇したが、トレッドミル運動負荷後には β_1 adrenoceptorが軽度に抑制された結果、エピネフリン・ノルエピネフリン・レニンの運動負荷による上昇がそれほど顕著でなかったと解釈できると思われる。このような事実から β_1 adrenoceptor partial agonistに血行動態の指標において認められたいわゆるcardiostabilizationと同様な心臓機能調整機序が神経・体液性機序の面でも存在する可能性を示唆される。

§ 文献

- 1) Cohn, J.N. et al.: Plasma norepinephrine as a guide to prognosis in patients with chronic congestive heart failure. *New Engl. Med.*, 311: 819, 1984.
- 2) Bristow, M.R. et al.: Decreased catecholamine sensitivity and β adrenergic-receptor density in failing human hearts. *New Engl. Med.*, 307: 205, 1982.
- 3) Detry, J.M.R. et al.: Hemodynamic effects of Xamoterol, a new cardioselective β adrenoceptor partial agonist. *Eur. Heart J.*, 4: 584, 1983.
- 4) 佐藤秀幸, ほか: 心不全患者の運動時血行動態および血中カテコラアミン動態に及ぼす β_1 Partial agonist, Xamoterolの効果. *呼と循*, 32: 1159, 1984.
- 5) Sasayama, S. et al.: Cardiovascular Effects of Xamoterol, a new β adrenoceptor partial agonist in man. *Jpn. Heart J.*, 50: 636, 1986.

● 一般演題

有意冠動脈狭窄病変を認めないペーシング
負荷陽性例における冠予備能の検討荒川 宏* 水野杏一* 五十嶋一成* 堀内賢一*
澁谷利雄* 里村公夫* 栗田 明* 中村治雄*

胸痛を訴え運動負荷心電図で虚血性変化を示すにもかかわらず冠動脈造影所見が正常である病態は、通常 syndrome X と呼ばれているがその原因については良く知られていない。syndrome X で冠予備能が低下していることは Opherk¹⁾らが報告しており、Cannon²⁾らは coronary microcirculation の vasoconstriction を原因として考察している。Legrand³⁾らは造影剤による冠予備能を syndrome X で検討し低下していることを示した。今回我々はペーシング時の冠予備能と造影剤による亜最大冠予備能を、いわゆる syndrome X で比較検討した。

§ 対象

典型的、非典型的な胸痛を有し treadmill 運動負荷試験陽性で、かつペーシング負荷試験で虚血性心電図変化を示した syndrome X 7例、非典型的な胸痛を有し treadmill 運動負荷試験陽性、かつペーシング負荷試験で虚血性心電図変化を認めない control 6例で、高血圧、左室肥大、心筋症、心筋炎、心筋梗塞、また左室心筋生検で病理学的に動脈硬化など small artery に異常を認めた例等を対象から除外した。

§ 方法

通常のごとく冠動脈造影、左室造影を行った後、冠血流量は熱希釈法で亜最大冠予備能は造影剤 6 ml を冠動脈内に注入し求めた。ペーシング負荷は 90 bpm からはじめ 20 bpm ずつ増加し、ペーシングできるまでか 150 bpm に達するまで行った。そのほか大動脈圧

(AOP)、左室内圧 (IVP)、大心静脈流量 (GCVF)、乳酸消費量、 $\dot{A}V_{O_2}$ difference をそれぞれ測定した。ペーシング終了後左室心筋生検を行い、epicard の冠動脈の vasospasm が疑われる例には ergonovine 負荷、またはペーシング時に冠動脈造影を行った。

§ 結果

心拍数は syndrome X, control 両群でペーシング前後で差がなかった。左室内圧は syndrome X で安静時に有意に高値であったがペーシング時には差がなく、double product (PRP) は安静時、ペーシング時で両群間で差がなかった。GCVF に $\dot{A}V_{O_2}$ difference を乗じて求めた心筋酸素消費量 ($\dot{M}V_{O_2}$) は両群でペーシング後に増加したが、その増加度は有意に syndrome X で低値であった。 $\dot{M}V_{O_2}/PRP$ は control 群でペーシング前後で有意の変化を認めないが、syndrome X ではペーシング後で小さくなった(図1)。ペーシングにより GCVF は増加したが、control 群が平均 73 から 138 ml/min に増加したのに対し、syndrome X では 57 から 76 ml/min と有意に低値であった。亜最大冠予備能は control 群で 74 ± 15 から 192 ± 114 ml/min に増加し、syndrome X では 55 ± 23 から 115 ± 37 ml/min へ増加したが両群間で有意差は認めなかった(図2)。ペーシング時の GCVF の増加度は control 群で平均 88%であったのに対し、syndrome X では平均 35%と有意に低値であった。亜最大冠予備能は control 群 168%に対し、syndrome X では 122%と両群間で差を認めなかった。ペーシング時に syndrome X で冠血管抵抗の減少度は低値の傾向を認めたが、造影剤による亜最大冠予備能は傾向を認めなかった(図3)。乳酸消費量はペーシング時に control 群で有意に増加する

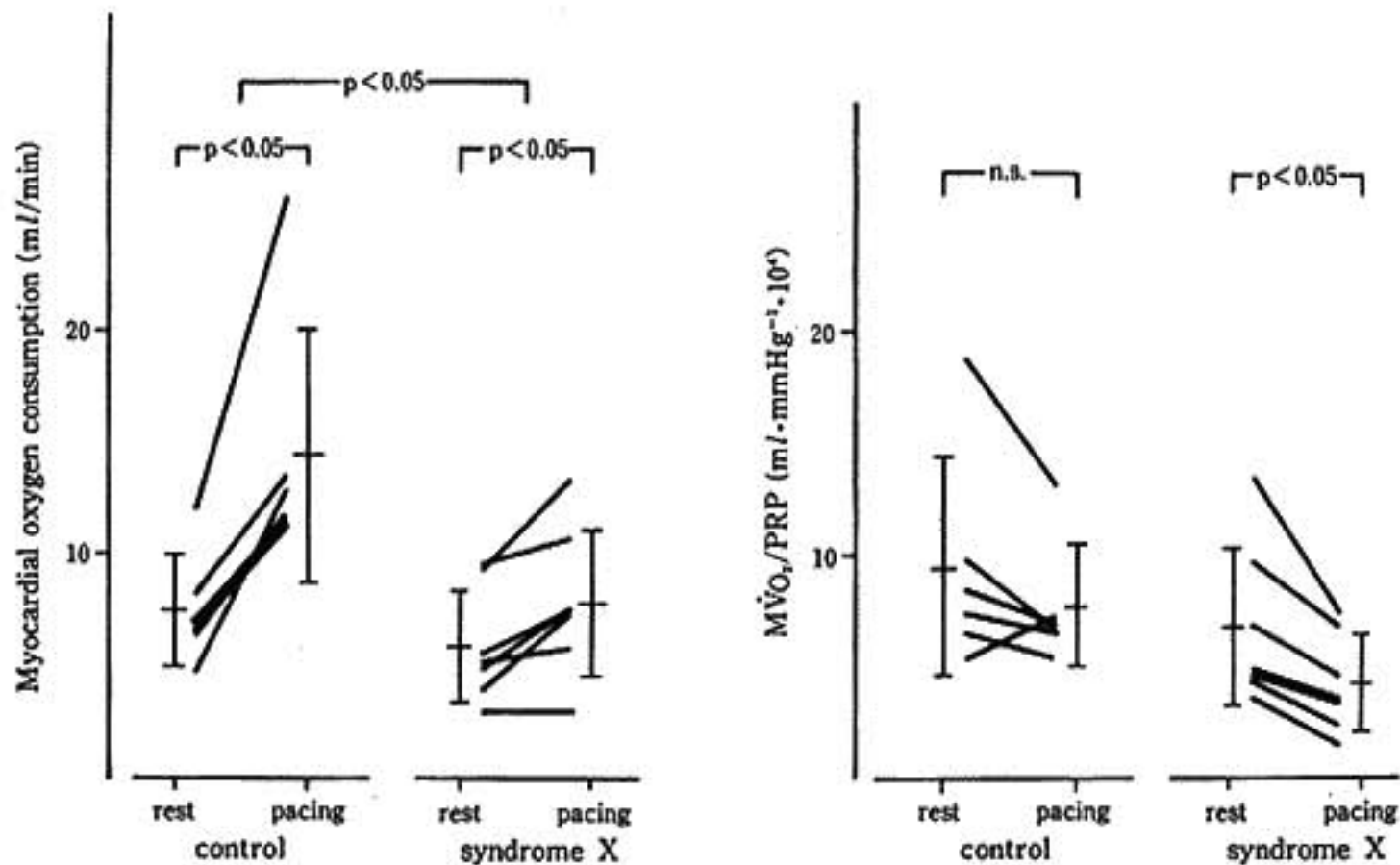


図1 syndrome X群とcontrol群のペースングによる心筋酸素消費量, および $M\dot{V}O_2/PRP$ の変化

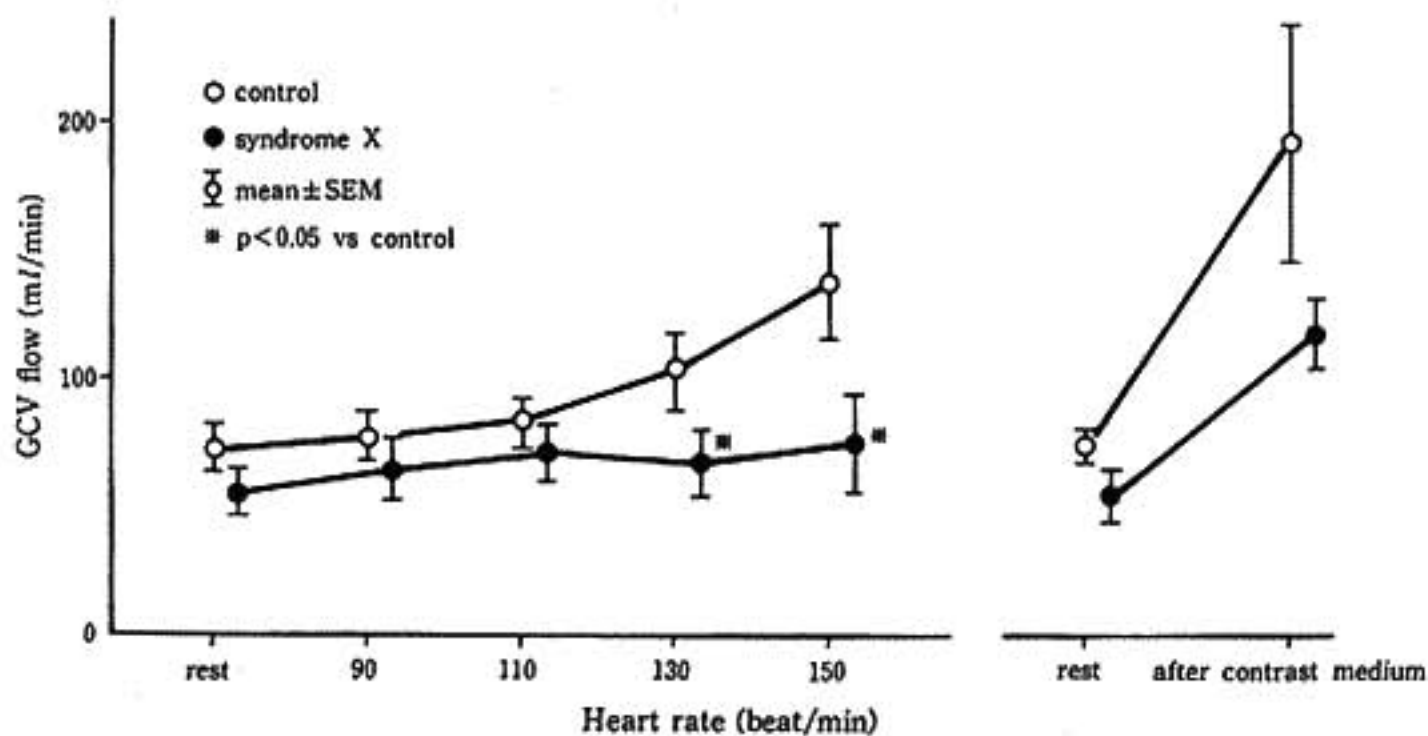


図2 syndrome X群とcontrol群のペースングによる大心静脈流量の継続的变化, および亜最大冠予備能

のに対し, syndrome Xでは不変であった。またその増加度も syndrome Xで有意に低値であった。 $A\dot{V}O_2$ differenceはcontrol群でペースングにより開大するのに対し, syndrome Xでは不変であり, その変化度は syndrome Xでは有意に小さかった(図4)。

§ 総括

以上から syndrome Xでは造影剤による亜最大冠

予備能は保たれているが, ペースング時には冠血管拡張能の異常を生じ虚血に傾いていると思われた。

§ 文献

- 1) Opherk, M.D. et al.: Circulation, 1981.
- 2) Cannon, R.O. et al.: J.Am. Coll. Cardiol., 1983.
- 3) Legrand, V. et al.: J. Am. Coll. Cardiol., 1985.

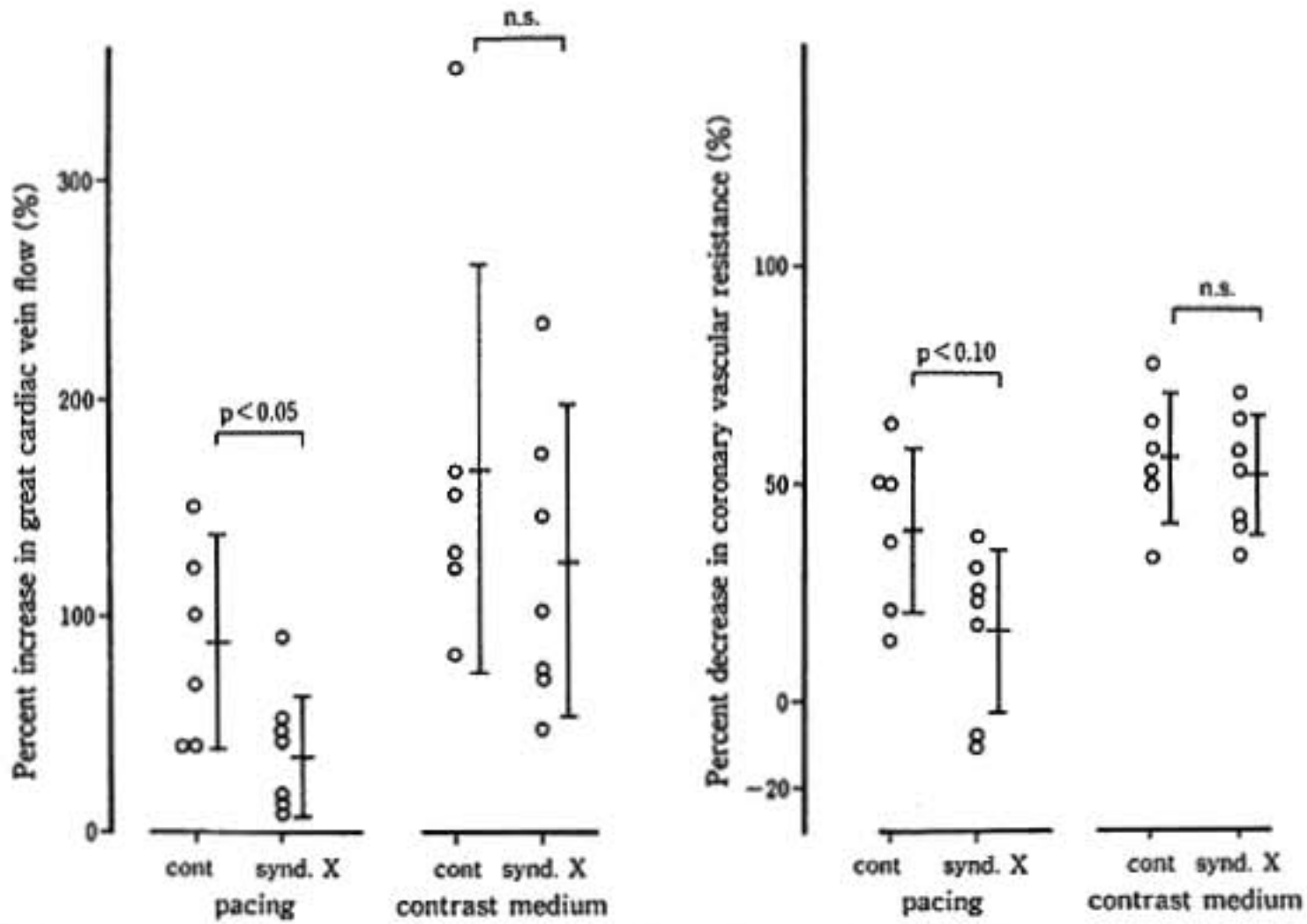


図 3 syndrome X 群と control 群の大心静脈流量および冠血管抵抗のペースングによる増加度、および亜最大冠予備能

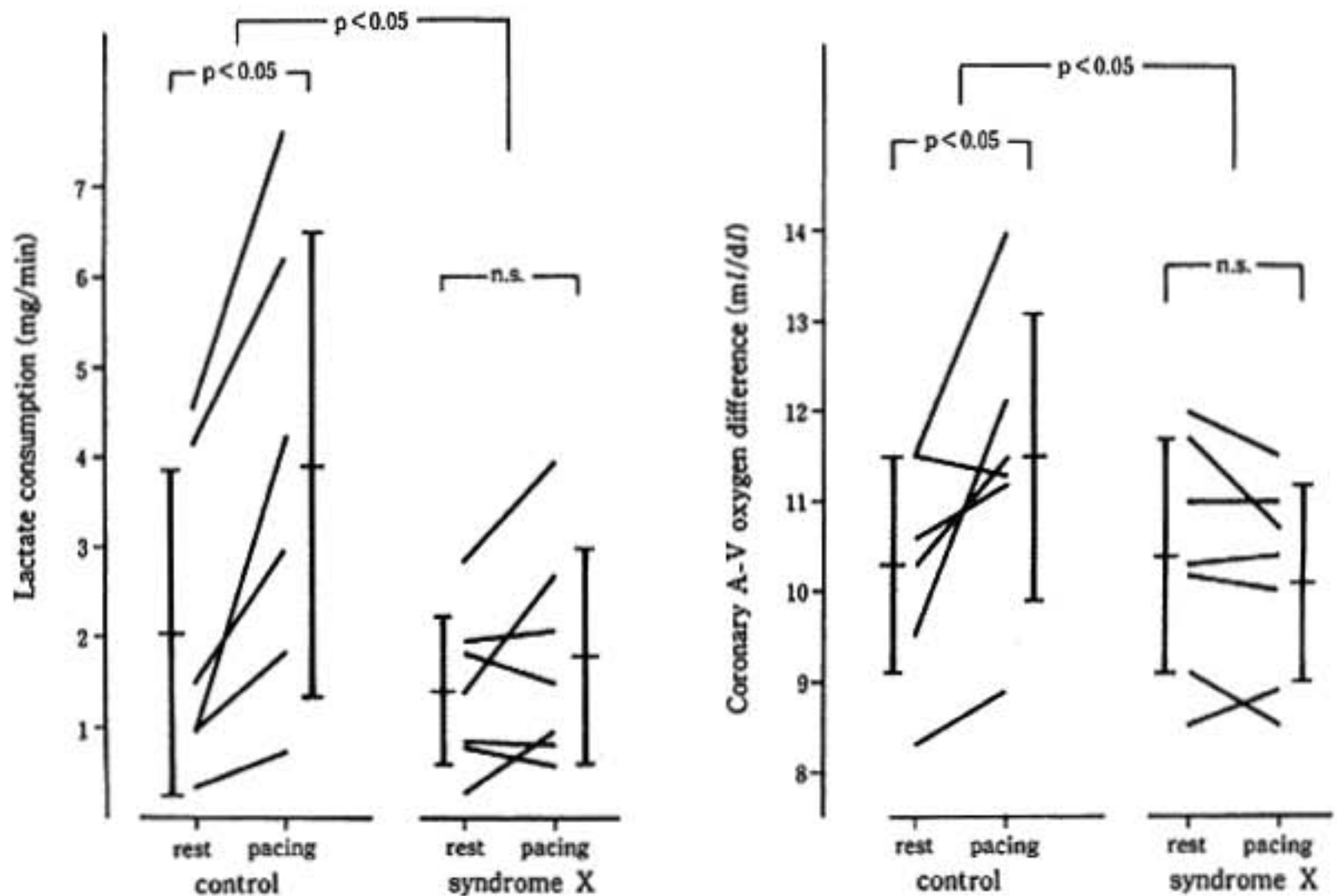


図 4 syndrome X 群と control 群のペースングによる心筋乳酸消費量、および AVO₂ の変化

● 一般演題

トレッドミル負荷時の ST-HR ループの意義
(ML-8000 による検討)川久保 清* 大城雅也* 戸田爲久* 中島敏明* 野崎 彰*
村川裕二* 三輪篤子* 倉智嘉久* 杉本恒明*

運動負荷心電図法による冠動脈硬化症の診断基準としては、従来最大負荷時の1点のST下降度が使われてきたが、多段階負荷法やコンピューターによる自動計測が広まるにつれ、運動負荷中から回復期までのST変化も考慮されるようになりつつある。その1つとして、心拍数(HR)とSTの変化の関係をST-HRループとして表示する方法があるが¹⁾²⁾、本研究は、ST-HRループを定性的にタイプ分類することにより、冠動脈硬化症の重症度を推察することを目的とした。

§ 対象と方法

対象はトレッドミル負荷試験にて0.1mV以上の虚血性ST下降があり、冠動脈造影(CAG)を行った39例(男36,女3,年齢38~72歳,平均58±9歳)とした。Bruceのプロトコールによるsymptom-limitedの負荷を行い、負荷後の体位は立位とした。フクダ電子社製ML-8000システムを用い、V₆誘導のST-HRループを作成した。R波の頂点より60msec前を基準として、R波のピークより100msec後のSTレベルを測定し、15秒ないし30秒ごとに直前の25心拍加算し、HRとの関係を直線補間し、縦軸をSTレベル(mV)、横軸をHRとしてプロットしたのが本法によるST-HRループである。CAG所見は75%以上の径の狭窄を有意狭窄とし、0枝狭窄例は、いずれもCAG中のエルゴノビン試験陰性であった。

§ 結果

1) ST-HRループの分類(図1): ST-HRループ

は4型に分類できた。A型は、ループが反時計方向回転を示し、ST下降が負荷後急速に回復する型とした。B型は、運動中と負荷後が同一線上を動くものである。C型は、ループが時計方向回転し、ST下降の回復が緩やかなものである。D型は、ループが時計方向回転で、かつST下降の回復に遅延がみられるものとした。

2) ST-HRループとCAG所見、薬物効果(図2): 無投薬に負荷を行った22例についてみると、A型7例中5例は0枝狭窄例であった。B型5例中4例は1枝狭窄例であり、C、D型には2枝以上狭窄例が多かった。A型の0枝狭窄診断の感受性、特異性はそれぞれ83%、88%であり、C、D型の多枝狭窄診断のそれは100%、80%であった。抗狭心症薬投与後に行った32例、41回についてみると無投薬時にC、D型であった5例が、硝酸薬舌下後の負荷ではB型となった。β遮断薬投与後4例中、2例ではB型からC型となった。Ca拮抗薬投与後10例では改善(5例)、不変(4例)の傾向があった。3枝狭窄例では多剤併用下にもC、D型を示すものが多かった。

3) ST-HRループとその他の指標(表1): 無投薬下に負荷を行った22例について、負荷時の諸指標との関連を検討した。運動時間はA型からD型になるにつれ短縮傾向があったが最大ST下降度には差がなかった。負荷中のSTとHRの傾き(ST-HRスロープ)は、C、D型で大であった。狭窄枝数別に最大ST下降度をみると、0枝:2.6±0.3mm, 1枝:2.1±0.7mm, 2枝以上:3.1±0.9mmであった。

§ 考按

運動負荷心電図法による冠動脈硬化症診断の最大の問題点は、本法による偽陽性ST下降が多いことであ

*東京大学医学部第2内科
(〒113 東京都文京区本郷 7-3-1)

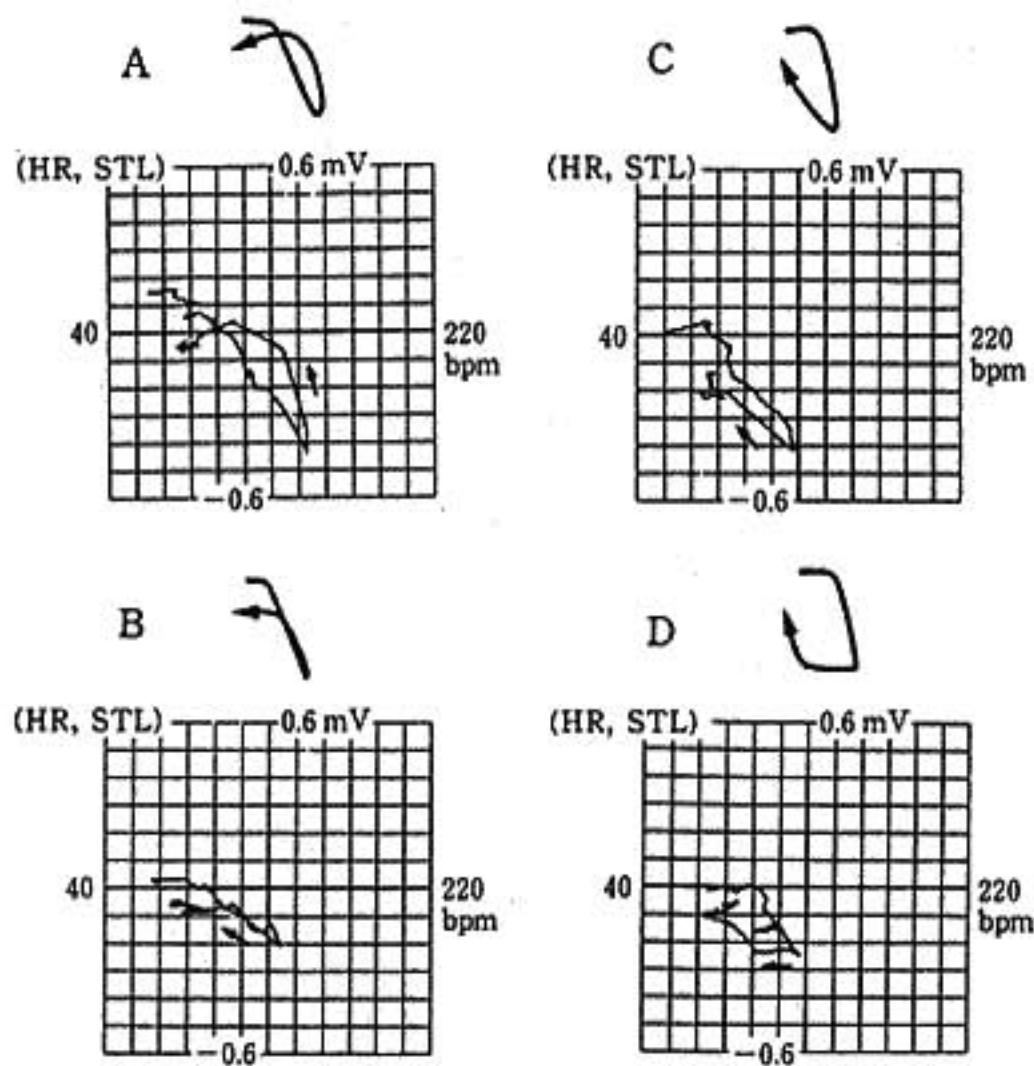


図1 ST-HR ループの4型 (説明本文)

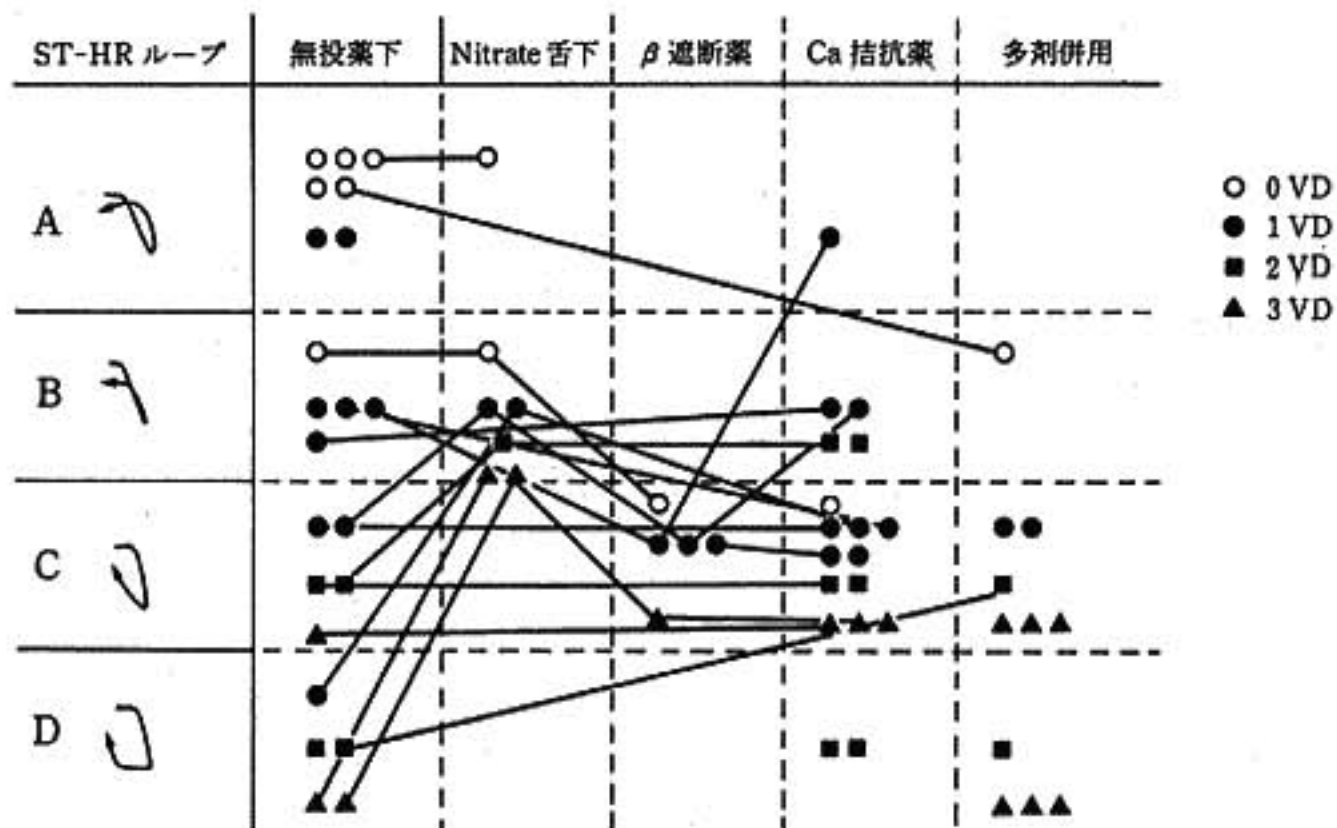





図2 ST-HR ループと投与薬との関連 (線でむすんだ症例は同一症例である)

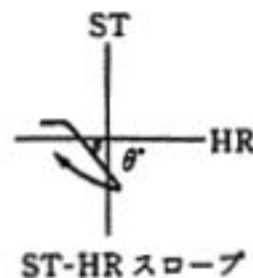
る。本研究で示した0枝狭窄例は偽陽性ST下降例と考えられるが、最大ST下降度だけでは有意狭窄例との鑑別は困難であったが、ST下降の回復過程も加味したST-HR ループは、0枝狭窄例で反時計方向回転を示すものが多かった。これは、運動負荷中STが2mm以上下降しても、負荷後1分以内にもどるものは正常冠動脈例であったとする報告⁹⁾と一致するものである。このようなST下降の発生機序は不明である

が、坂本らが報告した⁴⁾sudden strenuous 負荷法にてみられる健常人のST下降のパターンと類似しており、運動中の過度の交感神経緊張と関連した現象と推測される。

冠動脈硬化症の重症度評価には最大負荷時のST下降度を用いることが多いが、症例による重なりも大である。ST-HR ループでみると、2枝以上狭窄例では時計方向回転であり、ST下降の回復遅延例もあって、

表 1 ST-HR ループとその他の指標

ST-HR ループ	n	運動時間 (分)	最大 ST 下降 (V, mm)	狭心痛	ST-HR スロープ (θ°)
A 	7	7.8~13 (11.4 \pm 1.7)	2.2~3.5 (2.7 \pm 0.5)	1/7	28~55 (39.8 \pm 12.4)
B 	5	3.0~12 (8.4 \pm 3.4)	1.1~2.7 (2.1 \pm 0.6)	1/5	30~50 (39.8 \pm 8.3)
C 	5	4.3~9 (6.8 \pm 1.9)	1.5~5.2 (2.8 \pm 1.5)	2/5	33~74 (54.6 \pm 14.6)
D 	5	3.6~5 (3.9 \pm 0.7)	2.2~3.0 (2.5 \pm 0.4)	3/5	54~60 (56.0 \pm 2.7)



HR の関係でみた ST 下降の負荷後の回復過程は負荷中生じた虚血の重症度と関連していると思われた。

定性的に評価した ST-HR ループの 4 型は、冠動脈有意狭窄枝数、運動耐容能と関連があり、冠動脈硬化の質的な評価に有用と思われた。また抗狭心症薬投与後にパターンが変化する場合があり、薬効評価の別の指標になる可能性も示唆された。

§ 文献

- 1) Bruce, R.A. et al. : Bull. N.Y. Acad. Med., 45 : 1288, 1969.
- 2) 前原和平, ほか : 臨床病理, 19 : 1135, 1986.
- 3) Lozner, E.C. et al. : Circulation, 56 : 799, 1977.
- 4) 坂本静男, ほか : 最新医学, 41 : 1911, 1986.

● 一般演題

陳旧性心筋梗塞患者におけるトレッドミル 負荷心電図の臨床的検討

遠藤康弘* 池田こずえ* 八巻通安* 松井幹之* 今田 剛*
中村和治* 花島寛治* 桐山直美* 本間健太郎* 小沢竹俊*
細谷幸雄* 下野武俊* 立木 楷* 安井昭二*

陳旧性心筋梗塞症(以下 OMI)において多段階トレッドミル運動負荷試験は多枝病変の検出や予後の推定に有用とする報告^{1)~3)}が従来より多くなされている。しかし OMI において血行動態指標と多段階トレッドミル運動負荷試験成績の対比について検討した報告⁴⁾は少ない。今回我々は OMI の血行動態の重症度と多段階トレッドミル運動負荷試験成績との関連について検討したので報告する。

§ 対象

昭和 54 年 11 月から昭和 61 年 12 月まで当施設にて心臓カテーテル検査と多段階トレッドミル運動負荷試験を施行した OMI 152 例である。男 130 例, 女 22 例, 年齢は 56 ± 10 歳であった。梗塞部位は前壁 74 例, 下壁 56 例, 前下壁 16 例, 非貫壁性 6 例であった。なお, 心室内伝導障害・心房細動・弁膜症・心筋症のあるものは除いた。

§ 方法

多段階トレッドミル運動負荷試験は Sheffield 法およびその変法で施行した。心臓カテーテル検査施行日との間隔は 1.6 ± 2.1 カ月であった。梗塞発症から多段階トレッドミル運動負荷試験までの期間は平均 8.4 ± 16.5 カ月であった。検査前日より内服中止して運動負荷を施行した。運動負荷中・後は CM 5 誘導心電図をモニターで監視・記録し, 12 誘導心電図は運動負荷試験前, 直後, 1, 3, 6, 9 分後に記録した。血圧はマンシェット水銀血圧計にて運動負荷試験前, 運動中 1

分ごと, 運動直後立位で測定した。運動終点は胸痛, 呼吸困難, 下肢の疲労, 重篤な不整脈等の出現, または目標心拍数(年齢別最大心拍数の 85%)に到達した場合とした。運動時間は Sheffield の stage II より開始したものとし, 補正算出した。有意の ST 低下(STd)は J 点より 0.04 sec で 0.1 mV 以上の低下とし, 有意の ST 上昇(STe)は J 点より 0.04 sec で 0.05 mV 以上の上昇とした。測定項目の中で, 最大 ST 低下(mSTd)を最大心拍数(mHR)で除した値を mSTd/mHR とし, 最大 ST 上昇(mSTe)を最大心拍数で除した値を mSTe/mHR として算出した。

心臓カテーテル検査において心拍出量は色素希釈法で行い, 冠状動脈造影は Judkins 法で施行した。冠状動脈病変は AHA 分類に従い 70%以上の狭窄を有意とし, 左冠状動脈主幹部(LMT)病変は 50%以上の狭窄を有意とした。

血行動態分類として求められた心係数 3.0 ($l/min/m^2$) 左室拡張終期圧 12 (mmHg) を境に Forrester 分類に準じて表 1 のように H 1, H 2, H 3, H 4 の 4 群に分類した。以上の定義により分類された各群で, 運動負荷試験の成績を比較検討した。

各群の平均値は平均±標準偏差で示し, 群間比較は Unpaired t test 検定を行い, $p < 0.05$ を有意とした。

§ 結果

1. 症例分類

H 1 群 44 例, H 2 群 24 例, H 3 群 39 例, H 4 群 45 例であった。異常 Q 誘導数は H 1 群で 2.1 ± 1.7 , H 2 群で 2.6 ± 1.7 , H 3 群で 3.1 ± 2.0 , H 4 群で 3.6 ± 2.1 と順次増加傾向にあり, H 3 群($p < 0.05$), H 4 群($p < 0.01$)で有意に大だった。

*山形大学医学部第 1 内科
(〒990-23 山形市飯田西 2-2-2)

表 1 Patient characteristics

Cardiac index (l/min/m ²), LVEDP (mmHg) H1 : $\geq 3.0, \leq 12$ H2 : $\geq 3.0, > 12$ H3 : $< 3.0, \leq 12$ H4 : $< 3.0, > 12$				
Number of patients	44	24	39	45
Mean age of patients (yr)	55.4 \pm 7.7	50.5 \pm 11.3	57.7 \pm 7.9	57.7 \pm 10.1
Sex M : F	39 : 5	19 : 5	32 : 7	40 : 5
ECG site of infarct				
Anterior	23	12	16	23
Inferior	16	10	15	15
Anterio-Inferior	4	1	4	7
Nontransmural	1	1	4	0
Vessels with CAD				
0VD	9	2	5	2
1VD	20	12	18	13
2VD	8	1	8	12
3VD	4	9	8	14
Indeterminate	3	0	0	4
Number of Q in 12 lead ECGs	2.1 \pm 1.7	2.6 \pm 1.7	3.1 \pm 2.0	3.6 \pm 2.1
Indication for termination of test				
Chest pain or diagnostic ST depression or both	10	5	14	15
85% of predicted heart rate achieved	17	8	11	15
Arrhythmia	3	2	1	7
Dyspnea	1	0	1	1

表 2 血行動態と運動負荷試験成績

	H1 N=44	H2 N=24	H3 N=39	H4 N=45
Duration of ex (min)	10.2 \pm 3.9	8.6 \pm 3.8	9.4 \pm 4.5	7.7 \pm 3.6**
Maximal STe (mm)	0.46 \pm 0.59	0.56 \pm 0.77	0.88 \pm 0.89*	0.88 \pm 0.81**
Number of STe	0.72 \pm 1.25	1.09 \pm 1.59	1.49 \pm 1.62*	1.70 \pm 1.77**
mSTe/m HR (μ m/beat/min)	3.4 \pm 4.4	4.4 \pm 5.0	6.4 \pm 6.4*	7.1 \pm 6.8**
Maximal STd (mm)	0.83 \pm 0.83	0.72 \pm 0.81	0.86 \pm 1.07	0.72 \pm 1.01
Number of STd	1.14 \pm 1.90	0.91 \pm 1.72	1.13 \pm 1.92	0.82 \pm 1.66
mSTd/m HR (μ m/beat/min)	6.7 \pm 7.7	5.8 \pm 6.8	6.2 \pm 7.6	6.0 \pm 8.6
Maximal HR (beat/min)	132 \pm 23	131 \pm 24	130 \pm 20	127 \pm 22
Peak systolic BP (mmHg)	164 \pm 27	153 \pm 20	156 \pm 20	157 \pm 23
Δ BP _s (mmHg)	36 \pm 20	28 \pm 22	32 \pm 15	30 \pm 18
Peak diastolic BP (mmHg)	91 \pm 15	86 \pm 13	83 \pm 14*	9 \pm 13
Δ BP _d (mmHg)	9 \pm 11	7 \pm 10	4 \pm 10*	9 \pm 12
Peak DP (mmHg \cdot beat/min)	21,920 \pm 6,039	19,868 \pm 4,459	20,289 \pm 4,282	20,191 \pm 5,436
Exercise induced PVC	23%	38%	41%*	44%*

H1 vs H2, H3, H4 *p<0.05, **p<0.01.

2. 運動耐容能および心拍数・double product の変動
運動時間は H1 群の 10.2 \pm 3.9 分に比し H4 群では 7.7 \pm 3.6 分と有意に短縮した (p<0.05)。最大心拍数・最大 double product は全群間で有意差を認めなかった。

3. ST 偏位

ST 上昇はすべて梗塞部位の誘導におけるものであった。最大 ST 上昇は H1 群の 0.46 \pm 0.59 mm に比し、H3 群で 0.88 \pm 0.89 mm (p<0.05) H4 群で 0.88 \pm 0.81 mm (p<0.01) とより大であった。ST 上昇誘

導数は H1 群で 0.72 ± 1.25 , H2 群で 1.09 ± 1.59 , H3 群で 1.49 ± 1.62 , H4 群で 1.70 ± 1.77 と順次増加傾向にあり, H3 群 ($p < 0.05$), H4 群 ($p < 0.01$) で有意に大となった. $mSTe/mHR$ も H1 群で 3.4 ± 4.4 , H2 群で 4.4 ± 5.0 , H3 群で 6.4 ± 6.4 , H4 群で $7.1 \pm 6.8 \mu m/beat/min$ と順次増加傾向にあり, H3 群 ($p < 0.05$), H4 群 ($p < 0.01$) で有意に大となった. $mSTd \cdot ST$ 低下誘導数 $\cdot mSTd/mHR$ は全群間で有意差を認めなかった.

4. 心室期外収縮

心室性期外収縮出現率の比較では, H1 群 23% に比し, H3 群 41%, H4 群 44% と有意に高かった ($p < 0.05$).

5. 血圧指標

最大収縮期血圧 \cdot 運動前後の収縮血圧差は全群間で有意差を認めなかった. 最大拡張期血圧において H1 群 91 ± 15 に対し, H3 群 83 ± 14 mmHg と有意に低かった ($p < 0.05$). また運動前後での拡張期血圧差は H1 群 9 ± 11 に対し, H3 群 4 ± 10 mmHg と有意に小さかった ($p < 0.05$).

§ 考察

陳旧性心筋梗塞症の病態把握において, 心筋虚血および左室心機能を診断することは, 治療の選択, 予後の推測に不可欠である. 従来より多段階トレッドミル運動負荷試験は虚血性心疾患の非観血的検査法として臨床的に繁用され, 主に心筋虚血の診断 \cdot 運動耐容能の把握に欠かせない検査法の一つとなっている. 心筋梗塞患者においても多枝病変の検出や予後の推定に有用とする報告が従来より多くなされている. しかし運動負荷試験と左心機能について論じた報告は比較的少ない.

Martin ら⁴⁾ は心筋梗塞を含む冠動脈疾患症例の運動負荷による ST 低下の程度と負荷後の肺動脈楔入圧とがよく相関するとした. 陳旧性心筋梗塞症においては運動負荷後 ST 上昇例に駆出率低下が多いとの報告⁴⁾ も見られる. Bekki ら⁷⁾ は ST 偏位と運動時の血行動態との関係を検討し, ST 上昇例では左室収縮終期容量の増加があり 1 回拍出量が減少し, 運動負荷後の ST 上昇も左心機能の低下を反映する所見としている.

今回は安静時血行動態と運動負荷試験成績との比較であるが, ST 上昇に関する指標が左心機能低下と関連していた. これは梗塞部の ST 上昇が左室収縮異常に関連することの反映と思われる. しかしこの ST 上昇から陳旧性心筋梗塞症の左心機能低下を推測するにはばらつきが多く, 異常 Q 波誘導数には劣るが, 短い

運動時間で多くの誘導に ST 上昇が強く出現する場合は左心機能の低下を示唆する所見と考える.

§ 結語

OMI 152 例において血行動態の重症度と多段階トレッドミル運動負荷試験の関連について検討した. 血行動態別分類では運動時間が H4 で短縮し, ST 上昇に関する指標, 異常 Q 波誘導数が H3, H4 群で増大し, かつ心室期外収縮の出現率も高かった. よって OMI の多段階トレッドミル運動負荷試験成績は, 血行動態の重症度と密接に関係している事が示唆された.

§ 文献

- 1) Schwartz, K.M., Turner, J.D., Sheffied, L.T. et al.: Limited exercise testing soon after myocardial infarction. Correlation with early coronary and left ventricular angiography: *Ann. Intern. Med.*, 94: 727, 1981.
- 2) Paine, T.D., Dye, L.D., Roitman, D.I. et al.: Relation of graded exercise test findings after myocardial infarction to the extent of coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Am. J. Cardiol.*, 42: 716, 1978.
- 3) Sullivan, I.D., Davies, D.W., Sowton, E.: Submaximal exercise testing early after myocardial infarction. Prognostic importance exercise ST segment elevation: *Br. Heart J.*, 52: 147, 1984.
- 4) Martin, C.M. McConahay et al.: Maximal treadmill exercise electrocardiography correlation with coronary arteriography and cardiac hemodynamics. *Circulation*, 46: 956, 1972.
- 5) McConahay, D.R., McCallister, B.D., Smith, R. E.: Postexercise electrocardiography Correlation with coronary arteriography and left ventricular hemodynamics. *Am. J. Cardiol.*, 28: 1, 1971.
- 6) Yamaki, M., Isao, Kubota, Kozue, Ikeda. et al.: The clinical significance of exercise-induced ST segment elevation in previous anterior myocardial infarction. *Jpn. Circ. J.*, 49: 949, 1985.
- 7) Bekki, H.: Hemodynamic evaluation of exercise-induced ST-segment depression and elevation in ischemic heart disease. Left ventricular cineangiography during exercise. *Jpn. Heart J.*, 24: 669, 1983.

● 一般演題

運動負荷における胸痛の有無と
タリウム心筋シンチグラフィ倉田千弘* 坂田和之* 田口貴久*
小林 明* 山崎 昇*

運動負荷時に胸痛を伴わないにもかかわらず、他覚的には心電図上の虚血性ST下降や心筋シンチ上の一過性欠損を認める症例を経験することはまれではない。運動負荷にて一過性欠損を認めるも胸痛のない症例に注目して、このような silent myocardial ischemia (SMI) の発生に影響する因子について検討した。

§ 対象と方法

運動負荷タリウム心筋 emission computed tomography (ECT) を施行した 248 例 (男性 177 例, 女性 71 例, 平均年齢 55 ± 12 歳) を対象とした。疾患の内訳は心筋梗塞 96 例, 狭心症 42 例, 胸痛症候群 40 例, 心筋症 38 例, およびその他 32 例である。冠動脈造影は 161 例に施行し, 一枝, 二枝, 三枝病変が, 各々 59 例, 25 例, 20 例であった。糖尿病は 51 例 (20%) に認めた。負荷法は自転車エルゴメータ多段階負荷を用い, 直後と 4 時間後に心筋 ECT 像を撮影した。ECT 像の検討には視覚的評価と washout rate の定量的評価とを組み合わせた。すなわち, 左室心筋を 9 領域に分割し, 各領域におけるタリウムの取り込みの程度を視覚的に正常, 軽度低下, 中等度低下, および高度低下に分類し, 各々に, 3, 2, 1, 0 と score をつけ, これを uptake score と定義した。直後像から 4 時間後にかけての uptake score の増加分, すなわち Δ uptake score が正の値であり, かつ, その領域の washout rate が正常者の mean-2 SD よりも低値である時に transient defect (TD) と定義し, この TD を虚血の指標とした。負荷心電図における 0.1 mV 以上

の水平または下降型 ST 下降を有意な ST 下降 (ST ↓) と定義した。

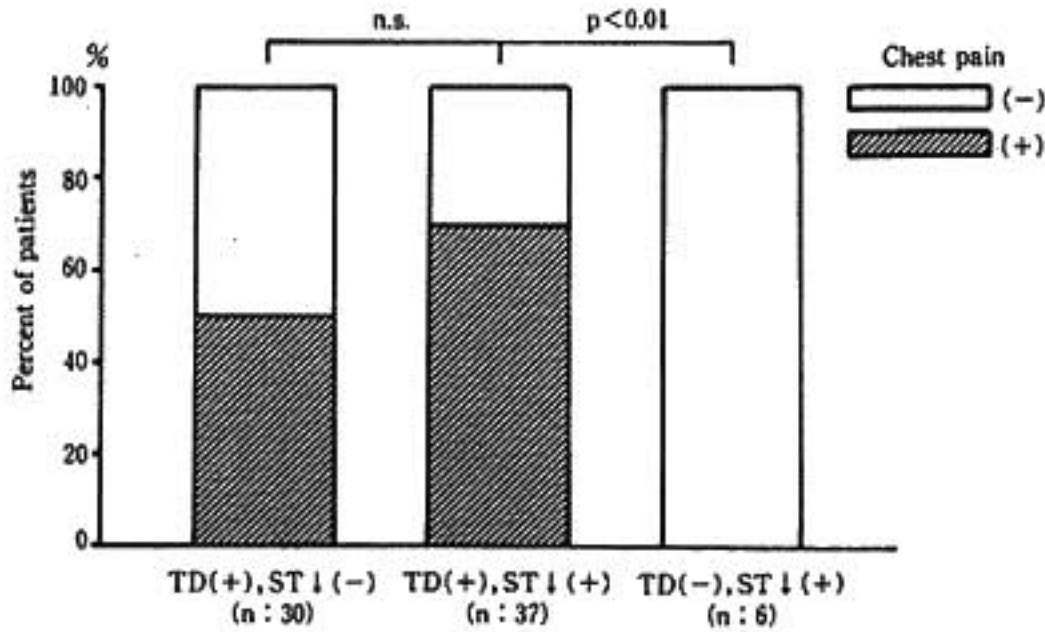
§ 結果

(1) 全 248 例において, ST ↓ は 62 例 (25%) に, TD は 87 例 (35%) に, および胸痛は 50 例 (20%) に認められた。ST ↓ (+) 群の 62 例中 28 例 (45%) に, および, TD (+) 群の 87 例中 44 例 (51%) に胸痛が出現した。すなわち, TD によって虚血を判定した場合, SMI の頻度は 49% であった。

(2) 冠動脈造影にて有意狭窄が確認された 104 例において, TD(+)・ST↓(-)群の 30 例中 15 例 (50%) に, TD(+)・ST↓(+)群の 37 例中 26 例 (70%) に, および TD(-)・ST↓(+)群の 6 例中 0 例 (0%) に胸痛を認めた。すなわち, TD (+) であれば ST ↓ に関係なく胸痛が出現したのに対し ($p > 0.05$), 同じ ST ↓ (+) 群の中でも TD の有無で胸痛の頻度が有意に異なった ($p < 0.01$) (図 1)。

(3) 冠動脈造影にて有意狭窄が確認され, かつ TD を認めた 67 例において, 26 例 (39%) が SMI であった。糖尿病の有無, 心筋梗塞の既往の有無, 性別, および年齢はいずれも胸痛の出現頻度に影響しなかった (すべて $p > 0.05$)。多枝病変例では一枝病変例より胸痛を伴うことが有意に多かった (58% : 31%, $p < 0.05$)。運動負荷による double product の増加分, すなわち Δ double product は胸痛 (-) 群が胸痛 (+) 群よりも有意に高値であったのに対し ($p < 0.01$), TD の重症度の指標となる Δ uptake score の総和は胸痛 (-) 群が胸痛 (+) 群よりも有意に低値であった ($p < 0.05$) (図 2, 3)。

(4) 心筋梗塞の既往があり, かつ TD (+) の 52 例において, TD が梗塞の責任冠動脈の支配領域内すなわ



◀ 図 1 冠動脈造影にて有意狭窄が確認された 104 例における TD および ST-T と胸痛との関係

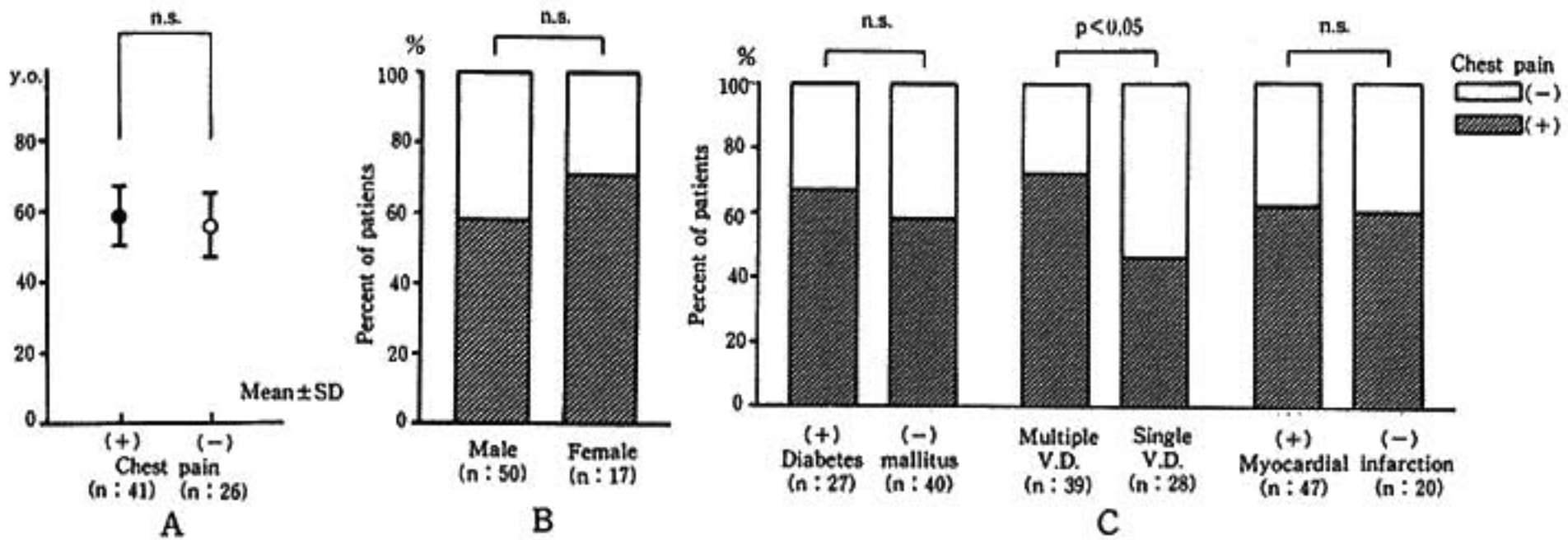


図 2 冠動脈造影にて有意狭窄が確認され、かつ TD を認めた 67 例における胸痛と、年齢(図 2 A)、性別(図 2 B)、糖尿病、罹患冠動脈枝数、および心筋梗塞の既往(図 2 C)との関係

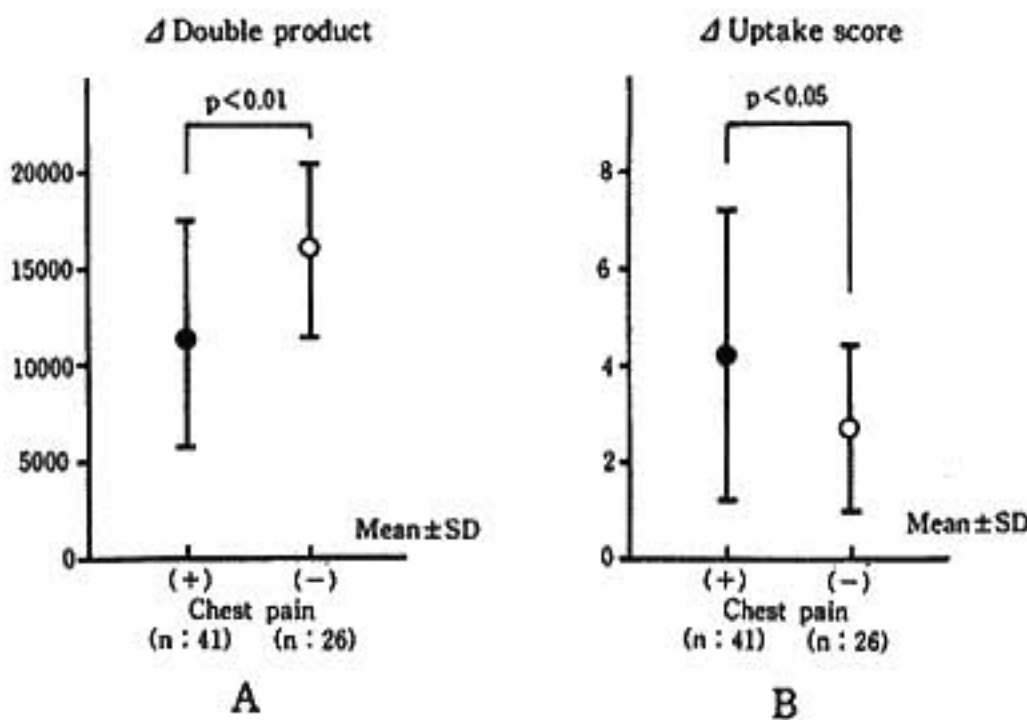


図 3 冠動脈造影にて有意狭窄が確認され、かつ TD を認めた 67 例における胸痛と、 Δ double product (図 3 A) および Δ uptake score (図 3 B) との関係

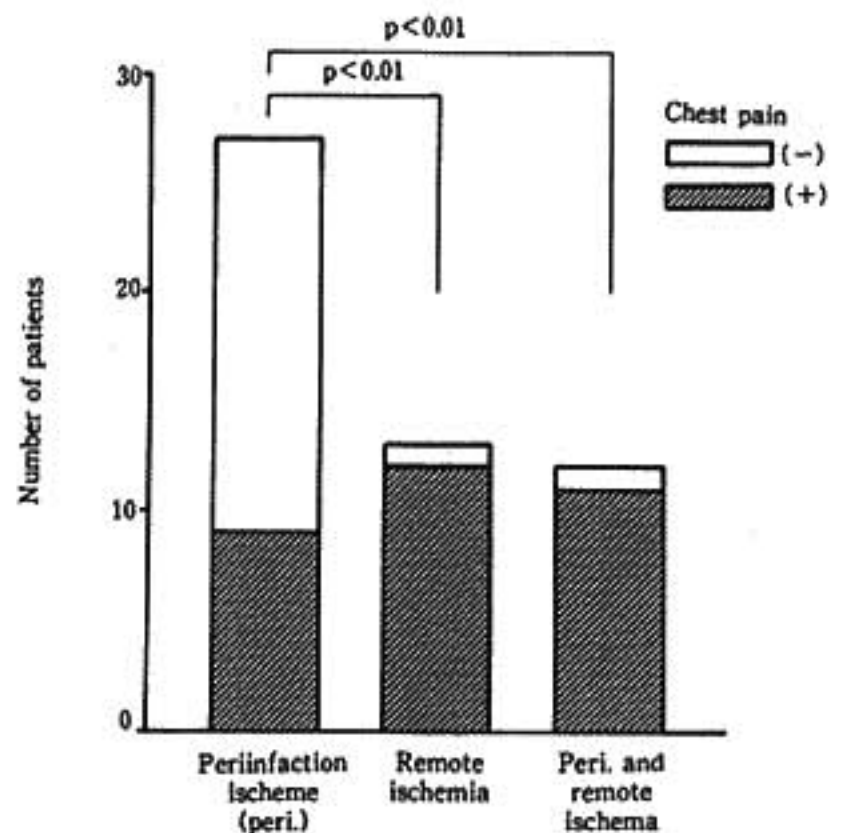


図 4 心筋梗塞の既往があり、かつ TD を認めた 52 例における TD の出現部位と胸痛との関係

ち梗塞部周辺に認められる梗塞部虚血 (peri.) 群の 27 例中 9 例 (33%) に, TD が梗塞部より離れた領域に認められる遠隔部虚血 (remote) 群の 13 例中 12 例 (92%) に, および両者併存の Peri./Remote 群の 12 例中 11 例 (92%) に負荷時胸痛を認めた. すなわち, remote 群や peri./remote 群よりも peri. 群において, SMI が有意に高頻度であった ($p < 0.01$) (図 4).

§ 総括

運動負荷時の SMI は, 運動負荷心筋 ECT を施行し TD を認めた 87 例中 43 例 (49%) に, また冠動脈造影にて有意狭窄を認め, かつ TD (+) の 67 例中 26 例 (39%) に認められた. 年齢, 性別, 糖尿病の有無, および心筋梗塞の既往の有無は SMI の頻度に影響しなかったのに対し, 虚血の重症度がより軽い場合や梗塞部周辺の残存虚血を示した場合に SMI の頻度が高かった.

● 一般演題

ニカルジピンの狭心症における安静時
および運動時の効果について尾崎正治* 藤井 薫* 長野裕之* 山岸 隆*
石根顕史* 山本浩造* 齊木 淳* 楠川禮造*

種々の Ca 拮抗薬が虚血心に広く使用されているが、Ca 拮抗薬である nifedipine の虚血心への効果に関する報告は少ない。本研究の目的は nifedipine の労作性狭心症における安静時および運動時の慢性（1週間）効果について臨床的に検討することにある。

§ 対象および方法

10名の労作性狭心症で8例は冠動脈造影を行い、6例に75%以上の器質的狭窄が認められた。他の2例は有意な器質的狭窄がみられなかったが、1例にはRCAのスパズムが証明され、他の1例は冠動脈造影上異常がみられなかったが、著明なHCMであり労作にて胸痛と心電図ST低下がみられた症例である。2例には冠動脈造影を行っていないが、運動負荷心筋シンチおよび心電図ST変化より、1例はLCXに、他の1例はRCAの病変が疑えた症例である（表1）。プロトコルは図1の示すごとく、3日間以上の休薬下（コントロール）に運動負荷心筋シンチを臥位エルゴメーターによる多段階負荷法で行い、症状出現時にTl-201をbolusに静注し、更にその後1分間の運動を続けた。静注後10分時にinitial imagingを三方向より行い、3時間後にdelayed imagingを行い、局所心筋のTl-201 uptakeおよびwashout rateを算出した。その後安静時の心プールを行い、心機能の各パラメーターを既報¹⁾のごとく求めた。また心エコー法による左室拡張末期容積を求め、RI法にて求めたEFとで心拍出量を算出した。コントロール検査後、nifedipineの徐放薬であるYC-93 LA（山之内製薬KK）150 mgを

表 1

Name	Age	Sex	Clinical diagnosis	Lesion
T. I.	59	女	AP	LAD
H. S.	67	女	AP	(Cx?)
K. O.	56	男	AP, OMI(AS)	LAD
K. W.	50	男	AP	LAD
T. S.	66	男	AP	LAD, RCA
T. N.	60	男	AP	(RCA?)
T. N.	53	男	AP, OMI(Inf)	RCA
S. N.	37	男	AP	LAD
Y. N.	55	男	AP, HCM	intact
H. T.	63	男	AP	RCA(spasm)

n=10, 57±9

()は冠動脈造影未施行例

3回に分服継続1週間後の朝その50 mg内服3時間後にコントロール時と同一の負荷量、同量のTl-201注入量にて運動負荷心筋シンチを同様な方法で行った。コントロール時の運動負荷のend-pointは全例胸痛であった。Delayed imaging後に(YC-93 LA内服約8時間後)nifedipine (perdipine) 20 mgを追加内服させ、その1時間後に安静での心プール検査を行った。

§ 結果

安静時のnifedipineの効果は、心拍数は不変で血圧および末梢血管抵抗は低下した(いずれも $p < 0.01$)、駆出率および最大充満率は増加し、心拍出量および最大駆出率は増加傾向がみられた(図2)。コントロールとnifedipine時は同一運動量であるが、コントロール時は全例胸痛が出現したが、nifedipine時は胸痛出現は3例のみであり、 aV_R を除く11誘導での

*山口大学医学部第2内科
(〒755 宇部市大字小串 1144)

1) Control study
 (drug free)
 Ex-Tl 201 imaging
 ↓ 3 hrs
 Delayed-Tl 201 imaging
 ↓ 30 mins
 Rest blood pool scintigraphy

2) Nicardipine study
 (YC-93 LA 150 mg, 3×N-1 w)
 YC-93 LA 50 mg p.o.
 ↓ 3 hrs
 Ex-Tl 201 imaging
 ↓ 3 hrs
 Delayed-Tl 201 imaging
 ↓
 Nicardipine 20 mg p.o.
 ↓ 1 hr
 Rest blood pool scintigraphy

図 1 プロトコール

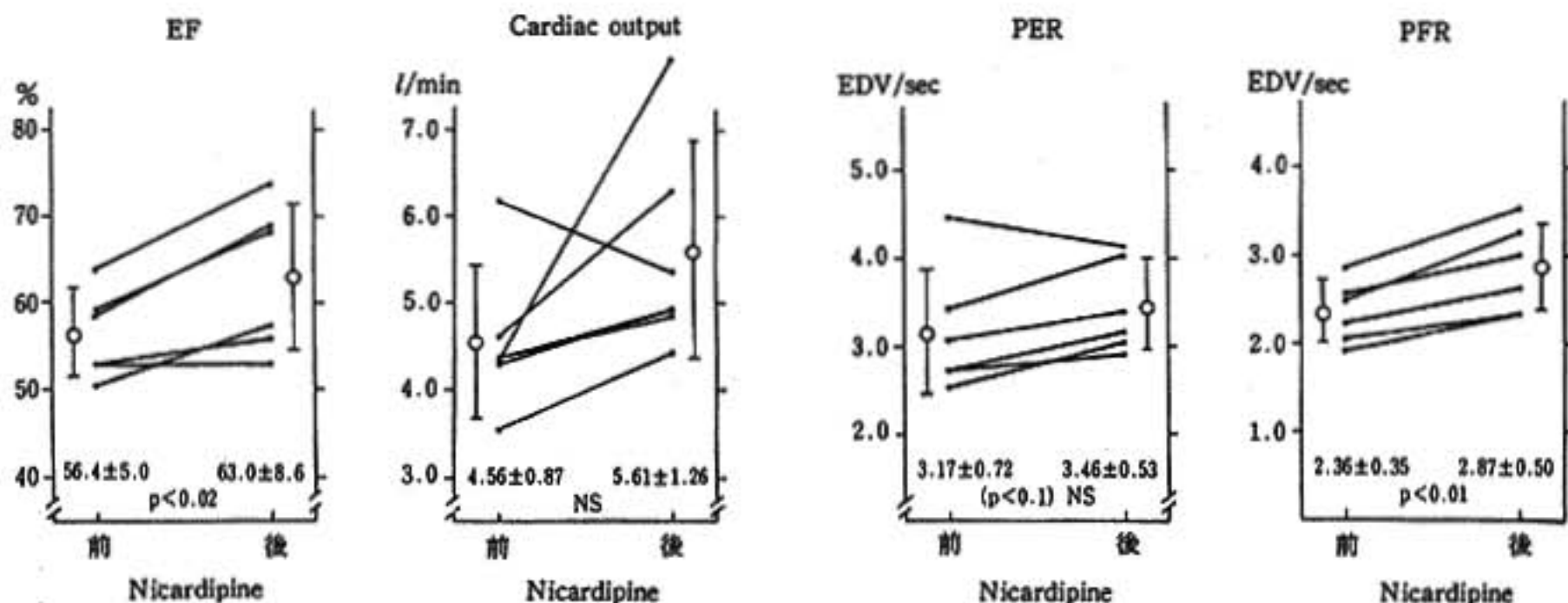


図 2 安静時の虚血心への nicardipine の効果
 EF : ejection fraction, PER : peak ejection rate, PFR : peak filling rate.

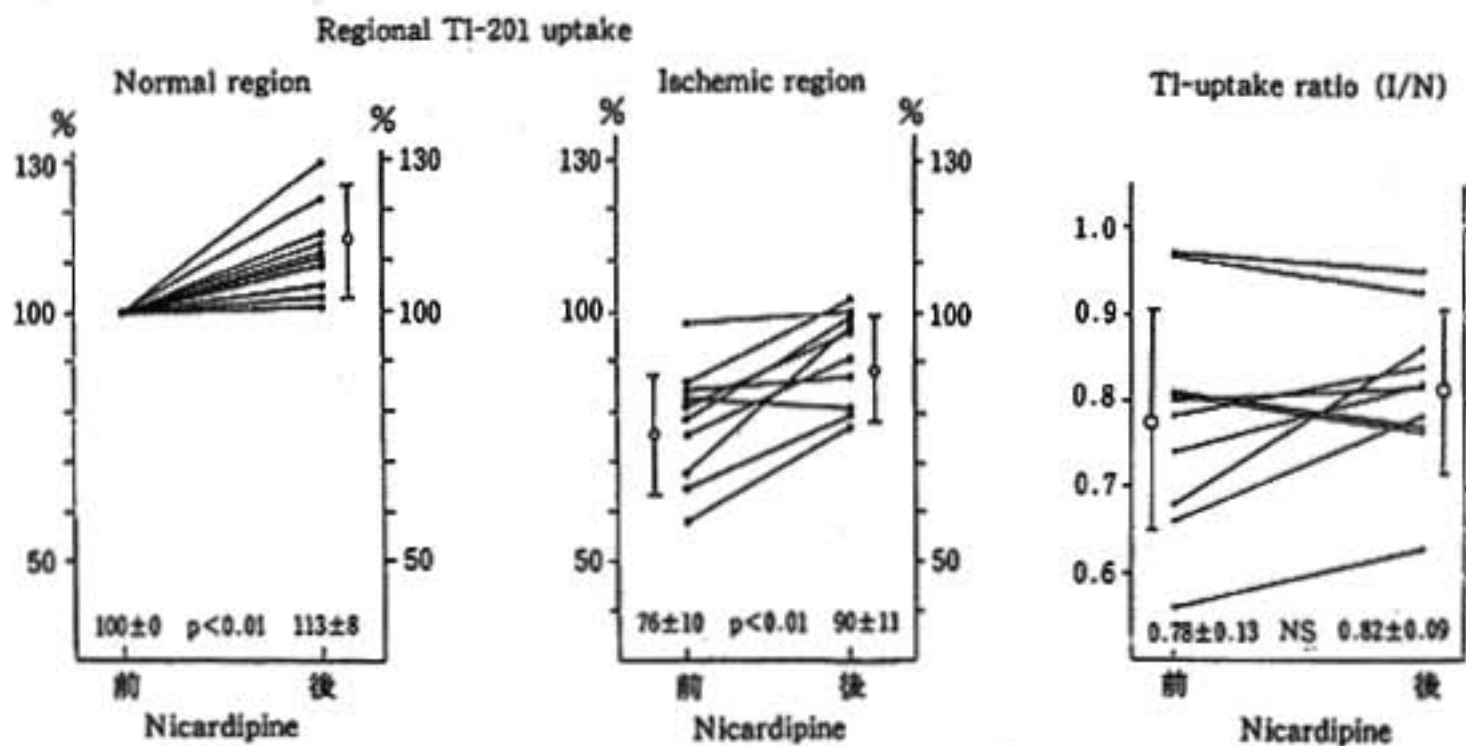


図 3 運動時の局所心筋血流量への nicardipine の効果

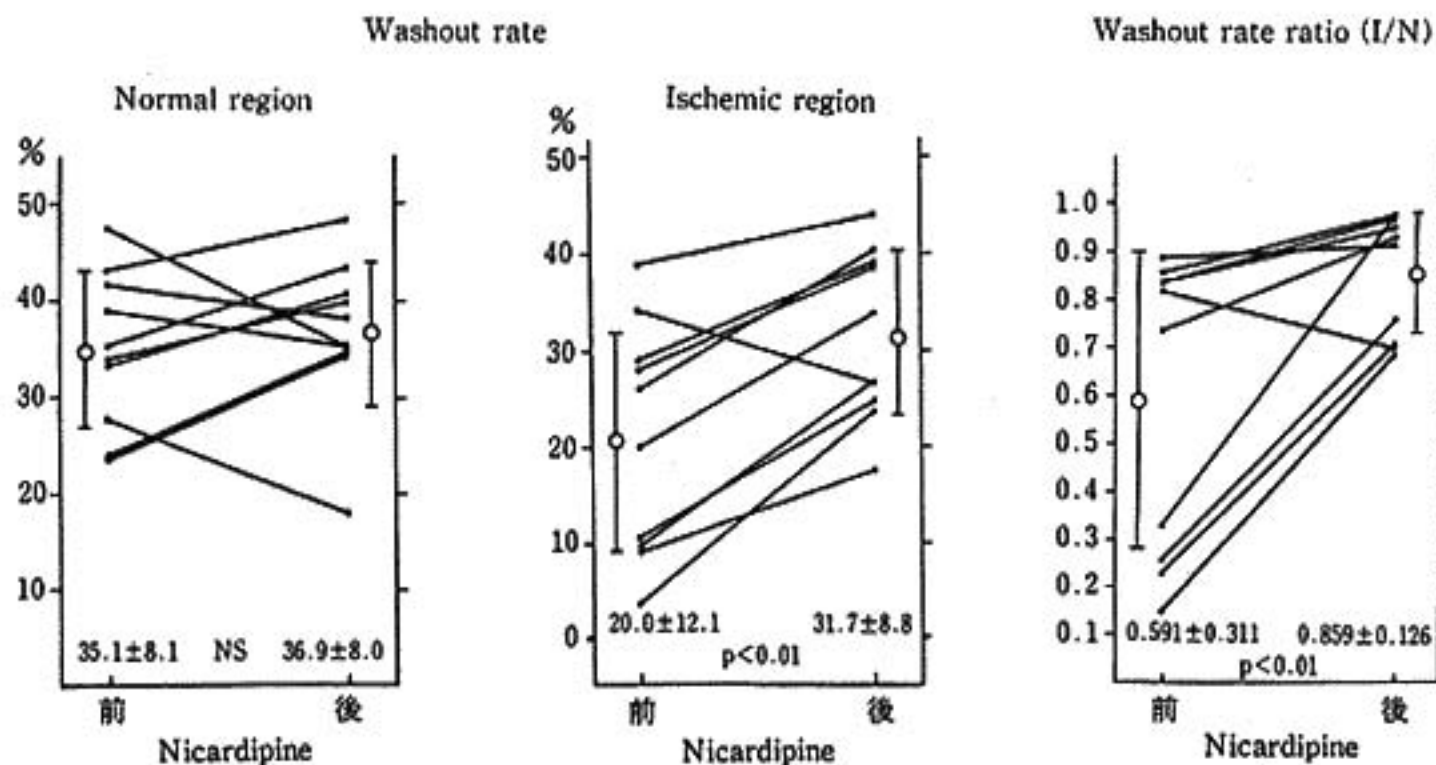


図4 Nicardipineの運動後3時間での thallium-201 の clearance (washout rate) への効果

ST低下の総和も 0.65 ± 0.43 mV から 0.52 ± 0.43 と減少傾向 ($p < 0.1$) がみられた。運動時の心拍数、血圧および pressure-rate-product には変化がみられなかった。局所心筋タリウム摂取量は局所心筋血流量と密なる関係のあることが知られているが²⁾、運動時の nicardipine の効果を心筋シンチで検討すると、コントロール運動時の健常部のタリウムの活性を 100 とすると、nicardipine にて健常部および虚血部共にタリウム活性の増加がみられた(図3)。コントロール時と同一 Tl-201 注入量であることからこの増加は、心拍出量に対する局所心筋血流量比の増加を意味する。その血流量比の増加は健常部と虚血部で同様に増加しているため、Tl-201 uptake の比(虚血部/健常部)は不変であった。虚血により低下する局所心筋の Tl-201 の clearance³⁾⁴⁾(washout rate) は nicardipine にて虚血部で増加がみられ(図4)、虚血の改善の所見を得た。

§ まとめ

Nicardipine の虚血心への効果を検討すると、安静時には末梢血管抵抗を減少させ、駆出率および最大充満率を増加させ、心拍出量および最大駆出率は増加傾

向がみられた。運動時の効果は健常部および虚血部の血流を増加させ、虚血を改善するとの結果を得た。

§ 文献

- 1) M. Ozaki, et al.: Relation of regional asynchrony to global left ventricular systolic and diastolic function in patients with angina pectoris without previous myocardial infarction, *Jpn. Circ. J.*, 51: 98, 1987.
- 2) A.P. Nielsen, et al.: Linear relationship between the distribution of thallium-201 and blood flow in ischemic and nonischemic myocardium during exercise. *Circulation*, 61: 797, 1980.
- 3) H.R. Schelbert, et al.: Time-Course of redistribution of thallium-201 administered during transient ischemia *Eur. J. Nucl. Med.*, 4: 351, 1979.
- 4) G.A. Beller, et al.: Time course of Thallium-201 redistribution after transient myocardial ischemia *Circulation*, 61: 791, 1980.

● 一般演題

狭心症患者におけるトレッドミル
運動試験回復期血圧反応波多野 潔* 兼松克美* 加藤和重* 斉藤二三夫*
横田充弘* 林 博史* 野田省二** 外畑 巖**

§ 目的

狭心症患者における treadmill 運動試験回復期収縮期血圧 (以下 SBP) 反応の経時的変化を主成分分析により解析し、回復期 SBP 推移のパターンと狭心症および左冠動脈主幹部病変との関連について検討した。

§ 対象

対象は心筋梗塞のない労作狭心症患者 52 名 (以下 AP; 年齢 34~68 歳, 平均 53 歳), 陳旧心筋梗塞を有する労作狭心症患者 40 名 (以下 MI+AP; 年齢 32~65 歳, 平均 54 歳), 狭心症のない陳旧心筋梗塞患者 47 名 (以下 MI; 年齢 33~60 歳, 平均 50 歳), 高血圧症患者 80 名 (以下 HT; 年齢 18~51 歳, 平均 34 歳), および健常対象 67 名 (以下 N; 年齢 21~43 歳, 平均 31 歳) であった。

§ 方法

症状制約 treadmill 運動試験を修正 Bruce 法にて無投薬下で実施した。狭心症を有する患者の運動終点は全例中等度胸痛とした。血圧は試験開始より回復期 5 分まで 1 分ごとに聴診法にて測定し、回復期血圧は全例臥位にて測定した。回復期 5 分間の SBP 推移を主成分分析および判別分析を用い検討した。各群間の主成分値の比較には 1 元配置分散分析法および多重比較 Scheffé 型 S 検定を用いた。AP, MI+AP, MI 群には全例冠動脈造影を施行し、75%以上の冠動脈狭窄を有

意とした。

§ 結果

図は運動試験回復期 5 分間の各群の SBP の平均値の推移を示す。●印は AP 群, ○印は MI+AP 群, △印は MI 群, ▲印は HT 群, ■印は N 群を示す。

MI, HT, N の狭心症のない群の回復期 SBP は運動終了直後より直ちに SBP が下降し順調に回復したが, AP, MI+AP の狭心症を有する群のそれは回復が遅れ, 前者と異なる回復期 SBP 推移パターンを示した。このパターンを検討するために回復期 5 分間の SBP の主成分分析を行った。

1. 回復期 5 分間の SBP 推移曲線の主成分分析結果
第 1 主成分 (以下 U1) の寄与率は 76%, 第 2 主成分 (以下 U2) の寄与率は 15.7% であり U1 値 (単位 mmHg), U2 値 (単位 mmHg) はそれぞれ次式によって得られた。

$$U1 \text{ 値} = 0.48 A + 0.47 B + 0.42 C + 0.39 D + 0.34 E + 0.32 F$$

$$U2 \text{ 値} = 0.69 A + 0.25 B - 0.11 C - 0.34 D - 0.38 E - 0.42 F$$

(A=運動終点 SBP, B=回復期 1 分 SBP, C=回復期 2 分 SBP, D=回復期 3 分 SBP, E=回復期 4 分 SBP, F=回復期 5 分 SBP)

AP, MI+AP, MI, HT, N 群の回復期 5 分間の SBP 推移曲線の U1 値の平均値±標準誤差はそれぞれ 385.8±8.8, 354.5±6.1, 350.5±6.6, 448.8±4.1, 367.7±4.4 であり, MI<MIAP<N<AP<HT 群の順に小さかった。

AP, MI+AP, MI, HT, N 群の回復期 5 分間の SBP 推移曲線の U2 値の平均値±標準誤差は, それぞれ

*名古屋大学医学部第 1 内科
(〒466 名古屋市昭和区鶴舞町 65)

**藤田学園保健衛生大学医学部内科
(〒470-11 豊明市沓掛町田楽ケ窪 1-98)

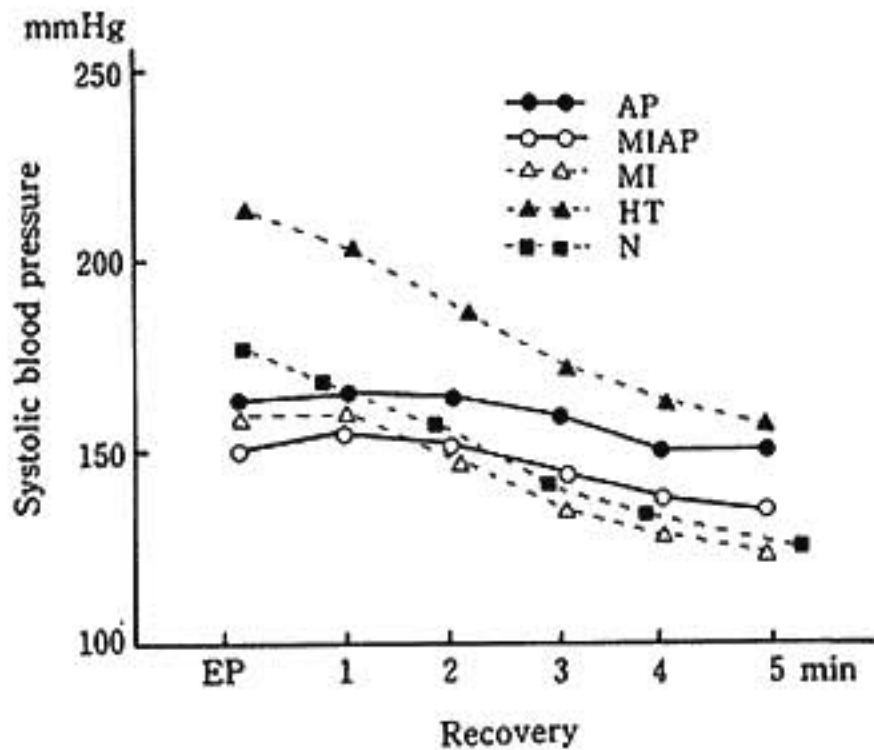


図1 狭心症患者におけるトレッドミル運動試験回復期血圧反応

-38.8±2.9, -31.9±3.5, -12.6±1.7, -9.4±1.3, -3.6±1.7であり, U2値はAP<MI+AP<MI<HT<N群の順に小さかった。

AP, MI+APの労作狭心症を有する群のU2値は, それを有しないMI, HT, N群のそれに比し有意に ($p<0.001$) 小であった。

2. 回復期血圧反応の第2主成分値と狭心症

APおよびMI+APの労作狭心症を有する群のU2値とHT, MI, Nの狭心症を有しない群のそれを用いて, U2による狭心症の有無の判別分析を検討した。判別境界におけるU2値は-22.0であり, 狭心症の判別確率は0.79であった。

U2値が判別境界値より大である症例を正常パターン, 小である症例を狭心症パターンとして狭心症の診断能を検討したところ, 正診率は81.1%, 感度75.0%, 特異度84.0%, 陽性試験予測値69.0%, 陰性試験予測値87.6%であった。

左冠動脈主幹部病変を有するAPとこれを有しないAPにおけるU2値はそれぞれ-68.0±15.0, -38.0±2.8であり, 前者のU2値は後者のそれに比して有意に小であった ($p<0.01$)。

狭心症を有する群の運動時間(6.7±0.4分)は他群のそれ(11.6±0.3分)に比し有意に短かった ($p<0.01$)。全症例の運動時間と回復期5分間SBP反応のU2値との間の相関係数は, 0.48で, 寄与率は0.23と小で

あった。

5 考按および結語

回復期5分間の収縮期血圧推移曲線の主成分分析による検討では, 第1主成分がレベルを第2主成分がパターンを示すと考えられた。労作狭心症患者の回復期SBP推移曲線の第2主成分値は狭心症のない症例のそれに比し有意に低値を示し, 前者は後者と異なる回復期血圧反応のパターンを有すると考えられた。第2主成分値による狭心症の判別確率は79.0%, 診断能81.1%と良好であった。Amonらは冠動脈疾患患者の回復期血圧反応と高血圧症患者のそれとの間に差はないと報告している¹⁾。本研究でも狭心症のない心筋梗塞患者と高血圧症患者との間の回復期血圧反応の第2主成分値に差が認められなかったが, 狭心症患者群と高血圧症患者との間の第2主成分値に差が認められ, 狭心症患者の回復期血圧反応パターンは高血圧症患者のそれと異なると考えられた。

Ellestadらは, 負荷強度が回復期血圧反応に大きく影響するので, 回復期血圧による冠動脈疾患の診断は信頼できないと報告している²⁾。本研究における狭心症患者群の運動時間は他群のそれに比し短く, 運動強度が低いため, 狭心症患者群の回復期血圧反応パターンが他群のそれと異なった可能性も否定できなかった。そこで運動時間と回復期5分間SBP反応の第2主成分値との相関関係を検討したところ, 全症例の運動時間と第2主成分値との間の相関は弱く, 回復期5分間SBP反応の第2主成分値に対する運動強度の影響は少ないと考えられた。

回復期血圧推移曲線の第2主成分値による狭心症の診断では心電図情報を利用しないため, 本法は心電図診断の困難な心室内伝導障害等をもつ労作狭心症の診断に有用と考えられた。労作狭心症患者の回復期における収縮期血圧推移曲線の第2主成分値は狭心症のない患者群のそれとは明らかに異なり, かつ左冠動脈主幹部病変の有無を判定しうる指標と考えられた。

5 文献

- 1) Amon, K.W. et al.: Circulation, 70: 951, 1984.
- 2) Ellestad, M.H.: Stress Testing, F.A. Davis, Philadelphia, 363, 1986.

● 一般演題

虚血性心疾患における dipyridamole 負荷法の意義

冠循環、心筋酸素および乳酸代謝面での検討

田本重美* 蓬萊卓磨* 石原 正* 関 一郎*
足立 至** 赤松久司** 赤木弘昭**

Dipyridamole (以下D) 負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィ (以下Dシンチ) は虚血性心疾患の診断に用いられているが、その一過性欠損の病態は、いまだ明確でない。我々はその究明を目的としてDシンチ上、一過性欠損を示す冠動脈狭窄例の冠循環、心筋酸素および乳酸代謝を正常例と対比検討した。

§ 対象と方法

LADに75%以上の狭窄を有し、Dシンチ上、同領域に一過性欠損を認める労作性狭心症7例 (AP群: 男3例, 女4例, 42~72歳, 平均60歳) と、心血管造影上異常のない9例 (N群: 男3例, 女6例, 52~77歳, 平均62歳) を対比検討した。なおAP群のLAD狭窄度はAHA分類の90% 3例, 99% 2例, 100% 2例で、うち1例は陳旧性下壁梗塞、2例は、下壁および前壁中隔梗塞を有するが、LADへの良好な側副血行路を認めた。方法はWilton Webster社製 multi-thermister catheter (CCS-8/7 U-90 K 2 D) を大心臓静脈に、Swan-Ganz catheter を肺動脈に留置し、熱希釈法にて大心臓静脈血流量 (GCVF, ml/min), 心係数 (CI, l/min/m²) を測定し、動脈圧は大腿動脈に挿入した catheter introducer により測定した。また動脈血と大心臓静脈血を同時採血し、酸素含量、乳酸濃度を計測、心筋酸素摂取 [$\text{O}_2(\text{A-S})$, ml/dl], 心筋酸素消費量 ($\text{M}\dot{\text{V}}\text{O}_2$, ml/min), 心筋乳酸摂取率 (LER, %) を求めた (表1)。ついでD 0.568 mg/kg を4分間で静注し、上記諸量の測定と採血を繰り返した。Dシン

チは、後日 Albro ら¹⁾の方法に準じて行った。

§ 結果

D負荷時AP群中1例に胸痛を、5例 (71%) に胸部誘導で1mm以上のST低下を認めた。

血行動態 (表1): 両群とも心拍数は上昇、血圧は低下し、pressure rate product (PRP) は、N群で上昇、AP群で低下の傾向を示したが、両群間に差はなく、CIはD負荷時N群に比しAP群でその増加は低かった ($p < 0.05$)。

冠循環、心筋酸素代謝 (表1, 図1): GCVFは、D負荷によりN群で平均72 ml/min から212 ml/minへ増加したのに対し、AP群では77 ml/min から144 ml/minへの増加にとどまり、N群に比しAP群は増加率が低かった [$196 \pm 71\%$ (M \pm SD) vs $87 \pm 67\%$: $p < 0.01$]。O₂(A-S)は、負荷前に両群間に差はなかったが、D負荷時N群に比しAP群は高値を示した ($p < 0.01$)。M $\dot{\text{V}}\text{O}_2$ は、D負荷によりN群で平均11%, AP群で14%増加したが、負荷前後を通じ両群間に差はなかった。

心筋乳酸代謝 (表1, 図1): LERは、負荷前に両群間に差はないが、D負荷時N群では1例を除き全て正であったのに対し、AP群では全例に心筋からの乳酸の遊出を認め、両群間に差を認めた ($p < 0.01$)。

§ 考按

Dシンチ上に認められる一過性欠損の機序としてGould²⁾は、冠予備能の低下による相対的血流の差であるとし、動物実験にて一過性欠損を生じるためには、D投与時に健常部と冠狭窄遠位部の血流の比が2:1以上であることが必要だと報告している。ヒトのD投与

*大阪医科大学第1内科

** 同 放射線科

(〒569 高槻市大学町 2-7)

表 1 Hemodynamics, coronary circulation and lactate metabolism

Parameters (M±SD)	N		AP	
	C	D	C	D
HR (beats/min)	78±14	94±16	75±14	85±15
M-BP (mmHg)	101±18	95±23	109±13	93±10
PRP (mmHg · beats/min · 10 ⁻³)	10.8±2.7	13.0±4.2	12.4±3.6	11.6±2.1
CI (l/min/m ²)	3.22±0.75	4.40±0.95	2.78±0.64	3.28±1.05
GCVF (ml/min)	72±50	212±152	77±43	144±83
O ₂ (A-S) (mg/dl)	10.3±1.4	3.8±0.6	9.5±1.0	5.7±1.3
M \dot{V} O ₂ (ml/min)	7.5±5.2	8.3±6.8	7.4±4.5	8.4±5.6
LER (%)	3.0±29.1	6.9±7.6	20.8±27.8	-36.0±40.1

C: control, D: dipyridamole, HR: heart rate, M-BP: mean blood pressure, PRP: pressure rate product, CI: cardiac index, GCVF: great cardiac vein flow, O₂(A-S): myocardial O₂ uptake, M \dot{V} O₂: myocardial O₂ consumption = GCVF × O₂(A-S), LER: lactate extraction ratio = [L(A) - L(S)]/L(A).

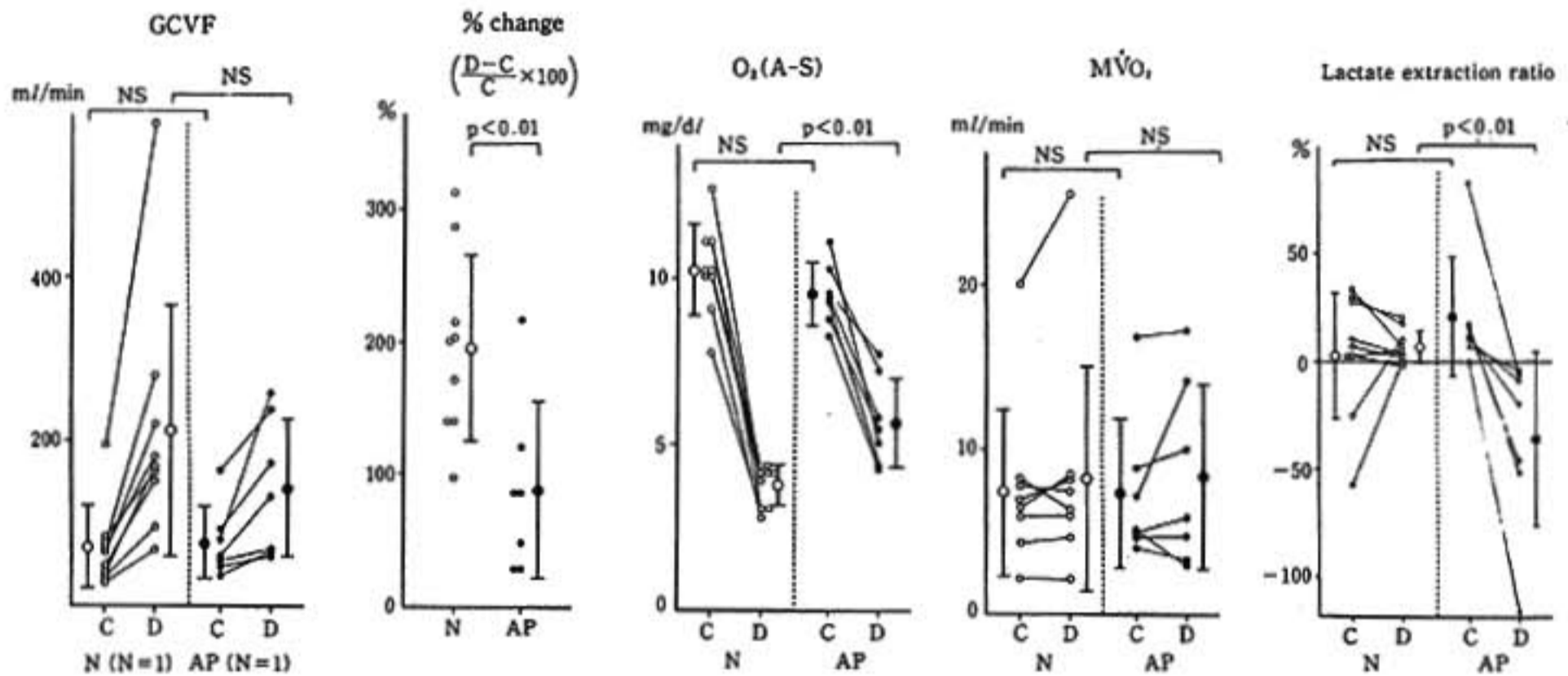


図 1

時の冠血流については、Feldman ら³⁾、Kurimoto ら⁴⁾は、冠狭窄群は非冠狭窄群に比し冠血流量の増加は不良であるとし、Picano ら⁵⁾は、冠狭窄群のうち心エコーでD負荷により壁運動異常を生じた例は、冠血流量の増加が不良であると報告している。一方 Marchant ら⁶⁾は、その増加率に差を認めていない。しかしこれらの報告はシンチとの対比がなされておらず、また下壁および前壁領域の冠血流量を測定しているが、下壁領域の血流量の測定方法には疑問がある³⁾。我々はこれらの不備を除外するため、LAD領域に限定し、Dシンチで一過性欠損を生じた症例に対し、同じD負荷方法で冠血流量を測定したが、このような報告はいまだ見られない。今回の結果では、D負荷によるGCVFの増加はN群に比しAP群で低く、Dシンチでの一過性欠

損の成因に冠予備能の低下が考えられた。またD負荷時O₂(A-S)は、N群に比しAP群で高値を示したが、GCVFとO₂(A-S)の積であるM \dot{V} O₂の平均変化率は、両群間に差がなく、AP群での冠予備能低下をO₂(A-S)の増大により補うことが推察された。またD負荷時AP群では71%に虚血性ST低下、100%に心筋から乳酸の遊出を生じ、一過性欠損の成因に心筋虚血の関与が強く示唆された。D負荷による心筋虚血の原因として、Gould⁷⁾は血流速度の増加により狭窄部での圧較差を生じ、狭窄遠位部の冠灌流圧が低下し、心内膜側から心外膜側へのsteal現象を生じるため、全体としては血流が増加しても心内膜側では血流低下が起こることによると述べている。過去の報告でのD負荷時のST低下の頻度は3~79%¹¹⁾、心筋からの乳酸の遊出

は22%³⁾, 42%⁴⁾と我々の結果に比べ低頻度であるが、これは、我々の症例には比較的冠狭窄度の強い症例が多く含まれている点、および対象をDシンチ上、一過性欠損を認めた症例に限定したことが原因と思われる。

§ 結果

Dipyridamole 負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィに認める一過性欠損の成因として、高度冠狭窄例においては、狭窄部以下の灌流領域の血流量の増加は健常部に比し少なく、それに伴い心筋虚血が誘発される病態が考えられた。

§ 文献

- 1) Albro, P.C. et al.: Am. J. Cardiol., 42: 751, 1978.
- 2) Gould, K.L.: Am. J. Cardiol., 41: 267, 1978.
- 3) Feldman, R.L. et al.: Circulation, 64: 333, 1981.
- 4) Kurimoto, Y. et al.: Jpn. Circ. J., 50: 949, 1986.
- 5) Picano, E. et al.: J. Am. Coll. Cardiol., 8: 84, 1986.
- 6) Marchant, E. et al.: Am. J. Cardiol., 53: 718, 1984.
- 7) 浜重直久, ほか: 心臓, 18: 817, 1986.

● 統一テーマ

高齢者における target heart rate の再評価

山口一郎・小松栄一・見沢達夫・宮沢光瑞*

心拍数 (HR) は運動強度を推定する指標として利用され, target heart rate (THR) は運動負荷試験の中止基準の1つとして広く用いられている。その概念は, 1) HR と運動強度が直線関係にあり, 2) 最大 HR が年齢ごとに一定であるとの経験的事実に基づいている。本研究ではこれら2点を再検討すると共に, 本邦で普及している THR (190-年齢)¹⁾における実際の運動強度を検証した。

§ 対象と方法

健常志願者 47 (男 34, 女 13) 名, 43~74, 平均 58 歳を対象として, 3分ごとに 20~25 W 漸増する仰臥位最大運動負荷試験を施行した。HR および体酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) を連続測定し, 各段階最終1分間の値を利用して, 安静時から最大負荷時までの HR- $\dot{V}O_2$ (最大 $\dot{V}O_2$ を 100 として正規化) 関係を個々に解析した。負荷終了後 0, 3, 6 分に動脈採血し, 血漿乳酸値を測定した。

§ 成績

動脈血乳酸値は全例 8 mM 以上 (8.7~16.4) に上昇し, 最大負荷を達成したと判定された。図 1 に 3 例の HR- $\dot{V}O_2$ 関係を示す。KI 例のごとく安静時から最大負荷までの全範囲に亘って直線関係 ($r > 0.99$) が認められるもの (L 群, 14 例), 当初の数段階は直線性を呈するが, HH 例のごとく最大 $\dot{V}O_2$ の 65~88, 平均 79 % 以上で HR の上昇度が低下するもの (D 群, 12 例), SA 例のごとく最大 $\dot{V}O_2$ の 56~98, 平均 76 % 以上の範囲で逆に上昇度が増加するもの (U 群, 21 例) の 3 群に分けられた。直線関係における Y 切片と傾きの違い, 高度負荷領域での非直線性の関与などにより, THR (190-年齢) における運動強度は, 最大 $\dot{V}O_2$ の 54~95,

平均 72 ± 10 % と個体差が大で, これは年齢と無関係であった (図 2)。3 群を比較すると, 年齢, 運動能力 ($\dot{V}O_{2max}$), 安静時 HR には差がなかったが, D 群の HR- $\dot{V}O_2$ 関係の直線範囲における傾きは他 2 群より有意に大きく, これを反映して THR における % $\dot{V}O_{2max}$ は小であった (表 1)。最大 HR と年齢との関係を図 3 に示す。両者間には有意な負相関関係を認めたが, 同時に個体差も大で, 回帰直線に対する standard error of estimate (SEE) は 10.5 と算定された。図上の破線はこれより推定された 95 % 分布域を示す。

§ 考察とまとめ

Åstrand-Ryhming ノモグラム²⁾の発表以来 HR- $\dot{V}O_2$ 関係の研究は数多く, 高度負荷領域での傾斜の低下が主に若年者においてしばしば指摘されてきた^{3)~5)}。このような現象は本研究でも約 1/4 例 (D 群) で観察されたが, 約 1/2 例 (U 群) で逆の現象を呈したことは, 循環調節系の加齢変化を示唆する所見として注目された。また, 中高齢者における HR- $\dot{V}O_2$ 関係の非直線性が多様であることは, THR の基本概念に合致しないことを意味し, 事実, 190-年齢の HR における運動強度には 40 % $\dot{V}O_{2max}$ の個体差が観察された。図 2のごとく半数近くの例が AT 近辺あるいは AT 以下の運動強度に留まると推定される一方, 90 % 以上の強度に達する例もあり個人差が大である。したがって, 190-年齢を運動強度の指標として用いる場合は, このようなバラツキの存在を念頭におく必要がある。

§ 文献

- 1) 岡本 登: 循環器負荷試験法 (改訂第 2 版) 診断と治療社, 1986, p. 55.
- 2) Åstrand, P.-O. et al.: J. Appl. Physiol., 7: 218, 1954.
- 3) Wyndham, C.H. et al.: J. Appl. Physiol., 14: 927, 1959.

*山形大学医学部中央検査部
(〒990-23 山形市飯田西 2-2-2)

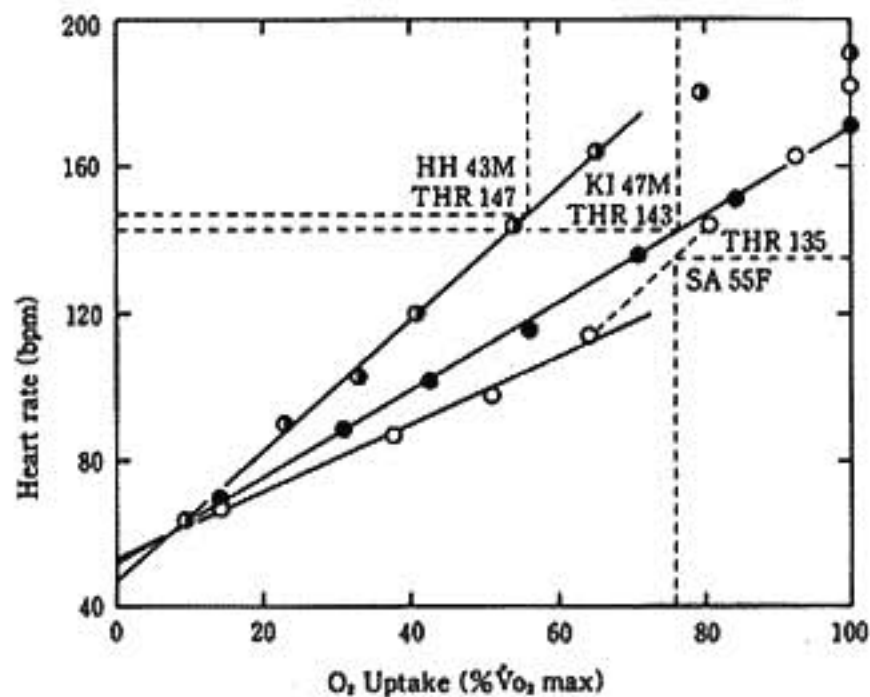


図 1 3例のHR- $\dot{V}O_2$ 関係

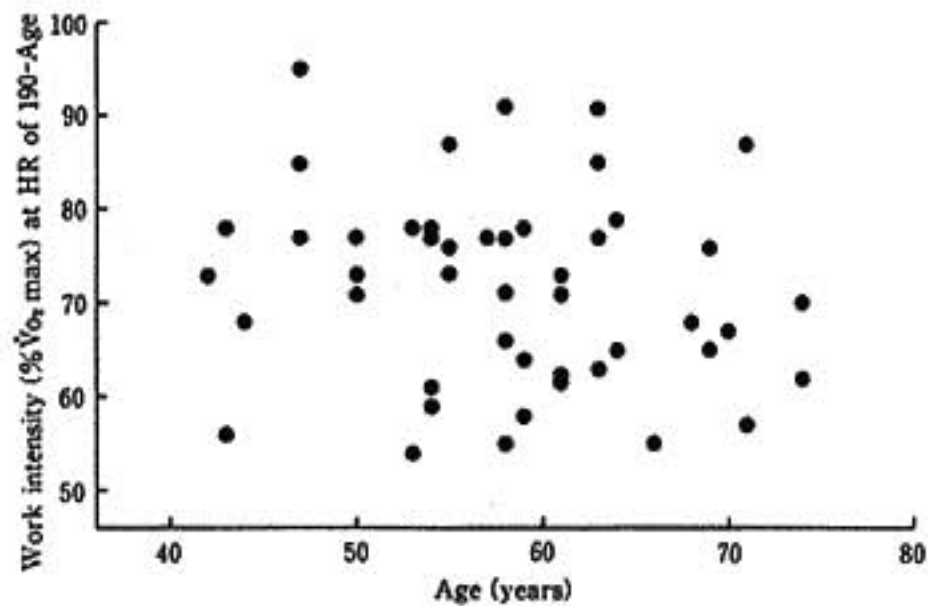


図 2 THR (190-年齢) における運動強度

表 1 3群の比較

	Downward (D)	Linear (L)	Upward (U)
Number (F)	12(4)	14(4)	21(5)
Age (years)	55±8	58±6	60±9
$\dot{V}O_2$ max (ml/min·kg)	29.8±5.3	29.2±4.7	28.3±3.0
LA max (mM)	12.0±2.2	11.6±2.4	11.7±2.0
HR rest (bpm)	66±9	68±9	65±8
HR max (bpm)	174±10*	163±10	165±13
Slope (bpm/% $\dot{V}O_2$ max)	1.36±0.22*	1.06±0.10	9.99±0.14
% $\dot{V}O_2$ max at THR	63±7*	72±10	77±9

mean±SD *p<0.05 vs. L and U

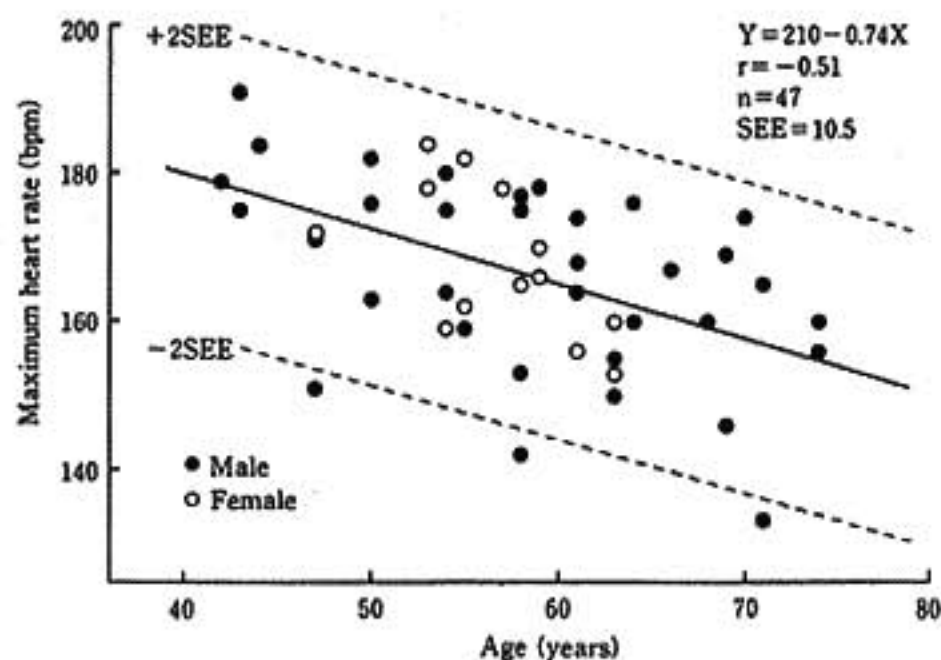


図 3 最大心拍数と年齢の関係

4) Rowell, R.B. et al.: J. Appl. Physiol., 19: 919, 1964.

5) Legge, B.J. et al.: J. Appl. Physiol., 61: 1203, 1986.

● 統一テーマ

老年心筋梗塞患者の低強度運動負荷試験

大重 匡* 山本信行* 中村純子* 源 菜穂子*
久保 晃* 古名丈人* 林 泰史** 松下 哲***

急性心筋梗塞のリハビリテーションは、老人においても重要なテーマであり、東京都老人医療センターでは、昭和55年より組織的にこれを行ってきた。我々理学療法士は医師、看護婦と連絡をとりつつ、Coronary Care Unitより訓練を開始し、500m歩行、階段昇降、トレッドミル歩行の練習まで行い、そして、プログラム終了時にはトレッドミル負荷による評価を行っている。そこで、今回は、統一テーマの主旨に従い、老年心筋梗塞患者に対する低強度運動負荷試験の方法を紹介し、あわせて、運動負荷試験における身体反応、そして、身体反応と臨床所見の冠危険因子・血行動態との関連についてを報告する。

§ 対象

対象は、昭和58年9月より昭和61年3月までの期間に当センター作成の心筋梗塞の急性期リハビリテーションプログラムの全過程を終了した、65歳以上で初回梗塞の41例（男性25例、女性16例）年齢75±6歳（最高年齢86歳）である。なお、発症より試験までの期間は50±17日であった（mean±SD）。

§ 方法

試験条件として、試験前に1週間のトレッドミル歩行練習を行い、試験は、主治医の監視下で行った。運動負荷は、Naughton¹⁾の漸増負荷の変法で負荷時間を3分間から5分間に延長し各負荷段階の間に5分間の坐位を取る間欠的漸増負荷とした(図1)。レベル1の歩行速度は1 mile/hr、傾斜は0%、レベル2からレベル5までは速度を2 mile/hrで一定にし、傾斜を0、

3.5, 7, 10.5%に変化させた。各レベルのMETs数は、1.6, 2, 3, 4, 5 METsに相当する。12誘導心電図は、ストレスコードを用い測定した。その測定は、安静臥位と安静坐位さらにST変化を正確に判断するために各レベル終了直後、坐位にて測定した。心拍数は、テレメータ心電計を用い経過中すべてを測定した。血圧は、水銀血圧計を用いた。運動負荷の中止基準は、表1に示した。統計処理はStudent t-testを用いた。

§ 結果

(1) 運動負荷試験の安全性と中止基準

老年心筋梗塞患者41例に低強度運動負荷試験を行い、すべての症例について安全に試験を行えた。運動負荷試験の中止は主治医の判断により行った。この判断は、1症例に対し、2項目以上の場合もあった(表1)。中止基準で多かったのは、1mm以上のST下降と、年齢別最大心拍数の85%に達した例が多い傾向にあった。ここで、1mmのST低下を示した時の心拍数は年齢別最大心拍数に対する割合で81.4±10%となり、これは、年齢別最大心拍数の85%とほぼ一致していた。

(2) 運動負荷試験の到達度と年齢

各ステージの到達人数はしだいに減少し、ステージの到達度を、75歳を境に2群に分けMETs数で比較すると、75歳以下は3.5±1.2 METs、76歳以上は2.9±1.1 METsとなり、76歳以上は有意に低かった(p<0.05)。

(3) 運動負荷試験における身体反応

各段階のpressure-rate productは、レベルの上昇とともに増加し、心拍数でも、同様の傾向が伺われた(表2)。運動負荷試験の各レベルの身体反応を年齢別予測最大心拍数(220-年齢)²⁾を最大としてその割合で示すとその反応は65%から80%程度であった(表2)。

*東京都老人医療センター理学療法科

** 同 リハビリテーション診療科

*** 同 研究検査科

(〒173 東京都板橋区栄町 35-2)

第 25 回 循環器負荷研究会

日 時：昭和 62 年 8 月 8 日

会 場：エーザイ株式会社・本社新館 5 階ホール

●一般演題

- 1) 健常男性における各 stage ごとの運動負荷時非観血的心拍出量測定を試み
東邦大学 高木利明, ほか……57
- 2) 高齢者高血圧症の運動負荷に対する昇圧反応性
—心肥大との対比—
千葉大学 山田憲司郎, ほか……59
- 3) 肥満に伴う高血圧と高脂血症の運動療法
愛知県総合保健センター 杉原弘晃, ほか……62
- 4) 慢性高度貧血者の運動時心拍数増加の経過と耐容能の関係
産業医科大学 吉原伸吾, ほか……65
- 5) 運動負荷による心肺機能の評価についての検討
—心拍数と呼吸数の反応を用いて—
山梨医科大学 井尻 裕, ほか……68
- 6) Pulse oximetry と呼吸商の変動
昭和大学 兼坂 茂, ほか……71
- 7) 心不全患者における運動負荷試験と β_1 adrenoceptor partial agonist,
xamoterol の神経体液性因子に及ぼす効果
福岡大学 広木忠行, ほか……74
- 8) 有意冠動脈狭窄病変を認めないペーシング負荷陽性例における冠予備能の検討
防衛医科大学校 荒川 宏, ほか……77
- 9) トレッドミル負荷時の ST-HR ループの意義 (ML-8000 による検討)
東京大学 川久保 清, ほか……80
- 10) 陳旧性心筋梗塞患者におけるトレッドミル負荷心電図の臨床的検討
山形大学 遠藤康弘, ほか……83
- 11) 運動負荷における胸痛の有無とタリウム心筋シンチグラフィ
浜松医科大学 倉田千弘, ほか……86
- 12) ニカルジピンの狭心症における安静時および運動時の効果について
山口大学 尾崎正治, ほか……89
- 13) 狭心症患者におけるトレッドミル運動試験回復期血圧反応
名古屋大学 波多野 潔, ほか……92
- 14) 虚血性心疾患における dipyridamole 負荷法の意義
—冠循環, 心筋酸素および乳酸代謝面での検討—
大阪医科大学 田本重美, ほか……94

●統一テーマ

I. 高齢者の運動負荷試験

- 1) 高齢者における target heart rate の再評価
山形大学 山口一郎, ほか……97
- 2) 老年心筋梗塞患者の低強度運動負荷試験
東京都老人医療センター 大重 匡, ほか……99
- 3) 高齢者運動負荷におけるアームエルゴメーター利用について
聖マリアンナ医科大学 榊原雅義, ほか……102

II. Anaerobic threshold 測定の臨床的意義とその問題点

- 1) AT 測定に対する新手法の提案
—時間・Air N₂ 曲線の有用性について—
国立循環器病センター 大林良和, ほか……105
- 2) 呼気ガス分析による AT 測定上の問題点
東京医科歯科大学 伊東春樹, ほか……108
- 3) 作業筋の血流量および酸素摂取率と乳酸変動
久留米大学 大北泰夫, ほか……111
- 4) 虚血性心疾患における嫌気性代謝閾値と虚血性 ST 低下の関係
東京医科大学 佐藤 博, ほか……114
- 5) 虚血性心疾患における運動耐容能の指標としての嫌気性代謝閾値の意義
筑波大学 鯉坂隆一, ほか……116
- 6) 心筋梗塞患者の anaerobic threshold に関する検討
和歌山県立医科大学 中村秀也, ほか……119