低強度 treadmill 歩行運動における循環・換気応答の検討

森 紳* 外畑 巌* 永井伸枝** 伊藤幹弥** 吉田 哲**
安保泰宏** 中野 博** 渡辺佳彦** 水野 康**

§ 目的

Treadmill 装置を用いた歩行運動は，運動強度・環境の定常化および循環呼吸反応の監視が容易であるため，高齢者や中等度以下の心肺機能障害患者の有酸素運動訓練にも適用可能と考えられる．近年，種々な分野の運動訓練に際し，無酸素性作業閾値（AT）[1]を指標とした運動処方が多くみられるようになってきた．しかし，AT 検出には呼気ガス分析器などの装置を要するため必ずしも汎用的とはいえず，また高齢者や有病者においては運動能力の低さによりATを求められない例も少なくない．

本研究では，高齢者の低強度平坦 treadmill 歩行運動における循環・換気応答，自覚的運動強度などを若年者と比較・検討し，高齢者の歩行運動訓練での至適運動強度を見いだすことを目的とした．

§ 対象および方法

呼吸・循環系ならびに骨・筋・神経系に明らかな異常を認めない 67～80 歳(平均 72.5 歳)の健常高齢者 15 例(以下，高齢群)および 22～34 歳(平均 27.9 歳)の健常若年成人 15 例(以下，若年群)を対象とした．フクダ電子製 treadmill 装置 MAT-5000 および MAT-2000 を用い，傾斜を 0 %に固定し，速度を高齢群で 1.0,1.3,1.7 および 2.0 mph,若年群では 1.0,1.7,2.0 および 2.5 mph へと 4 分ごとに漸増する多段階心肺運動試験を施行した．各段階における終末時の血圧，心拍数および Borg 指数を測定した．ミナト医科学製呼気ガス分析器 AE-280 を用いて breath by breath 法により呼気ガス分析を行い，各段階の終末 1 分間の平均酸素摂取量($\dot{V}O_2$)を求めた．また，各段階の終末分時歩数を計測した．

§ 結果

$\dot{V}O_2$は，高齢群，若年群の両者とも treadmill 速度の増加に伴いほぼ直線的に漸増した．1.0,1.7 および 2.0 mph の各速度において両群にいずれも有意差を認めなかった．$\dot{V}O_2$と treadmill 速度には，図 1 に示す上段の高齢群で r=0.62，下段の若年群では r=0.72 と とも

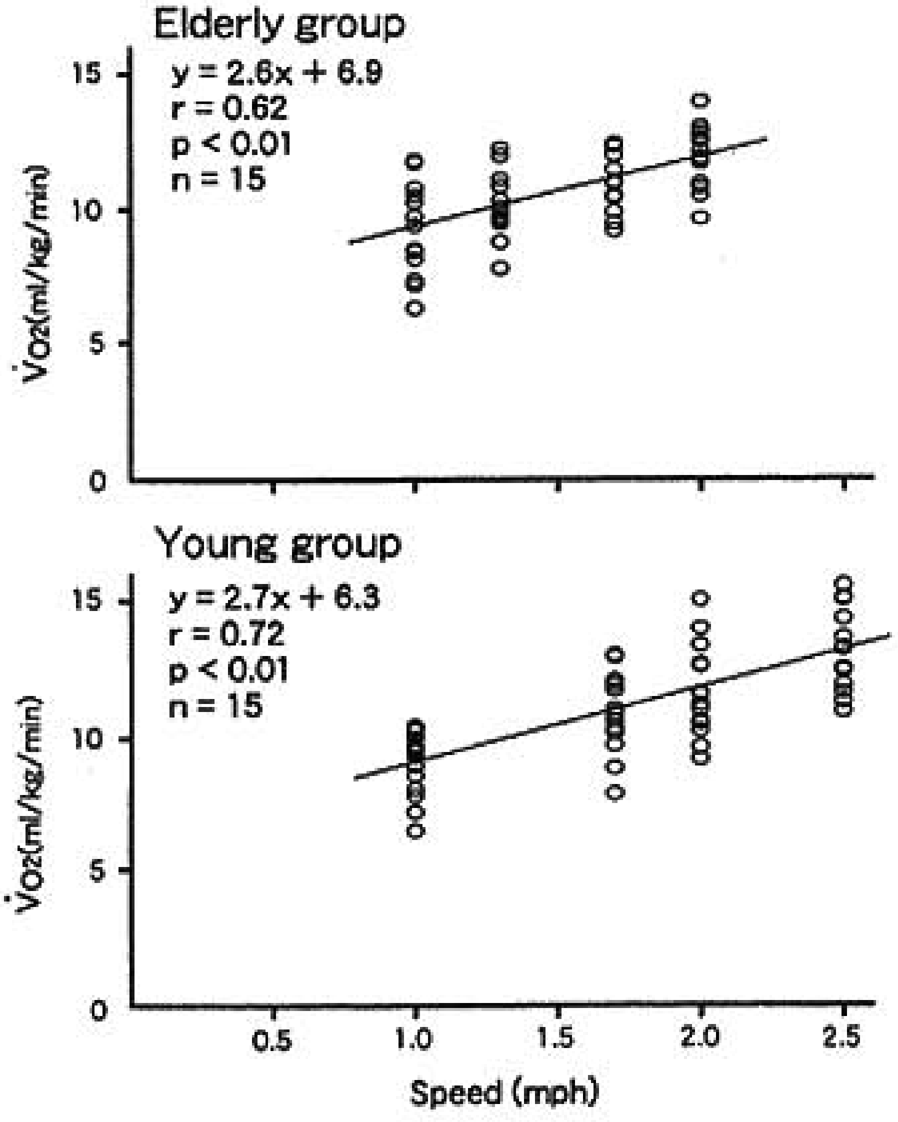


図 1 低強度平坦 treadmill 歩行運動における $\dot{V}O_2$と歩行速度の関連

*藤田保健衛生大学七栗サナトリウム内科
(〒514-12 久居市大鳥町字向広 424-1)
**藤田保健衛生大学医学部内科
(〒470-11 豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98)

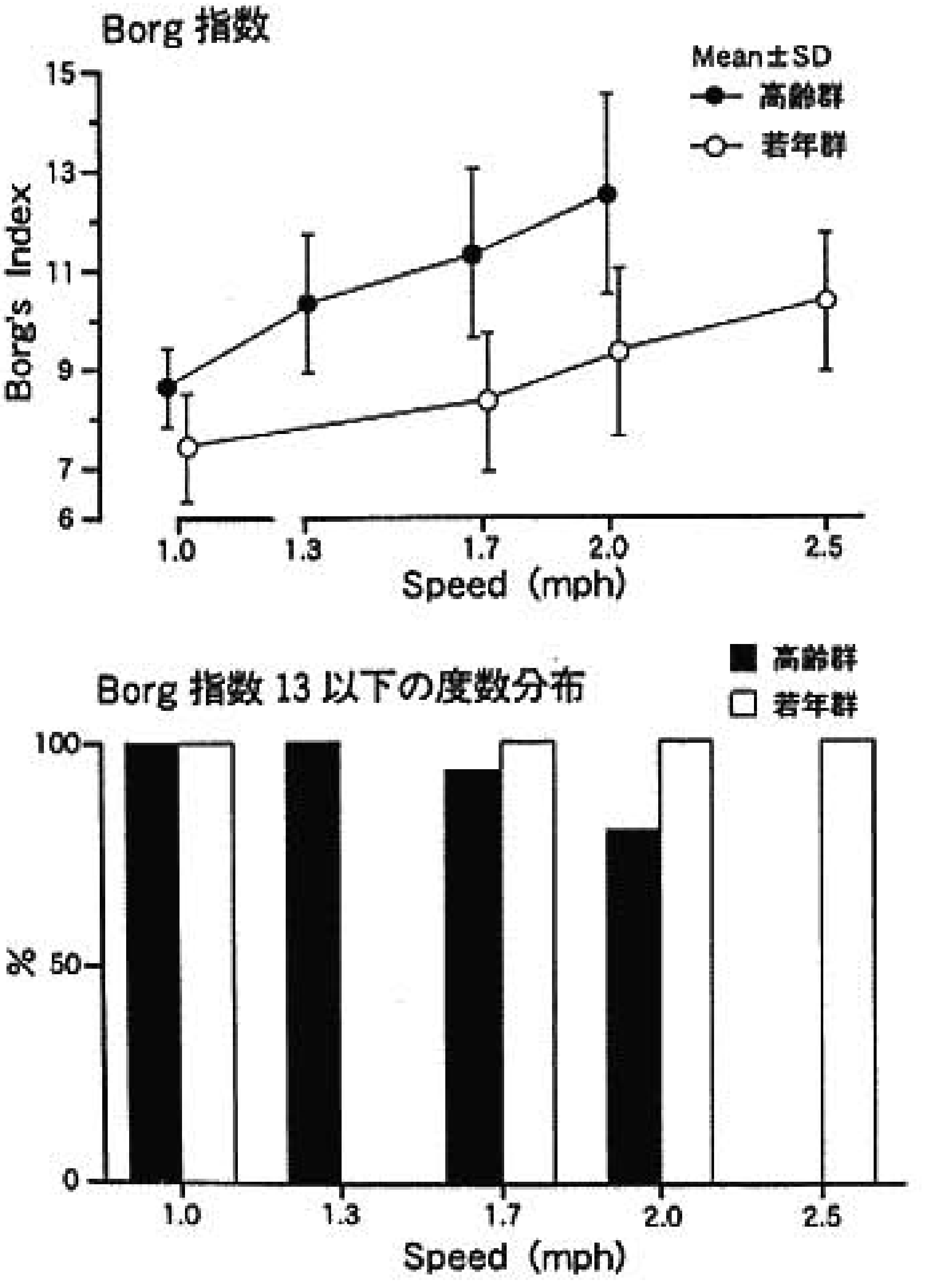


図 2 低強度平坦 treadmill 心肺運動試験における Borg 指数の推移と Borg 指数 13 以下の度数分布

に危険率 1 %未満の有意な正相関を認めた．

分時歩数も両群で速度とともに漸増したが，速度 1.0 mph においては，若年群に比べ高齢群で有意(危険率 5 %未満)に多く，1.7 および 2.0 mph でも高齢群で多い傾向を認めた．一歩あたりの $\dot{V}O_2$を算出すると，両群において各段階とも 0.13 ml/kg 前後であり，両群間，各段階間に有意差を認めなかった．

心拍数は両群とも各運動段階の進行に伴い増加したが，その反応は緩徐であった．速度 1.0，1.7 および 2.0 mph において両群間に有意差を認めなかった．心拍数と treadmill 速度の間には，高齢群では r=0.34，若年群では r=0.46 のともに危険率 1 %未満の弱い正相関を認めた．両群の，運動に伴う収縮期血圧変動はいずれも僅少であった．

Borg 指数は両群において，漸増する設定運動強度に伴い増加した．Treadmill 速度 1.0，1.7 および 2.0 mph における両群の差はいずれも有意(危険率 1 %未満)であった．高齢群で 1.3 mph 以下，若年群で 2.5 mph 以下の速度では，全例が Borg 指数 13 以下であった(図 2)．

§ 考察

Patterson[2]らは，多段階 treadmill 歩行運動において $\dot{V}O_2$と速度との間には二次相関関係を認めるとしている．しかし，低強度平坦 treadmill 運動においては，高齢群，若年群とも運動段階の進行に伴う $\dot{V}O_2$の増加が緩徐であり，急峻な増加をみず，両者は一次相関を示した．したがって，一次回帰式により treadmill 速度からその時点の $\dot{V}O_2$の推定がある程度可能と考えられた．また，一歩あたりの $\dot{V}O_2$は両群とも各段階において 0.13 ml/kg 前後であり，歩数を乗じることによりその運動段階の $\dot{V}O_2$を概算することが可能であった．平地歩行による高齢者の自己運動訓練においては，歩速・歩数および訓練時分を考慮した運動処方により，適切な有酸素運動訓練が実施しうるであろう．

低強度運動においては，心拍数反応は緩徐であり，歩行速度との間には良好な相関を認めなかった．同運動では，心拍数を至適運動強度設定の指標として利用することは適切でない．

元来，高齢者や有病者では，身体適性のみならず motivation の点からも急速度の歩行運動を行うことは不可能であり，その強度処方設定においては運動中の自覚症状が重要な所見となる．高齢者において，treadmill 速度 1.3 mph 以下では 15 例全例が Borg 指数 13(「ややきつい」)以下であり，そのうち 14 例(93.3 %)が 11 以下であった．上嶋らは[3]，Borg 指数 13 がほぼ AT 時の負荷量に対応する自覚症状を表現していると報告している．高齢者の有酸素運動処方における至適歩行速度は，Borg 指数推移の観点からすれば 1.3 mph と推察された．

高齢者に一定時分継続可能な運動処方のためには，自覚的運動強度を参考とし，それに基づく設定が必要と考えられた．

§ 文献

1) Wasserman K, Whipp BJ, Koyal N, et al: Anaerobic threshold and gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 1973；**35**：236-243
2) Patterson JA, Naughton J, Pietras RJ, et al: Treadmill exercise in assessment of the functional capacity of patients with cardiac disease. *Am J Cardiol* 1972；**30**：757-762
3) 上嶋健治，平盛勝彦，ほか：運動時の自覚症状の半定量的評価法の検討．日本臨床生理学会誌 1988；**18**：111-115

肺胞および死腔換気動態からみた心不全例の運動時換気亢進機序の検討

外山昌弘*　鰺坂隆一*　坂本和彦***　斎藤　巧*　山内孝義***
増岡健志†　渡辺重行***　稲葉　武**　杉下靖郎*

Weber らは心不全患者の運動中の換気反応について検討し，健常者に比し換気反応の亢進が認められると述べ[1]，Rubin らは運動時の換気の亢進は肺胞過換気の出現と，死腔換気の増加(換気効率の低下)の2つの機序によると報告した[2]. 肺胞過換気については，急性の肺静脈圧の上昇や慢性のうっ血にもとづく肺コンプライアンスの低下が J-receptor を介し換気を亢進する機序や代謝性アシドーシスが末梢の化学受容体を介し換気を亢進する機序が想定されている[2]．しかし，肺静脈圧の上昇が肺の J-receptor を介し換気を亢進する機序は Fink らの僧帽弁狭窄症の検討などでは否定的である[3]．一方，死腔換気の増加については，「浅くて早い」呼吸パターンに伴う一回換気量(VT)の減少や[1]，局所的な肺コンプライアンスや気道抵抗の変化による換気血流不均等によると報告されている[2]. Sullivan らは，$PaCO_2$が運動中正常範囲内に維持されることから心不全患者においても呼吸調節は正常に機能していると述べ[4]，換気亢進は Wilson らの上げた慢性的な肺うっ血による肺実質や血管壁の変化と，換気血流不均等によると報告した[5]. Kobayashi らは，安静時には機械的死腔，運動中は生理的死腔の増加を認め，運動強度によって死腔換気亢進の機序が異なることを示した[6].

本研究では，慢性心不全患者の運動時換気亢進について，換気量を死腔換気量と肺胞換気量に分け，その動態について検討した.

*筑波大学臨床医学系内科
**　同　機能検査部
(〒305　つくば市天王台 1-1-1)
***筑波記念病院内科
(〒300-26　つくば市要 1187-299)
†日立製作所日立総合病院内科
(〒317　日立市城南町 2-1-1)

§ 対象および方法

対象は各種心疾患患者 34 例(全例男性，平均年齢 56±13 歳)であり，NYHA 心機能分類上Ⅰ度 11 例，Ⅱ度 12 例，Ⅲ度 11 例であった．全例，安静時の血液ガス所見は正常であり，呼吸器疾患の合併を認めなかった．運動負荷は，坐位自転車エルゴメータを用いた症候限界性の ramp 負荷を施行し，呼気分析により分時換気量($\dot{V}E$)，酸素摂取量($\dot{V}O_2$)，二酸化炭素排泄量($\dot{V}CO_2$)を測定した．同時に肘動脈に留置したエラスター針より1分毎に採血を行い血液ガス諸量，乳酸濃度を測定した．肺胞換気量($\dot{V}A$)は，肺胞換気公式($\dot{V}A=0.863\times\dot{V}CO_2/PaCO_2$)から，死腔換気量($\dot{V}D$)は，$\dot{V}E-\dot{V}A$ から算出し，$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$を $\dot{V}D/\dot{V}CO_2$と $\dot{V}A/\dot{V}CO_2$に分けてその動態について検討した．$\dot{V}E/\dot{V}O_2$の上昇開始点を嫌気代謝閾値(AT)，isocapnic buffering の後 $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$が上昇し始める点を呼吸性代償開始点(RC)とし，RC を越えた例のみ運動終点(PEAK)の検討を行った.

§ 結果

$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ は NYHA Ⅲ度例が，NYHA Ⅰ度例より，どの時点でも高値を示し，その差は比較的軽負荷において大きく，AT 以降は縮小した(図1)．両症例の運動初期の $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$の大きな差はおもに $\dot{V}D/\dot{V}CO_2$により生じ，AT 以降は $\dot{V}D/\dot{V}CO_2$の差は接近し，$\dot{V}A/\dot{V}CO_2$の差異により生ずることが示された(図1)．すなわち，運動強度によって換気亢進の差異の機序が変化することが示唆された(図1)．全症例についての結果を図2に示す．$\dot{V}D/\dot{V}CO_2$は，Ⅲ度群がⅠ度群に比較し，各時点で有意に大であったが，Ⅱ度群とⅢ度群の間には有意差を認めなかった．$\dot{V}A/\dot{V}CO_2$は，Ⅲ度群がⅠ度群に比較し，各時点で有意に大であり，AT 時点で

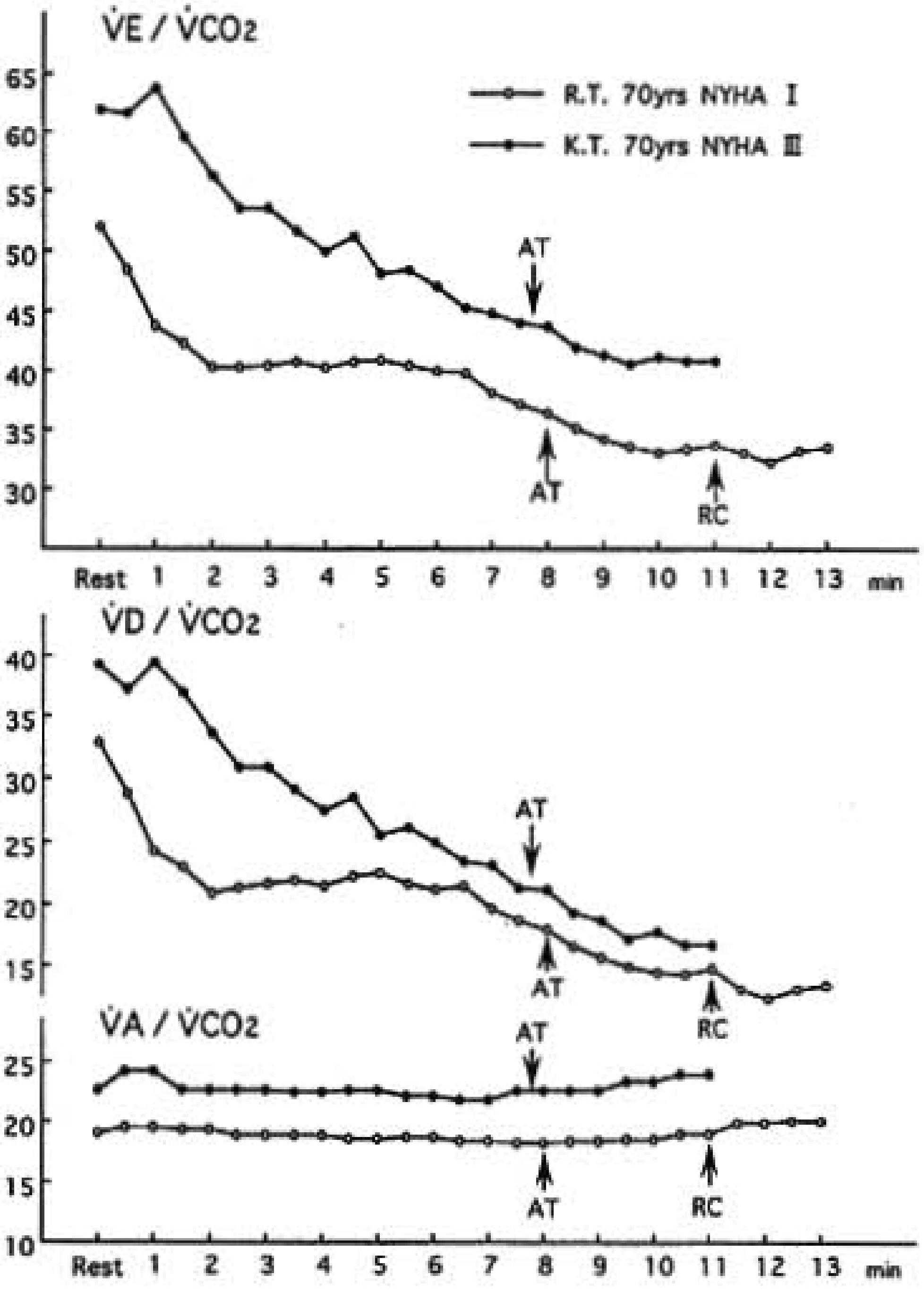


図1 $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$, $\dot{V}D/\dot{V}CO_2$, $\dot{V}A/\dot{V}CO_2$の実例

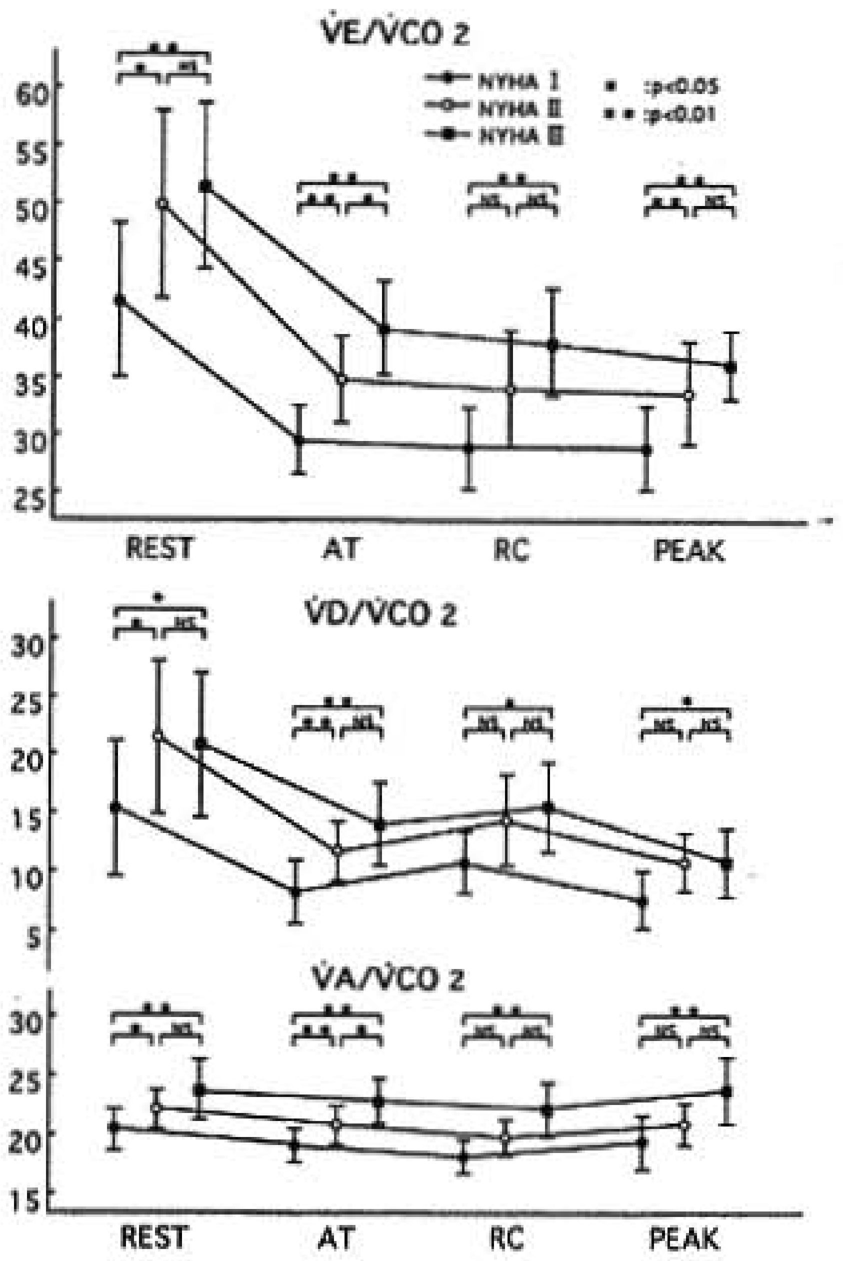


図2 NYHA各群の，$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$, $\dot{V}D/\dot{V}CO_2$, $\dot{V}A/\dot{V}CO_2$の推移

はII度群とIII度群の間にも有意差を認めた(図2)．運動終点での乳酸濃度はIII度群がI度群に比較し低値であり，血液pHはIII度群がI度群に比較し高値であった．

§ 考按

慢性心不全患者において運動時に強い換気亢進が認められることは周知のごとくであるが，その機序は依然として明らかではない．本研究により，慢性心不全患者における強い換気亢進は，安静時から軽労作の負荷では死腔換気の亢進が，AT以降は肺胞換気の亢進が，より大きく関与し，その傾向はIII度群ではI度群に比べ強く，運動強度や心不全の重症度によって換気亢進の機序が変化することが示唆された．また，その機序は血中乳酸の増加や，血液pHの変化の差異では説明されないことが示された．

§ 結語

1．NYHA III度の心不全例の運動時換気亢進は死腔換気量の増大のみならず，運動初期からの肺胞換気の亢進が関与していることが示唆された．

2．比較的軽負荷では死腔換気の亢進が，それ以後は肺胞換気の亢進が，NYHA III度の心不全患者の強い運動時換気亢進に関与することが示唆された．

§ 文献

1) Weber KT, Kinasewitz GT, Janicki JS, et al: Oxygen utilization and ventilation during exercise in patients with chronic cardiac failure. *Circulation* 1982；**65**：1213-1223

2) Rubin SA and Brown HV: Ventilation and gas exchange during exercise in severe chronic heart failure. *Am Rev Respir Dis* 1984；**129**(suppl)：S 63-S 64

3) Fink LI, Wilson JR and Ferraro N: Exercise ventilation and pulmonary artery wedge pressure in chronic stable congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1986；**57**：249-253

4) Sullivan MJ, Higginbotham MB and Cobb FR : Increased exercise ventilation in patients with chronic heart failure : intact ventilatory control despite hemodynamic and pulmonary abnormalities. *Circulation* 1988 ; **77** : 552-559
5) Wilson JR and Ferraro N : Exercise intolerance in patients with chronic left heart failure : Relation to oxygen transport and ventilatory abnormalities. *Am J Cardiol* 1983 ; **51** : 1358-1363
6) Kobayashi T, Itoh H, Yamamoto M, et al : Mechanism of increased ventilation at rest and during exercise in patients with chronic heart failure. *Jpn J Appl Physiol* 1993 ; **23** : 349-358

心機能低下例における運動時酸素摂取増加異常の評価

過渡的応答による検討

高木 洋* 杉町 勝* 砂川賢二** 吉岡公夫** 相原直彦**
栗田隆志** 鎌倉史郎** 清水 渉** 下村克朗**

§ 目的

心疾患患者では，最大運動時の酸素摂取量(VO_2)が低下[1]している他にも，$\varDelta VO_2/\varDelta WR$ の低下[2]や負荷後 VO_2の回復遅延[3]などが報告されていることから，運動に対する VO_2の応答性が健常者と異なる可能性が推測される．しかし，その評価に用いられる多段階連続負荷法では定常的な遅い応答の評価は可能であるが，過渡的な速い応答の評価は極めて困難であるため，運動時 VO_2応答の一部の特徴のみしか観察されていない可能性が考えられる．本研究の目的は，心機能低下例における運動時 VO_2増加反応の過渡応答異常の有無とその特徴をランダム運動負荷試験を用いて明らかとすることである．

§ 対象と方法

対象：健常者 27 例(以下 N 群：男 19 例，年齢 38±13 歳)と心機能低下 15 例(以下 D 群：男性 11 例，年齢 57± 8 歳)．D 群の基礎心疾患は，心筋梗塞が 6 例，弁膜症が 7 例，他 2 例であった．

ランダム運動負荷試験：50 W 一定強度の自転車エルゴメーター負荷と安静とを，最短 5 秒の間隔で不規則に 20 分間繰り返す負荷を行い，一呼吸毎の VO 2 を連続記録した．運動を入力，VO_2を出力として，その両方に対し，trend 除去と window 処理を行った後，それぞれを FFT 処理し，それらの比を伝達関数として算出した[4]．この伝達関数を利得と位相として図示して，その特徴を周波数領域で観察するとともに，この伝達関数を逆フーリエ変換したインパルス応答(仮想的，瞬時的に，強大な入力が加わった時の出力の時間経過)と，それを時間積分したステップ応答(ステップ状入力に対する出力の時間経過)を算出し，時間領域での特徴を観察した．なお，安定したデータを得るために，一度に FFT は行わず，256 秒を 1 セグメントとして半分ずつずらしながら計 8 回のアンサンブル平均を行い，120 秒までのステップ応答で評価した．

ランプ負荷試験：N 群 13 例と D 群 14 例で症候限界性ランプ負荷(毎分 15 W 漸増)を施行し，Peak VO_2 と step 応答とを対比した．

§ 結果

1) ランダム負荷試験

実例：図 1 上に示すように，4 度の僧帽弁閉鎖不全(MR)例では，健常例に比し運動の on-off に対する VO_2の変動が明らかに少なかった．ステップ応答は(図 1 下)，MR 例では健常例に比べ運動開始早期より低値を示し，健常例がほぼ 1 分で定常に達したのに対し，1 分以後も上昇傾向が持続した．

D 群 15 例の VO_2ステップ応答は，N 群 27 例に比し 7 秒以降有意に低値を示した(図 2，$p<0.05 \sim 0.001$)，体重補正後も同様)．また，N 群のステップ応答は約 1 分でほぼ定常に達したが，D 群ではその後も上昇傾向がみられ，定常に達するのに時間的遅れがあることが予測された．そこで，ステップ応答の(2 分値)/(1 分値)の比を求め比較すると，D 群は N 群より高値を示した(1.09±0.05 vs 1.23±0.14，$p<0.001$)．また，最低周波数(0.004 Hz)における位相を比較すると，D 群の位相の遅れは，N 群に比べ大(71±27 vs 48±12 度 $p<0.001$)であった．これらは，D 群では VO_2の初期応答が小さいだけでなく，定常に達するのに時間的遅れがあることを示すものと考えられた．

2) ランプ負荷試験との対比

VO_2ステップ応答の 1 分値と Peak VO_2を対比すると(図 3)，N 群のステップ応答値は，PeakVO_2の大小

*国立循環器病センター研究所
** 同 内科心臓部門
(〒565 吹田市藤白台 5-7-1)

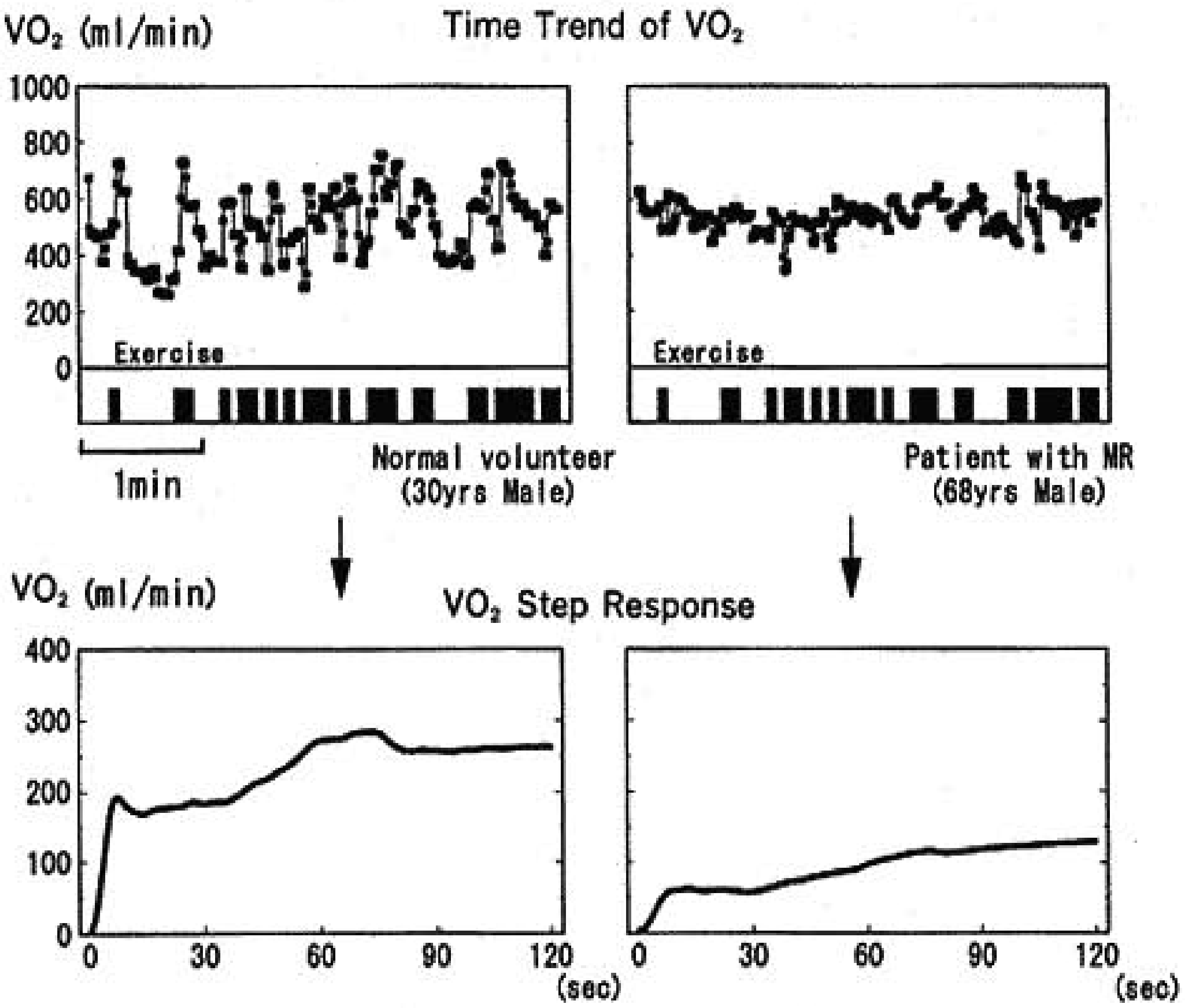


図 1　ランダム運動負荷中の VO_2 変動と VO_2 ステップ応答(典型例)

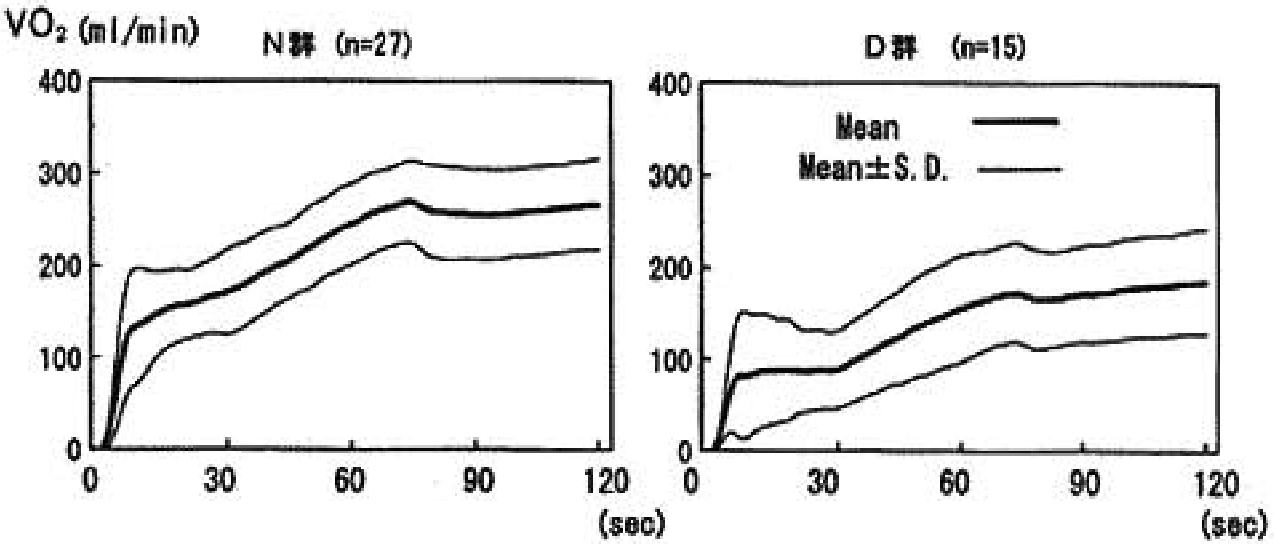


図 2　VO_2 ステップ応答の比較

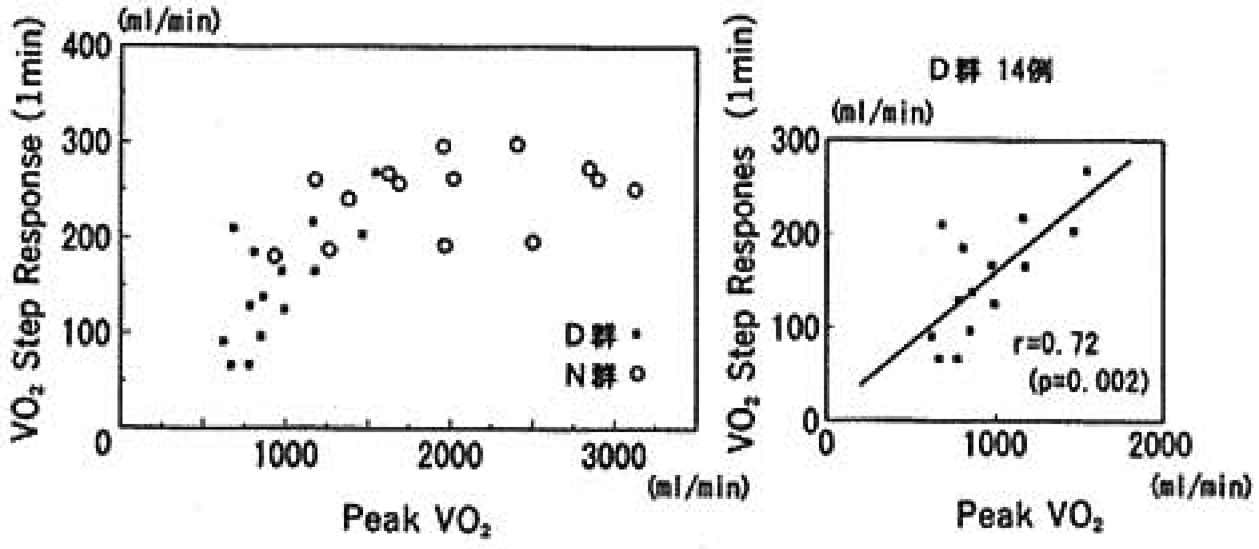


図 3　Peak VO_2 と VO_2 ステップ応答(1分値)の関係

に関わらずほぼ一定であったため，両者に有意な相関関係はなかったが，D群のみでは良好な正相関($r=0.72$, $p<0.002$)がみられた．

§ 考按と結語

本検討では，心機能低下例における運動時VO_2増加反応の過渡応答の特徴を，ランダム運動負荷試験により評価した．その結果，心機能低下例の運動時VO_2応答は，健常例と大きく異なり，ステップ応答の初期増加量は低く，定常に達するのに時間的遅れを伴った．さらに，心機能低下例ではステップ応答値（1分）はPeak VO_2と良好な正相関を示したことから，本法は軽い強度で行えるにも関わらず，応答異常の定量評価も可能なことが示唆された．

心疾患患者において運動時VO_2増加反応の過渡応答に異常がみられること，また，その評価が臨床評価に重要な情報を与え得ることは，実際にstep負荷を行った報告[1)5)]からも示唆されている．しかし，実際のVO_2は自然の変動が大きいため，1回のみでその応答性を正確に定量化することは困難である．そのため，何度か負荷を繰り返して平均化する作業がなされているが[5)]，煩雑であり実用化されてない．一方，本法はアンサンブル平均を行うことより，1回のみの検査で高い精度の応答評価が可能となる．今後，本法が治療効果判定などへの臨床応用にも有用な評価法となる可能性が期待される．

§ 文献

1) Wasserman K: New Concepts in Assessing Cardiovascular Function. *Circulation* 1988; 78: 1060-1071

2) Hansen JE, Sue DY, Oren A, et al: Relation of oxygen uptake to work rate in normal men and men with circulatory disorder. *Am J Cardiol* 1987; 59: 669-674

3) 橋爪俊和，吉岡公夫，岡野嘉明，ほか：運動回復期VO2曲線による心機能評価について．診療と新薬 1992; 29: 579-584

4) Suyama A, Sunagwa K, Hayashida K, et al: Random Exercise Stress Test in Diagnosing Effort Angina. *Circulation* 1988; 78: 825-830

5) Sietsema KE, Cooper DM, Perloff JK, et al: Dynamics of oxygen uptake during exercise in adults with cyanotic congenital heart disease. *Circulation* 1986; 73: 1137-1144

心疾患例の運動終点における VO_2 plateau と自覚症状との関連性

北岡裕章*　吉岡公夫*　岡野嘉明*　中尾浩一*
玉井　淳*　高木　洋*　中西宣文*　下村克朗*

呼吸困難と下肢疲労は，心疾患患者の運転終点において見られる最も多い自覚症状であり[1]，一般に呼吸困難は心臓限界性のよい指標と考えられている．本研究の目的は，心肺運動負荷試験において心拍出量の限界を示す現象とされる VO_2 plateau の有無を用いて，自覚症状より運動終点が心限界性かどうかを推測することが可能かを明らかにすることである．

§ 方法

成人心疾患患者連続 395 例(平均年齢 55±12 歳)と，対照として健常例 45 例(平均年齢 42±17 歳)について検討した．運動負荷は，座位自転車エルゴメーターにて毎分 15 ワットの症候限界性ランプ負荷を行った．運動終点における自覚症状の程度を明らかにするため，運動終点における呼吸困難(Borg-D)と下肢疲労(Borg-L)を Borg 指数を用い半定量化した．VO_2 plateau は運動終了 1 分前の VE, VO_2の変動より判定し，VO_2の増加が 50 m*l* 以下，または VO_2が低下しかつ VE/VO_2 の急峻な増加を示すものを VO_2 plateau (+)，それ以外を VO_2 plateau(−)とした．全体における VO_2 plateau の出現率および VO_2 plateau の有無による運動終点における自覚症状の差について検討した．統計学的検討は unpaired t-test および分割表を用い $p<0.05$ を有意とした．

§ 結果

(1) VO_2 plateau 達成率

心疾患例では 23.3 %に VO_2 plateau を認めたのに対し，健常例ではわずか 1 例(2.2 %)に VO_2 plateau を認めたのみであった．

(2) VO_2 plateau 達成の有無による比較

心疾患例において VO_2 plateau 達成の有無で 2 群に分け比較検討した(表 1)．VO_2 plateau(＋)群において男性が多かった．VO_2 plateau(＋)群で最高酸素摂取量は少なかったが，最大心拍数や最大到達負荷量には VO_2 plateau(−)群と差を認めなかった．

(3) VO_2 plateau 達成と運動終点の自覚症状との関連

運動終点における自覚症状で Borg-D が Borg-L より 2 以上大きい例を呼吸困難例，Borg-L が Borg-D より 2 以上大きい例を下肢疲労例とした．VO_2 plateau(＋)群において呼吸困難例は 23 例(25 %)，下肢疲労例は 22 例(24 %)であり，これに対し VO_2 plateau(−)群ではそれぞれ 58 例(19 %)，92 例(30 %)で VO_2 plateau(＋)群でやや呼吸困難例が多い傾向は認めたが，明らかな差は認めなかった(図 1)．逆に自覚症状より VO_2 plateau 達成の有無について検討すると，呼吸困難例 81 例中 VO_2 plateau が達成されたのは 23 例(28 %)で，下肢疲労例 114 例中では 22 例(19 %)で両者に差は認めなかった(図 2)．

§ 考察

今回の検討では運動終点における自覚症状より運動の制限因子が心限界性かどうかを推測することが困難であり，逆に運動終点において心限界に達した時に呼吸困難よりむしろ下肢疲労を強く自覚する例が比較的高率に存在することが明らかになった．

運動時呼吸困難は心疾患患者において最も重要な自覚症状の 1 つであり今までにも多くの検討がなされてきた．まず心内圧との関連が検討されたが，否定的な見解が多い．Sullivan ら[2]は 64 例の心不全患者において血行動態，換気反応を検討し運動時の生理的死腔の増加が過換気に大きな役割を果たすとしている．また

*国立循環器病センター内科心臓部門
(〒565　吹田市藤白台 5-7-1)

表 1 臨床背景および心肺運動試験の結果
VO_2 plateau(+)群で最高酸素摂取量が少なかった.

	VO_2 plateau(+)群	VO_2 plateau(−)群
性　別	男性75例；女性17例	男性198例；女性105例
年　齢	57.7±9.0歳	54.0±12.6歳
疾　患	先天性 8 虚血性 45 心筋疾患 12 高血圧性 1 弁膜症 26	先天性 46 虚血性 122 心筋疾患 25 高血圧性 11 弁膜症 99
最大負荷量 (watts)	112.2±23.3	116.8±32.3
最大心拍数 (bpm)	149.5±26.9	152.5±27.0
VO_2最大値 (ml/min)	1,214±304	1,364±459*

*：$p<0.05$

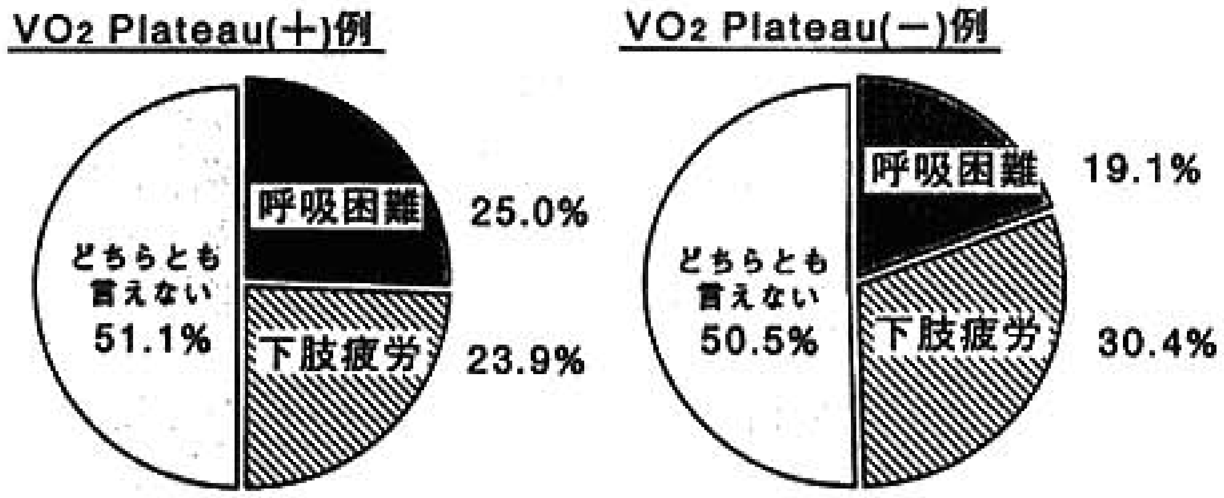


図 1 VO_2 plateau の有無から見た運動終点における自覚症状
VO_2 plateau の有無により自覚症状には差を認めなかった.

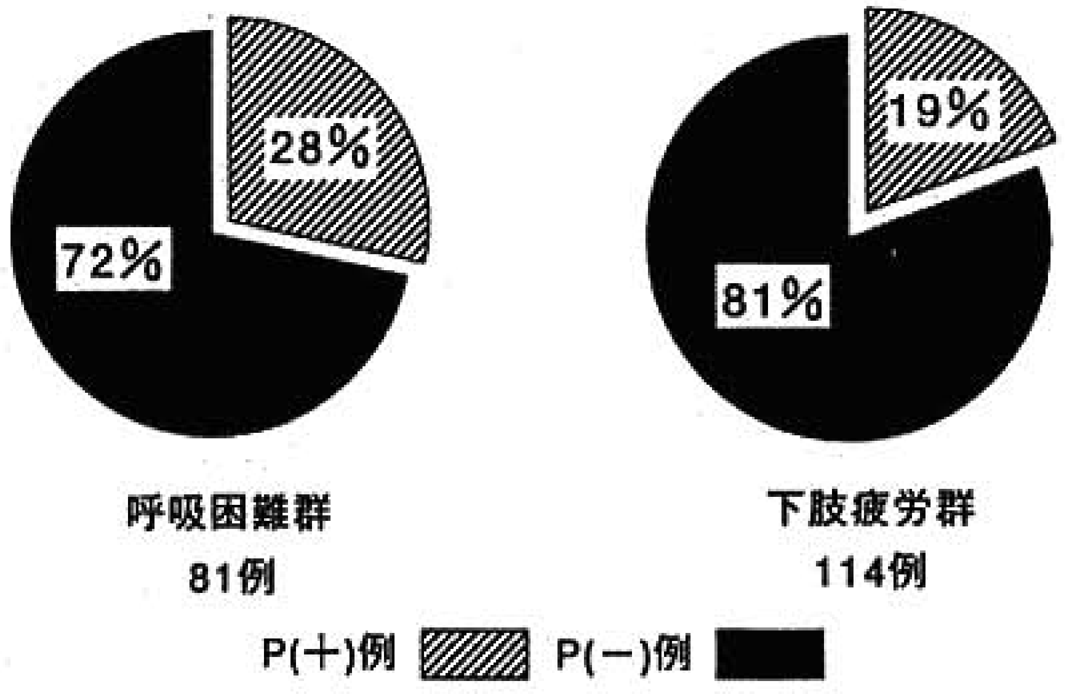


図 2 運動終点の自覚症状からみた VO_2 plateau の有無
自覚症状により VO_2 plateau の達成に差は認めなかった.

最近のスペクトロスコピーの検討では，呼吸困難と呼吸筋の機能とが密接に関係するとしている．以上のように運動時呼吸困難感は種々の機序が関与すると考えられ，今回の検討においても自覚症状より運動制限因子が心限界性を判断することは困難と考えられた．

一方，下肢疲労も運動筋の筋力低下や代謝の異常に加え，最近では心拍出量の低下に伴う低灌流もその一因と考えられており[3]，VO_2 plateau が達成された時に下肢疲労を強く自覚する例が存在することは，下肢血流の制限が下肢疲労の大きな要因の一つであると考えられた．

§ 文献

1) Wasserman K : Dyspnea on exertion. *JAMA* 1982 ; **248** : 2039-2043
2) Sullivan MJ, et al : Increased exercise ventilation in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1988 ; **77** : 552-559
3) Wilson JR, et al : Exercise intolerance in patients with chronic heart failure : role of impaired nutritive flow to skeletal muscle. 1984 ; **69** : 1079-1087

高齢心疾患患者の運動負荷テストと QOL について

浜崎 博* 野原隆司*** 下村雅昭** 奥田和美***
小野晋司*** 牧田 茂*** 篠山重威***

Quality of Life (QOL) に対し内外において未だ明確な定義はなされていないが[1)2)]，近年の医療分野では重要な治療課題となっている．我々が虚血性心疾患患者に対して治療として実施しているスポーツリハビリテーションは，集団で行うこと，およびスポーツ種目を選択していることを特徴としている[3)]．疾患に対する治療効果を含め特に身体的，文化的，社会的および精神的側面に関して患者の自立を促し，ひいては QOL の向上に貢献できると考えている[4)]．今回，高齢の虚血性心疾患患者の QOL について，生活を支える要因(活動性，文化性，社会性)から検討し，運動負荷テスト成績との関連について調べた．

§ 対象・方法

スポーツリハビリに参加している 60 歳以上の虚血性心疾患患者(A 群)14 名(男性 10 名，女性 4 名，66.1±3.7 歳)，比較群としてスポーツ習慣(週 1 回，2 時間卓球を実施)を有する健常者(B 群)11 名(男性 3 名，女性 8 名，66.2±1.6 歳)を対象とした．両群に対し，treadmill による運動負荷テスト(Bruce protocol)，健康，生活についての質問紙調査，一週間の活動調査，顕在性不安テスト(MAS)および万歩計による歩数調査を行い，さらに運動耐容時間(ET)，二重積(peak DP)と活動様式との相関を求めた．

§ 結果

運動負荷テストにおいて ET は A 群 8.6±1.4 分，B 群 8.4±1.8 分，DP(×10³)はそれぞれ 26±6, 30±4 であった．日常生活における価値観の調査では両群とも健康保持，家庭生活および友情・仲間関係の得点

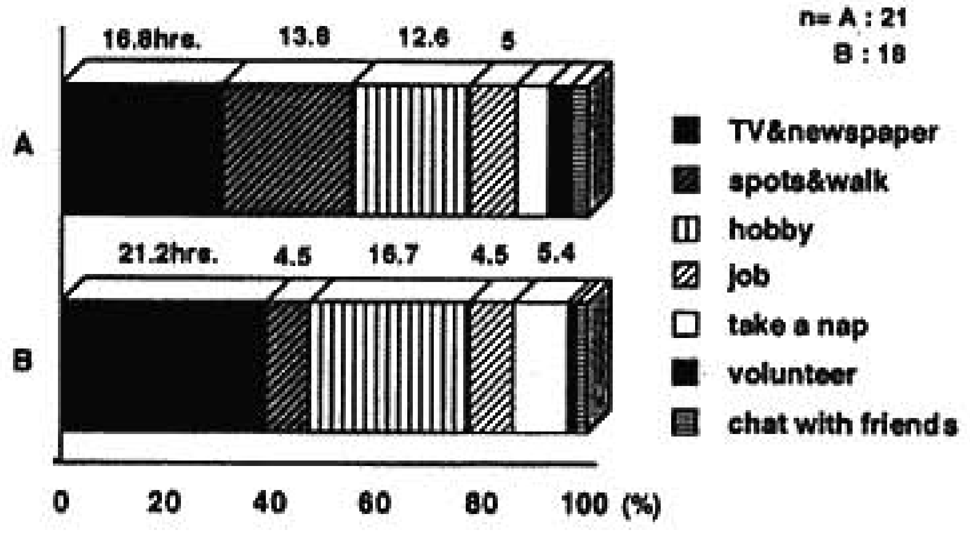


図 1 Distribution of time in daily life except domestic cares in a week
A : patients in cardiac rehabilitation
B : normal elderly accustumed to exercise

*京都薬科大学薬学部体育
(〒607 京都市山科区御陵中内町 5)
**京都女子大学体育
***京都大学医学部第 3 内科

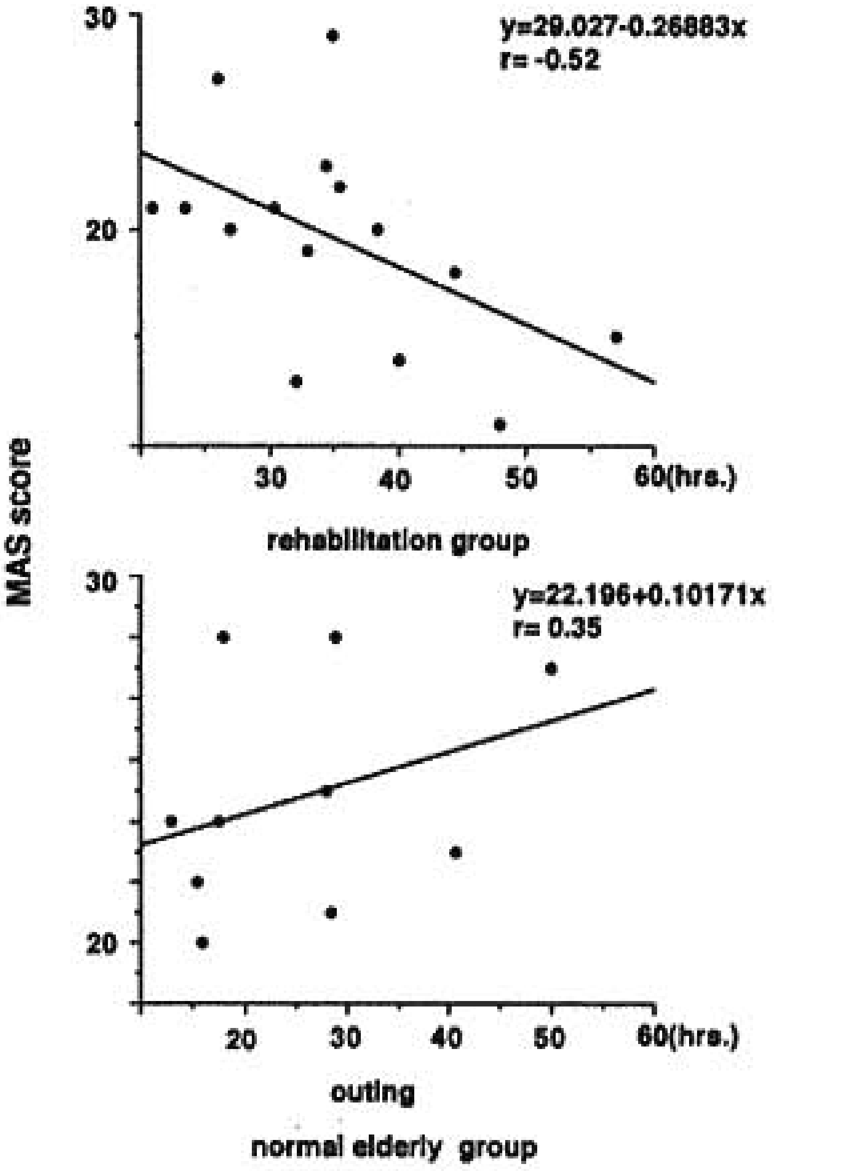


図2 Regression between MAS score and outing

が高く，次いで文化的生活の充実，経済的充実，名誉の獲得の順であった．生活内容についての時間配分では両群でテレビや新聞を見ている時間が最も多く(A群16.8，B群21.2時間)，次いでA群はスポーツや散歩(13.8時間)，B群は趣味・娯楽(16.7時間)であった(図1)．ETとDPについて外出時間，スポーツ実施時間，1日あたりの平均歩数，およびMASとの相関係数を求めた．ETについてはA群では各要因に対し相関は得られなかった(ETと趣味は$r=0.49$，スポーツとは$r=0.40$，他の要因は0.2未満)がB群では1日の平均歩数とETで$r=0.67$，また，外出時間についても$r=0.59$といずれも正の相関が認められた．DPはB群で年齢と正の相関を示したが($r=0.42$)，他の要因およびA群では一定の傾向を示さなかった．MASスコアと外出時間ではA群において負の相関の傾向が認められた($r=-0.52$，図2)．

§ 考察・結論

高齢者にとっては健康保持や家庭生活が生活を支える重要な要因となっている．特に，スポーツリハビリに参加している患者は日常生活の一部にスポーツを積極的に取り入れており，健常者群に比較し体力水準は同等以上である．福祉関係の三審議会から高齢者の望ましいライフスタイルとして「スポーツ」，「趣味」および「社会的活動」が提案されている．このライフスタイルをみると両群で社会的活動への参加が非常に低く，心疾患患者を含めた高齢者全体のQOLを考える上で検討されるべき要因と考えられた．また，A群でMASスコアが高いほど外出時間が少なくなっていることから，精神的不安は活動性に反映されると考えられる．負荷テストとの相関でみると健常者で活動性(外出時間，歩数)に対する評価はほぼ可能と考えられる．しかし心疾患患者では一定の傾向を示さず，日常における身体的・精神的活動が負荷テストに反映されていないことが伺える．よって現段階で運動負荷テストを心疾患患者を含めた患者のQOLの指標とするには課題が多いと考えられた．しかし，心疾患患者では疾患の重症度，回復程度，および服薬等個人的条件が大きく異なる．日常の患者指導では常に負荷テストの成績を基準として運動や生活指導を行っていることから，負荷テスト成績に対する関連性は認められなくても個々の患者にとっては有用な指標である．負荷テストとQOLとの関係とともにQOLがリハビリテーションに与える影響を含め，今後さらに対象者を増やして検討を続けたい．

§ 文献

1) 石井當男，細田嵯一，道場信孝，ほか：循環器疾患とQuallity of lifeをめぐって．循環科学 1992；12(8)：496-807

2) Barnett DB: Assessment of Quallity of Life. *Am J Cardiol* 1991：67：41c-44c

3) Nohara R, Kambara H, Mohiuddin, IH et al: Cardiac Sports Rehabilitation for Patients with Ischemic Heart Disease. *Jpn Circ J* 1990；54(11)：1443-1450

4) 浜崎 博，野原隆司，橋本哲男，ほか：心疾患スポーツリハビリテーションにおける長期継続の意義と課題．診療と新薬 1993；30(3)：478-484

Risk factorを有する患者において運動負荷試験はQOLの指標となりうるか？

野田武彦* 槇 早苗* 平野浩二* 吉田典子*
西山安浩* 古賀義則* 戸嶋裕徳* 豊増功次**

近年循環器領域でもQOL(Quality of life)が話題であるが，その評価法に関してはまだ問題が残されている．1990年に日本人のためのQOL scaleが開発され，その成果が報告された[1)2)]．また井上らは疲労の程度を数量化し，さらにこの疲労度がQOLと深く関わっていることを報告した[3)]．今回一般の成人病患者に対する運動負荷試験および運動療法とQOLとの関係について検討した．

§ 対象および方法

対象は当科において厚生省のモデル事業である慢性疾患患者生活習慣改善支援事業に登録された93例(男性36例，女性57例で，平均年齢55.6±9.6歳)で，年齢構成は40～60歳代が大半を占めた．成人病の内訳は高血圧，高脂血症，肥満(body mass index≧25 kg/m²)，糖尿病，虚血性心臓病の順で，うち70例が重複して成人病を有していた．今回のモデル事業の柱は運動療法と食事指導で，運動負荷試験はBruce法またはSheffield法による症候限界性の運動負荷試験を施行し，最大負荷量の60％相当の運動量を処方した．運動に使用する場所は原則的に提携しているスポーツクラブ(SC)とし，健康運動指導士が処方に従って指導実践した．運動内容はergometerおよびtreadmilによる歩行とし，SCに行けない人は自宅における歩行とした．運動療法開始時はSC参加者が86％を占めた．運動時間は20～40分間で最低週3回以上とした．指導期間は1年間で，今回は進行途中のため6カ月の時点で検討した．食事指導は栄養士が簡易食物摂取状況調査票から栄養指導を行った．また運動療法中に投薬内容の変更があった例は除外した．QOLおよび疲労度の評価は運動療法開始時，6カ月目および1年後の時点に問診表によって行った．内容はQOL，疲労度，基礎体力，アレキシシミア，タイプA度，抑鬱度，老化度，成人病リスク度の合計83問で，QOLは20問からなり，％表示された．また疲労度は，心理的疲労度に関する10問，肉体的疲労度に関する20問に年齢，性，体型および上記質問による補正要因の偏差の増減によって％表示された．

§ 結果

運動耐容能は加齢につれ有意に低下するが，QOLおよび疲労度には年齢間に一定の傾向がなかった．図1上段はQOL値，疲労度および運動耐容能の関係で，QOL値および疲労度は運動耐容能とまったく相関がみられなかったが，QOL値と疲労度との間にはr=0.778の強い負の相関がみられた．6カ月間の運動療法の後，安静時心拍数に有意な変化はなかったが，安静時収縮期血圧，運動耐容能，体重には有意な改善が認められた．一方，QOL値および疲労度には有意な改善がなかった(表1)．図1下段はQOL値，疲労度および運動耐容能それぞれの改善の度合いの関係であるが，QOL値および疲労度の改善度と運動耐容能の改善度にはまったく相関はみられなかったが，QOL値の改善度と疲労度の改善度との間にはr=0.635の負の相関がみられた．しかし肥満の有無に関してはQOL値および疲労度に有意差がみられ，肥満の人は疲労感が強く，QOLを損なうfactorである可能性が示唆された(表1)．また全体でみた場合でも運動療法後の体重減少とQOLの改善度との間には傾向ではあるものの，弱い相関を認めた．

*久留米大学医学部第3内科
** 同 保健体育センター
(〒830 久留米市旭町67)

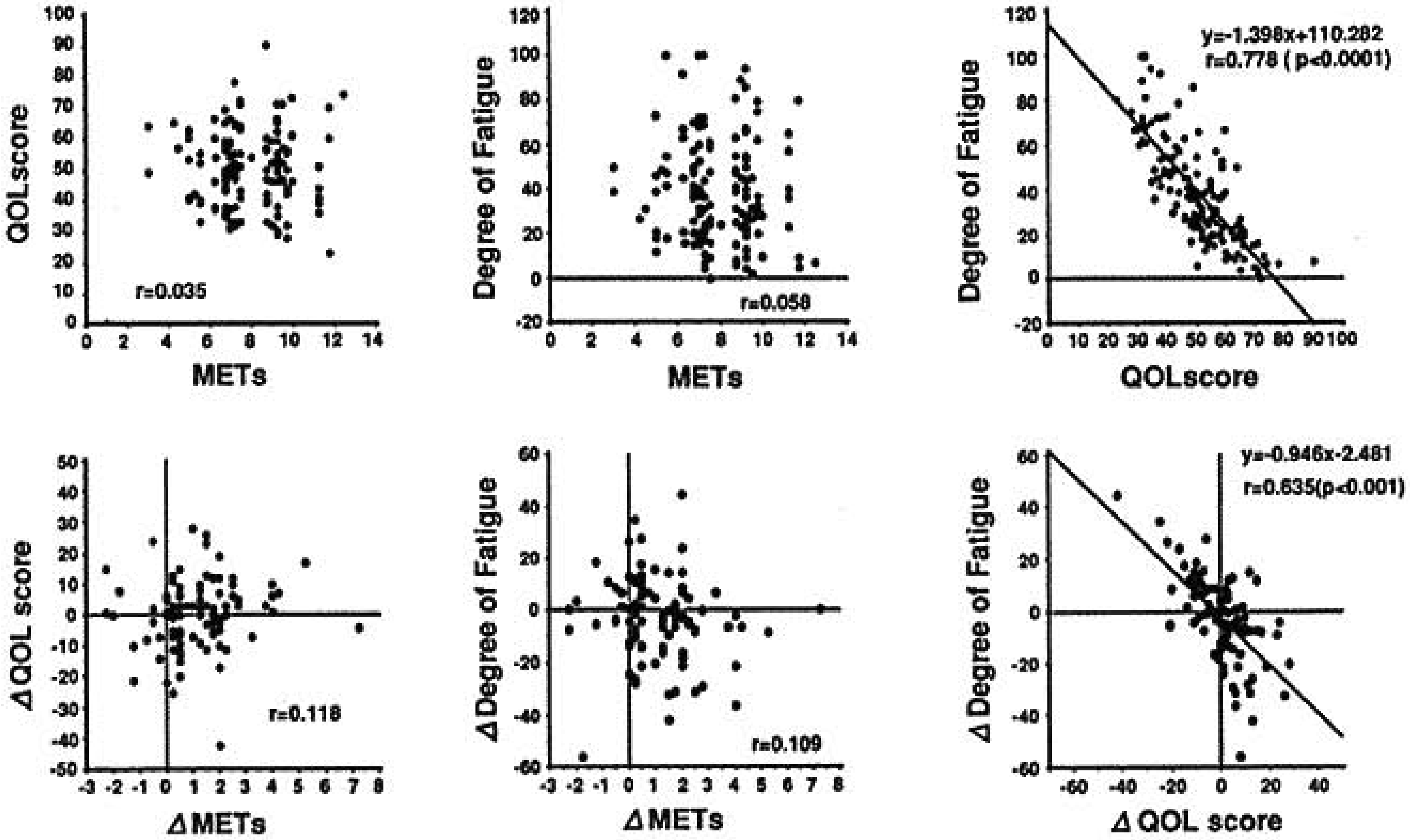


図 1　QOL，疲労度および METs の関係
上段：運動療法前，下段：運動療法後と前の差．

表 1　各指標の運動療法前後での比較

	運動療法前	運動療法後
安静時心拍数(bpm)	72.0±10.7	70.9±106
安静時収縮期血圧(mmHg)	135.7±19.4	127.0±16.5***
運動耐容能(METs)	7.9±1.8	9.1±1.9***
QOL score	51.6±12.3	52.1±12.9
肥満(+)(n：36)	48.2±12.8†	50.6±13.8*
肥満(−)(n：57)	53.7±11.6	53.1±12.3
疲労度	38.2±22.1	35.2±20.5
肥満(+)(n：36)	44.7±21.9†	38.2±19.2*
肥満(−)(n：57)	34.0±21.4	33.2±21.2
体重	61.5±10.2	60.1±10.0***
肥満(+)(n：36)	67.6±9.9†††	65.4±10.4***†††
肥満(−)(n：57)	57.6±8.5	56.7±8.2**

*p<0.05，**p<0.005，***p<0.001 vs 運動療法前
†p<0.05，†††p<0.001 vs 肥満(−)．

§　考按

今回の結果は従来のものとほぼ同様で，運動耐容能と QOL との間にはまったく相関がみられなかった．これは各年齢構成間において QOL 値がばらついていることからも推測できる．また運動療法を施行した結果でも運動耐容能が改善したにもかかわらず，QOL は有意な改善がみられなかった．ただし運動療法の結果，体重の減少は明らかであり，肥満の患者が疲労感が強く，そのことで QOL が損なわれている可能性があることから，運動療法は体重を落とすことにより間接的に QOL を改善する可能性が示唆された．

また今回 QOL 値と同時に評価した疲労度は QOL との間に強い逆相関がみられ，我々が日常経験する心理的および肉体的な疲労の程度が強く QOL に関わっ

ていることが示唆された。

今回の検討から運動耐容能がQOLと相関しなかったのはQOLを規定する因子が肉体的要素のみならず心理的要素にもかなりのウエイトを占めており，その内容も多岐にわたっていることが大きな理由であると考えられた。

§ 結語

1.運動耐容能は加齢とともに低下するが，QOLおよび疲労度には加齢による一定の傾向がみられなかった。

2.QOLおよび疲労度との間には強い負の相関がみられたが，運動耐容能との間にはいずれも相関がみられなかった。

3. 6カ月間の運動療法の結果，安静時の収縮期血圧，体重は有意に低下し，運動耐容能は有意に改善したがQOLおよび疲労度には有意な変化が認められなかった。

4.肥満者においては，運動療法によって体重が改善することにより間接的にQOLを改善する可能性が示唆された。

§ 文献

1) 藤井　潤，ほか：循環器病治療とQuality of Life. *Therapeutic Research* 1990；11：2438-2494

2) 萱場一則，ほか：循環器病治療におけるQuality of Life評価法の開発．日循協誌 1990；25：89-95

3) 井上　清，ほか：疲れの数量化．日本綜合健診学会第19回大会要旨集 1991

ペーシング負荷誘発性 ST 低下と局所心筋血流量の関係

$^{13}NH_3$ポジトロン CT(PET)による定量評価の試み

岡崎　修*†　道端哲郎*　賀嶋俊隆*　久米誠人*
春見建一*††　芦沢誠一**　原　敏彦**　渡部琢也***
山中英之***　阿久津　靖***　長谷川　貢***　片桐　敬***

1969 年，Parker らは心房ペーシング時の心筋乳酸代謝をモニターしながら，心電図および左室機能を同時測定した 21 人の冠動脈疾患のうち 17 例に狭心症発作が誘発され，その 13 人(76.5 %)に狭心発作中の乳酸血中濃度の増加が示された．ST 低下と左室機能が障害されるのが，通常狭心痛発症前のペーシング早期に乳酸代謝異常が存在していることが報告されている．これらの乳酸代謝異常は，ペーシング誘発性の狭心症の方がその他の負荷による狭心症より規則的に発現し，この検査法から狭心症の発生前後の乳酸代謝異常が明らかになっている．さらに，左室拡張終期圧(LVEDP)の上昇も狭心痛が発生する前に生じていることを示している．そこで我々は，ペーシング誘発性 ST 低下と局所心筋血流量および心拍出量の関係を検討し得た症例を報告する．

§ 症例

55 歳男性．主訴：胸痛．

変形性膝関節症のため十分な運動負荷による心筋生存能の評価ができないため，ペーシング負荷による局所心筋血流量を$^{13}NH_3$を用いたポジトロン CT にて測定．同時記録心電図上安静時，ペーシング中，および

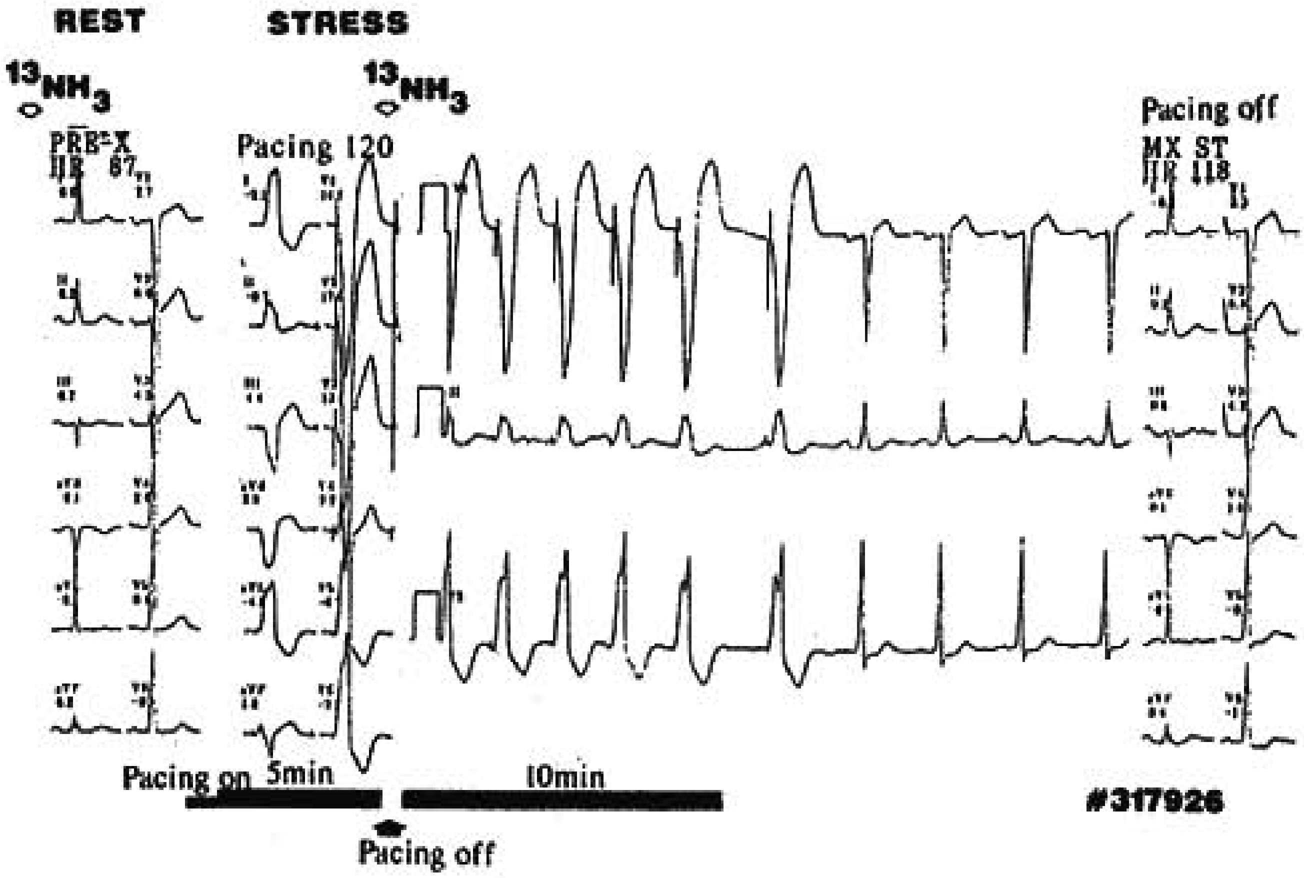


図 1　PET protocol and ECG findings

*国立療養所中野病院循環器科
**　同　放射線科
(〒165　東京都中野区江古田 3-14-20)
***昭和大学医学部第 3 内科
(〒142　東京都品川区旗の台 1-5-8)
†現：国立国際医療センター
(〒162　東京都新宿区戸山 1-21-1)
††現：昭和大学藤が丘病院客員教授

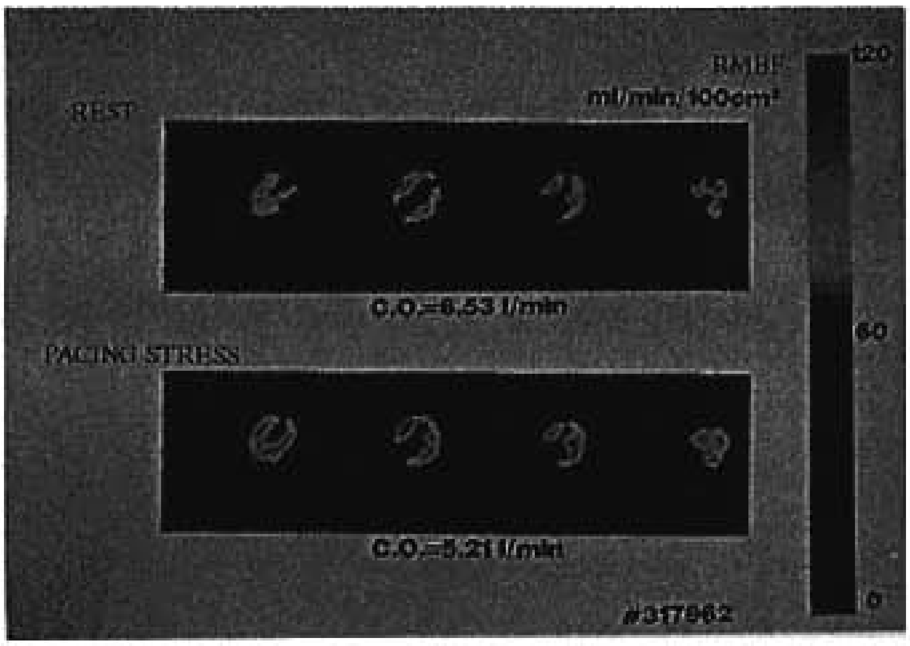


図 2 PET 画像

一時洞調律に戻した時の心電図変化を記録した(図1). さらに動脈血の持続的採血による RI カウントから局所心筋血流量(RMBF)および心拍出量を定量評価した.

図1左に示す安静時の心電図では, V 1〜3 の poor R wave progression と V 6 で−0.3 mV の低下が, ペーシング負荷後の洞調律時の心電図(図1右)に示すように V 6 で−1.6 mV 水平低下を認めた. この時に胸痛発作が誘発されている.

図2には, 安静時およびペーシング負荷時の心電図同期の PET 画像を示す. 定量評価した局所心筋血流量をカラー window スケールで心筋 100 cm³当たり, 分時流量を色で表示している. 安静時, 前壁の一部に低灌流量域を認め, 同部位はペーシング負荷により他の部分より増加率が不良であることが判明した.

心拍出量を比較すると安静時 6.53 l/min であったのが, ペーシング負荷により虚血部位が反映し(心室ペーシングの影響も考えられるが)5.21 l/min と低下していることが認められた.

関心領域(ROI)から得られた局所心筋血流量を定量化することにより前壁の血流低下が視覚化され同部位がペーシング負荷により増加する率は, 低いもののアンモニアの摂取が可能な生存可能性を示しており, myocardial viability があると判断された. この検査結果をうけて翌日, 冠動脈造影(図3)・左室造影(図4)を施行. 冠動脈造影上, 左前下行枝近位側で完全閉塞. 前壁は, 中間枝, 回旋枝および右冠動脈から側副血行を得て生存可能となっていることが判り, 左室造影でもバイパス手術前には前壁が hypokinesis を示しており, 2枝バイパス後の左室造影での壁運動の改善と左室駆出率の改善を認めた.

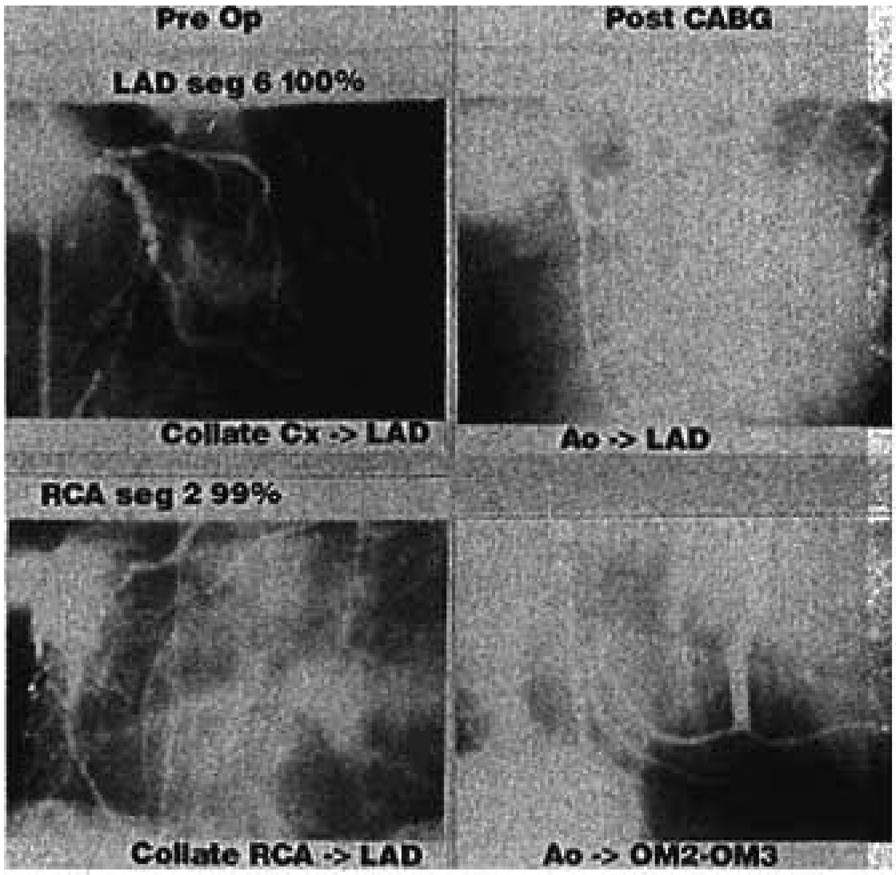


図 3 CAG

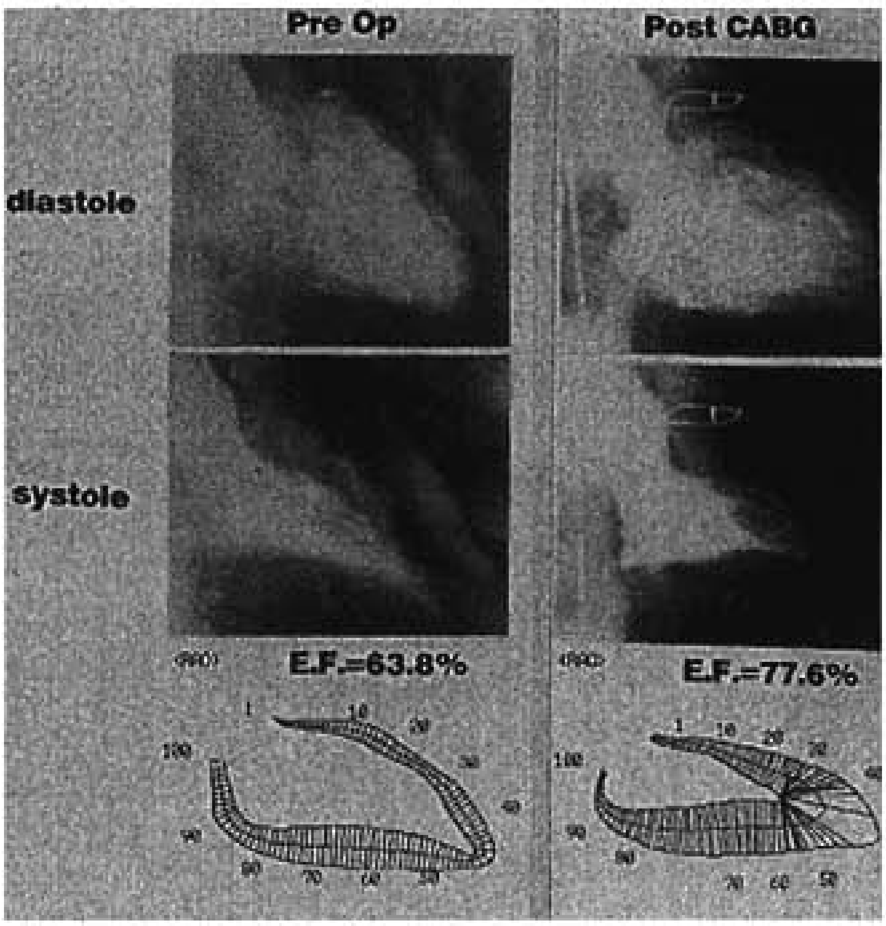


図 4 LVG

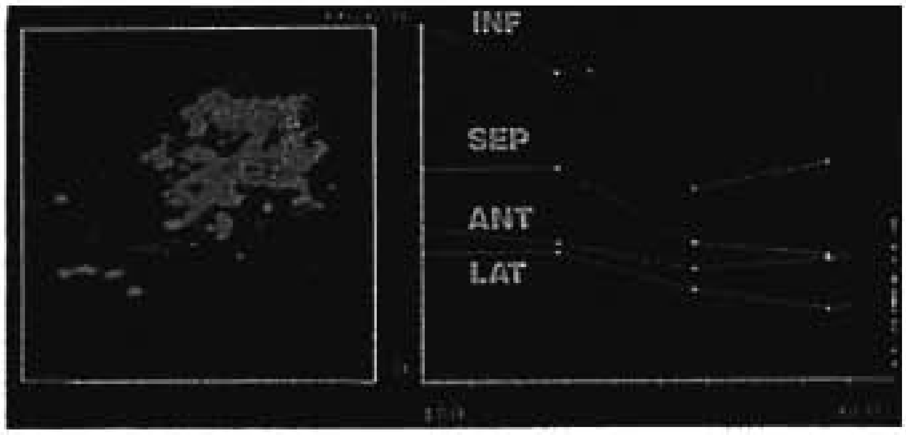


図 5 C-11 Pyruvate

§ 考按

本症例での虚血の部位とST低下の関係をさらに心筋代謝面から明らかにするため，術前に^{11}C pyruvateによる嫌気性心筋代謝の状況を同様のペーシング負荷で検討した結果(図5)，正常心筋ではピルビン酸が乳酸代謝の前段階を示すことから早期に取り込まれ経時的に消失するわけで，虚血部位では取り込みが悪く消失率も悪くなることから，前壁と側壁に虚血が強い状態が認められた．

§ 結語

ペーシング負荷時のST低下と虚血領域を局所心筋血流量と嫌気性代謝のピルビン酸の取り込み，消失率の結果が関係していると考えられた症例を報告した．

§ 文献

1) Parker JO, et al: Sequential alterations in myocardial metabolism, S-T segments, and left ventricular function during angina induced by atrial pacing. *Circulation* 1969 : 40 : 113

心疾患患者における運動筋での酸素分圧と乳酸アシドーシスの関連についての検討

小池　朗*　Karlman Wasserman**　大友直樹*
谷口興一*　丸茂文昭***　廣江道昭***

運動筋への酸素供給の程度と血中の乳酸増加の因果関係においては未だ不明の点が多く，長年にわたり論争が行われている[1)2)]．一方，近年 Wittenberg ら[3)]により，細胞のミトコンドリアの機能維持には毛細血管の酸素分圧は最低15から20 torr程度必要であると報告されている．したがって運動負荷中毛細血管の酸素分圧が徐々に低下し，もし Wittenberg らが報告している最低値(minimum PO_2)に達した場合，この時点で初めて運動筋における嫌気性の ATP 産生が始まり，乳酸の蓄積増加が生じることが予想される．

図1に運動中の運動筋へ流入する動脈血，筋肉内の毛細血管，筋肉から流出する静脈血における酸素分圧の変化を理論的モデルにより示す[4)]．右端に運動筋の血流と酸素摂取量の比を示すが，同一の酸素摂取量の運動でも運動筋への血流が減少するほど，毛細血管終末での酸素分圧は低下する．一方動脈血の酸素分圧は安静時も運動負荷時もほとんど変化しない．

運動時の運動筋細胞(ミトコンドリア)への酸素拡散は，主に毛細血管の酸素分圧により決定される[5)]．しかしながら心疾患患者は心機能の低下により運動筋への血流が不十分であることが予想され，心疾患の程度が強いほど運動筋での酸素分圧が低下し，このために運動耐容能が低下している可能性がある．

今回心疾患患者において，運動筋毛細血管の酸素分圧の代用として大腿静脈での酸素分圧を運動負荷中に測定し，運動筋における酸素分圧と乳酸増加の関係，酸素分圧と運動能の関連について検討した．

*東京医科歯科大学医学部霞ヶ浦分院内科
(〒300-04 茨城県稲敷郡美浦村大山)
**Harbor-UCLA Medical Center
***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)

§ 対象および方法

NYHA 機能分類II度の心疾患患者10例(男8例，女2例)，平均年齢64歳を対象とした．坐位自転車エルゴメーターを用い，各症例とも lactic acidosis threshold(LAT)の80％に相当する一定量負荷と，LAT と最大負荷量の中間に相当する一定量負荷(各々6分間)および直線的漸増負荷の3つの負荷試験を行った．ミナト社製呼気ガス分析器 AE-280 を用いて運動負荷中の酸素摂取量を breath-by-breath で測定した．鼠径部より大腿静脈に挿入したカテーテルから，一定量負荷試験においては負荷前，負荷開始30秒，1分，2分，4分，6分に，漸増負荷試験においては負荷前および負荷中1分ごとに採血を行い，血液ガス

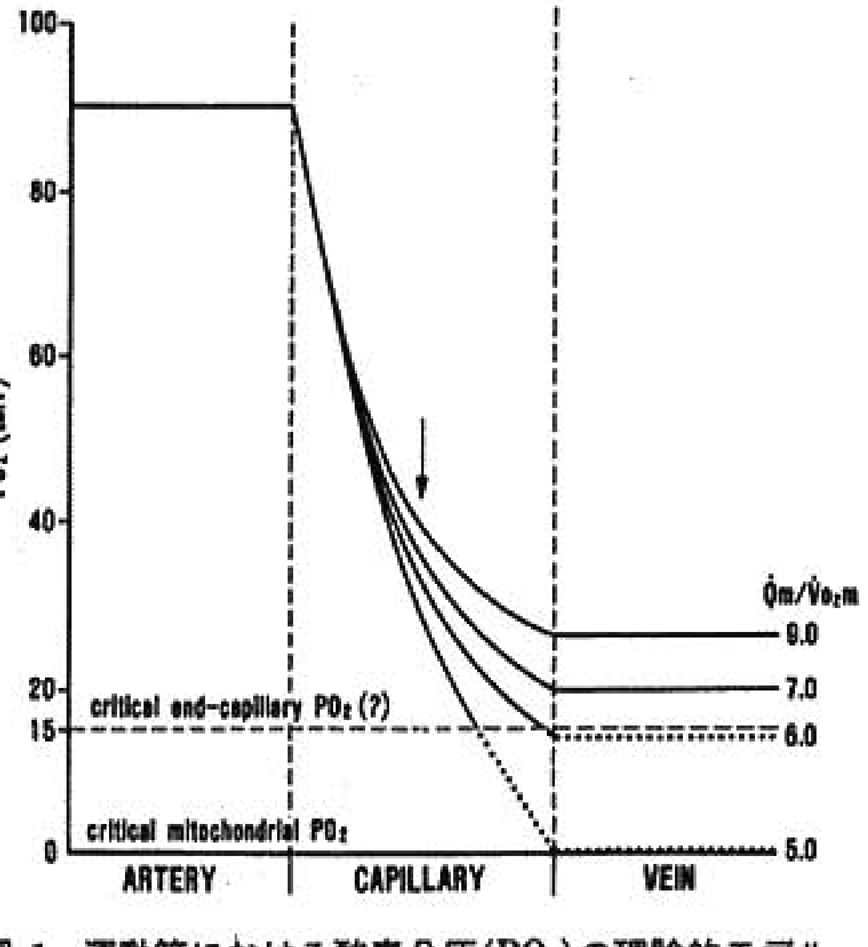


図 1　運動筋における酸素分圧(PO_2)の理論的モデル
(詳細は文献4を参照)

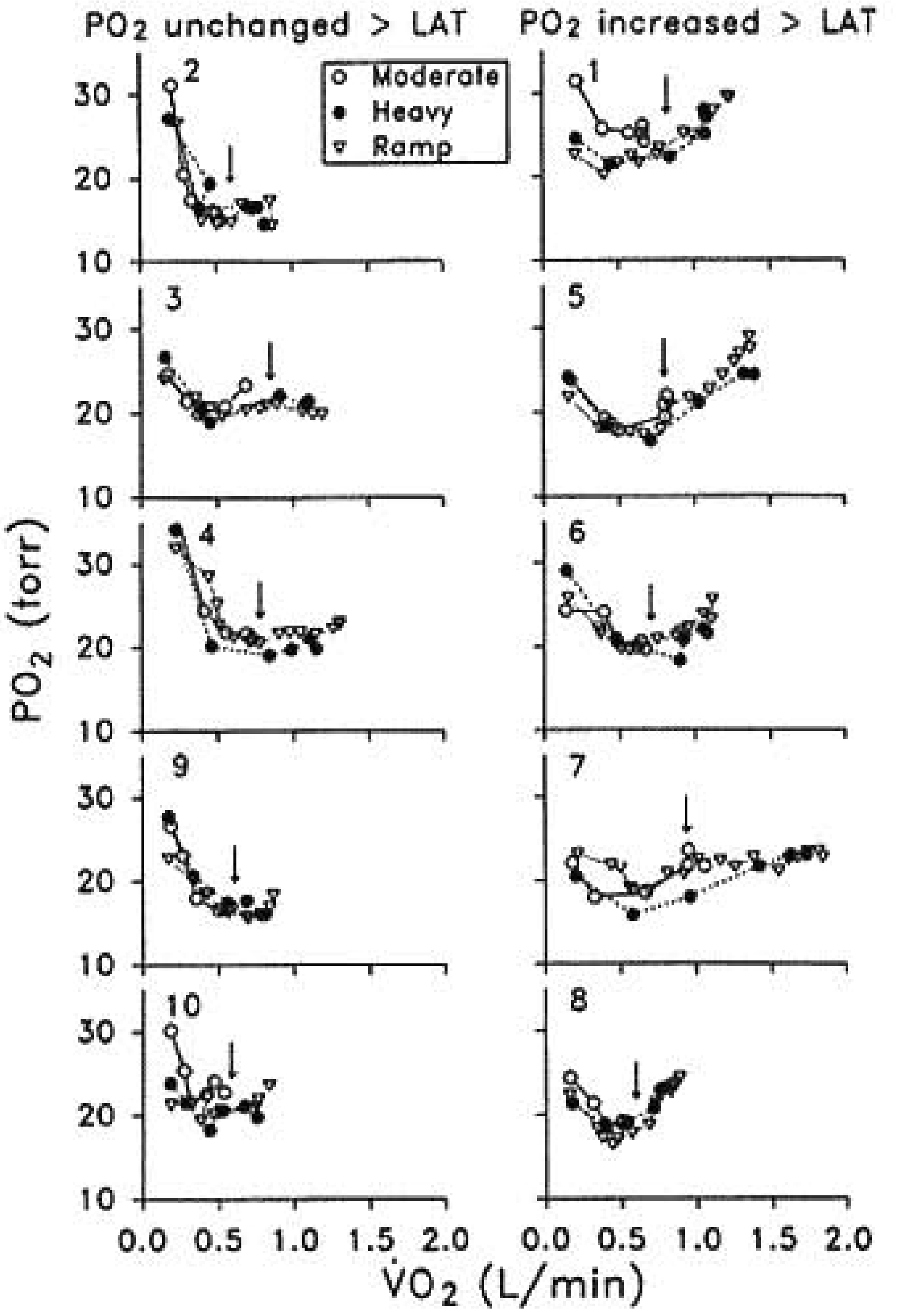


図 2 対象 10 例における 2 回の一定量負荷(moderate および heavy)と直線的漸増負荷(Ramp)試験中の酸素分圧(PO_2)と酸素摂取量($\dot{V}O_2$)の関係(詳細は文献 4 を参照)
矢印は呼気ガス分析から求めた lactic acidosis threshold (LAT) を示す.

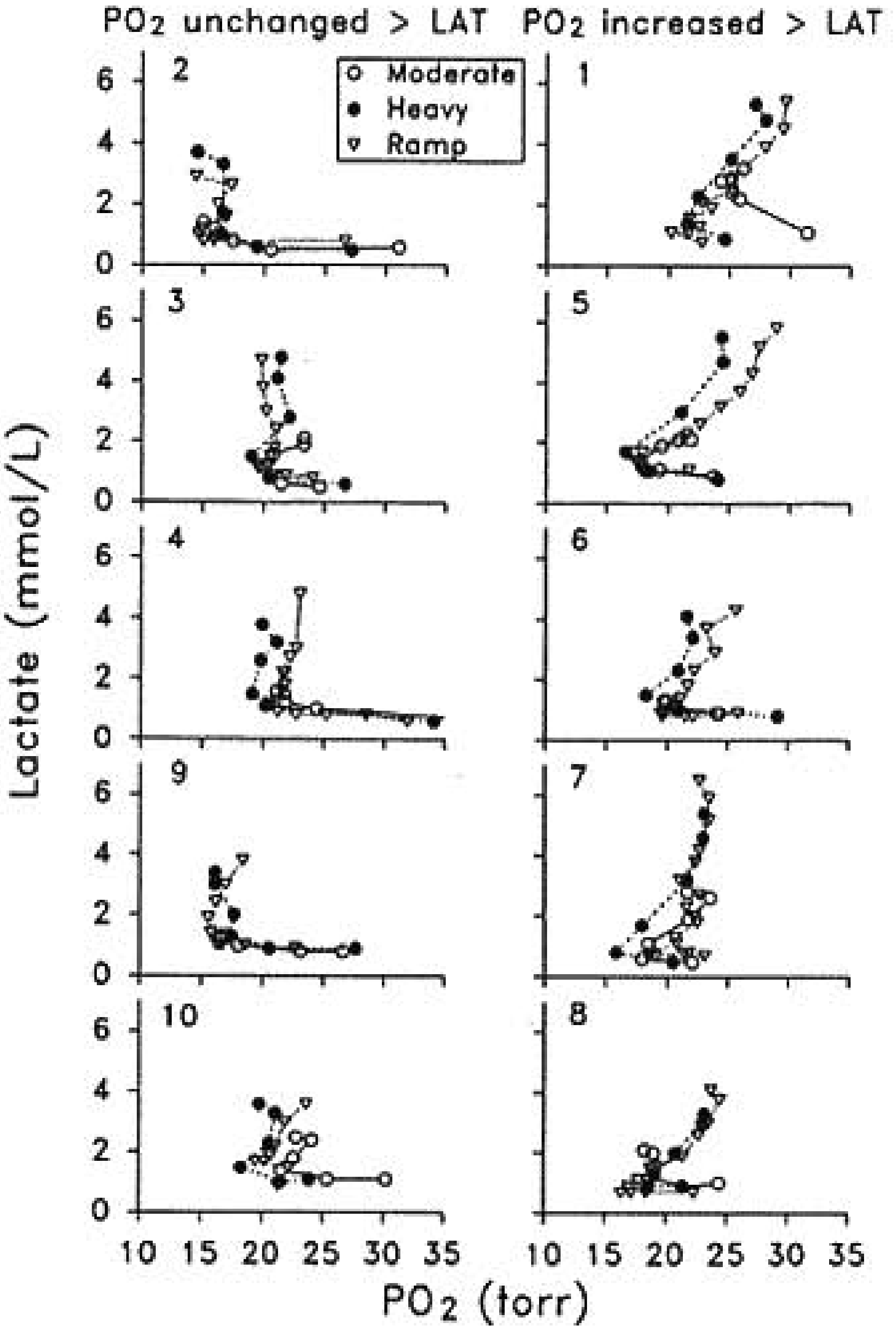


図 3 対象 10 例における大腿静脈での乳酸(lactate)と酸素分圧(PO_2)の関係(詳細は文献 4 を参照)

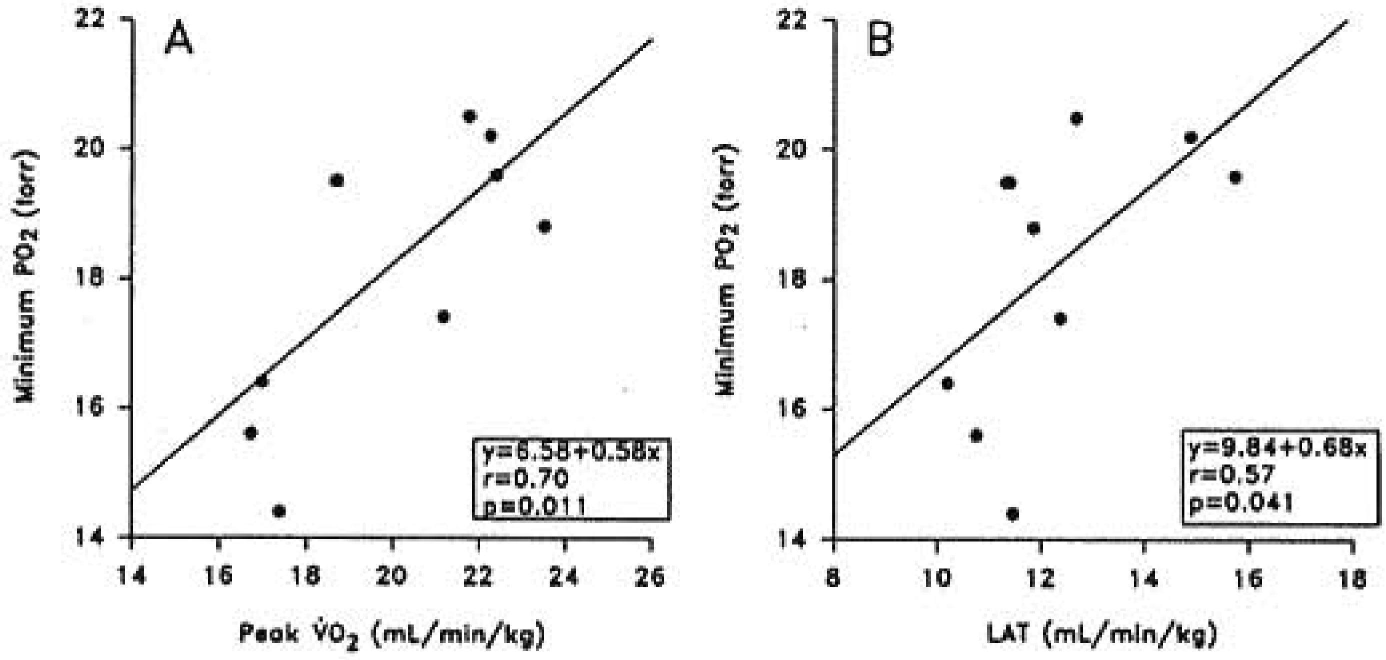


図 4 大腿静脈での minimum PO_2 と直線的漸増負荷より得られた最大酸素摂取量(peak $\dot{V}O_2$), lactic acidosis threshold (LAT) の関係(詳細は文献 4 を参照)

分析と乳酸の測定を行った．3つの運動負荷試験の間隔は約1時間あけ，LATはあらかじめ行った直線的漸増負荷試験において，呼気ガス分析(V-slope法)から決定した[6)〜8)]．

§　結果

対象10例における直線的漸増負荷試験から得られた最大負荷量，最大酸素摂取量，LATは各々平均121±27(SD)W，20.2±2.4 ml/min/kg，12.3±1.7 ml/min/kgであった．図2に運動負荷中の大腿静脈の酸素分圧の変化を酸素摂取量との関係において示す．10例全例において各々3回の運動負荷試験を行ったが，酸素分圧と酸素摂取量の関係には負荷方法の違いによる影響は認めなかった．負荷監視後増加する酸素摂取量に対し，酸素分圧は最初急激に低下し，最低値(minimumPO_2，18.2±2.0 torr)に達した後5例においては不変，他の5例においては上昇した．大腿静脈から得られた乳酸値は，酸素分圧が最低値に達するまでは変化がなかったが，その後急激に増加し，乳酸が増加を開始する閾値が酸素分圧に存在していた(図3)．図4に大腿静脈から得られたminimum PO_2と，直線的漸増負荷試験において呼気ガス分析から得られた最大酸素摂取量，LATの関係を示す．心疾患患者においてminimum PO_2は最大酸素摂取量，LATと各々正の相関を示した．

§　考察

運動負荷量の増加に伴い，大腿静脈の酸素分圧は低下したが，酸素分圧が最低となる時点において初めて乳酸が増加した．その後酸素摂取量の増加に伴い乳酸は急激に増加したが，酸素分圧は低下することなく不変もしくは増加を示した．Minimum PO_2は症例により異なっていたが14.4から20.5 torrの間にあり，Wittenbergら[3)]の報告とほぼ同様の値であった．Minimum PO_2は最大酸素摂取量やLATが低下している症例ほど低値であったが，個々の症例における酸素分圧と乳酸増加の関係は負荷方法には影響されなかった．大腿静脈の酸素分圧は運動筋での毛細血管終末の酸素分圧を反映していると考えられ，大腿静脈で得られたminimum PO_2は運動筋における好気的代謝に必要なcritical PO_2を示していると考えられた．

心疾患患者において，乳酸が増加しはじめた後の酸素分圧の変化には不変または再上昇の2つのパターンを認めた．大腿静脈の酸素分圧が再上昇した機序として，心拍数の増加，末梢の血管拡張等により運動筋への血流もしくは血流配分が改善したこと，乳酸アシドーシスにより酸素解離曲線が右に偏位し，酸素分圧が上昇したことなどの可能性が示唆された．

運動筋での毛細血管の酸素分圧が最低値に達した後に乳酸産生が増加した今回の結果は，運動筋での乳酸の産生は酸素供給の破綻によるものであるとするWassermanら[2)]の従来の説を強く支持するものと考えられた．

§　文献

1) Brooks GA: Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 1985；**17**：22-31
2) Wasserman K and Koike A: Is the anaerobic threshold truly anaerobic? *Chest* 1992；**101**(suppl)：211 S-218 S
3) Wittenberg BA and Wittenberg JB: Transport of oxygen in muscle. *Annu Rev Physiol* 1989；**51**：857-878
4) Koike A, Wasserman K, Taniguchi K, et al: The critical capillary PO_2 and the lactate threshold in patients with cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol* 1994；23：1644-1650
5) Koike A, Wasserman K, McKenzie DK, et al: Evidence that diffusion limitation determines oxygen uptake kinetics during exercise in humans. *J Clin Invest* 1990；**86**：1698-1706
6) Beaver WL, Wasserman K and Whipp BJ: A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986；**60**：2020-2027
7) Sue DY, Wasserman K, Morrica RB, et al: Metabolic acidosis during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1988；**94**：931-938
8) Koike A, Weiler-Ravell D, McKenzie DK, et al: Evidence that the metabolic acidosis threshold is the anaerobic threshold. *J Appl Physiol* 1990；**68**：2521-2526

運動負荷時の心拍数ならびに呼吸数の反応による嫌気性代謝閾値の推定

井尻 裕* 成宮賢行* 梅谷 健*
渡辺明規* 小森貞嘉* 田村康二*

運動中の心拍数と呼吸数はその時点の酸素摂取量に相関し，嫌気性代謝閾値(AT)に達すると換気量は急に増加し始める[1]ことが知られている．これまでに我々は陳旧性心筋梗塞患者において運動時の心拍数(HR)に対する呼吸数(RR)変化の割合(⊿RR/⊿HR)がAT値と相関することを報告してきた[2]が今回は運動時の心拍数と呼吸数の相互変化からAT値とAT到達時点の推定が可能か否かを検討した．

§ 対象と方法

対象は陳旧性心筋梗塞患者13名(平均年齢60歳：前壁9名，下壁3名，側壁1名)であり，肺疾患，心房細動，労作狭心症を合併する症例，β遮断薬使用例は除外した．以上の症例を対象にミナト医科学社製Aeromonitor-280での連続的呼気ガス分析下で，トレッドミル症候限界性ramp負荷を施行し，心拍数と呼吸数は負荷開始から負荷終了まで30秒毎に計測し，ATはV-slope法または分時換気量($\dot{V}E$)と酸素摂取量($\dot{V}O_2$)の比の変曲点から求めた．

§ 結果

図1に61歳男性，前壁梗塞例のトレッドミル運動負荷の結果を示す．$\dot{V}O_2$，心拍数および呼吸数は運動開始時から9分後の運動終了時まで増加し，縦の点線で示した運動4.5分後にはVE/VO_2が連続的上昇を開始する変曲点が認められ，本症例ではATが決定できた．図の最下段は呼吸数と心拍数との比の変動であるが，本例では運動中に呼吸数と心拍数の比上昇を開始する変曲点が認められ，この点はAT到達時間と一致した．本例のように今回検討した13例すべてにおいてATが決定でき，呼吸数と心拍数との比が上昇を開始する変曲点が認められたので，両者の関係について検討した．

図2左はこの変曲点の出現時間とAT到達時間の関係である．両者は検討した13例中，5例で一致し，両者の間には$r=0.85$ ($p<0.001$)の有意な相関が認められた．図2右はこの変曲点における心拍数とAT時点の心拍数との関係であるが，両者の間には$r=0.82$ ($p<0.001$) の有意な相関関係が認められた．

図3は図1に示した症例の運動時の心拍数と呼吸数の関係である．両者の間には$r=0.95$ ($p<0.001$) の有意な相関が認められ，他の12名においても同様の相関関係がみられた．

図4は⊿RR/⊿HRの値とpeak $\dot{V}O_2$，AT値との関係であるが，⊿RR/⊿HRとpeak $\dot{V}O_2$との間には$r=0.64$ ($p<0.02$)の，⊿RR/⊿HRとAT値との間には$r=0.67$ ($p<0.02$)の有意な相関が認められた．

§ 結語ならびに考察

陳旧性心筋梗塞患者13名を対象に運動中の心拍数と呼吸数の相互変化を観察し，以下の結果を得た．

①運動中にRR/HRの比が連続的な上昇を開始する点が今回検討したすべての例に認められ，うち5例ではこの変曲点はAT到達時間に一致し，両者の間には$r=0.85$ ($p<0.001$)の有意な相関関係がみられた．

②運動中の心拍数と呼吸数との間にはすべての例で有意な相関関係が認められ，⊿RR/⊿HRとAT値との間には$r=0.67$ ($p<0.001$)の有意な相関関係が認められた．

以上の結果から，運動中の心拍数と呼吸数の相互変化を観察することにより，AT到達時点およびAT値の推測が可能であると考えられた．

心拍数と呼吸数は病棟の心電図モニターやホルター

*山梨医科大学第2内科
(〒409-38 山梨県中巨摩郡玉穂町下河原 1110)

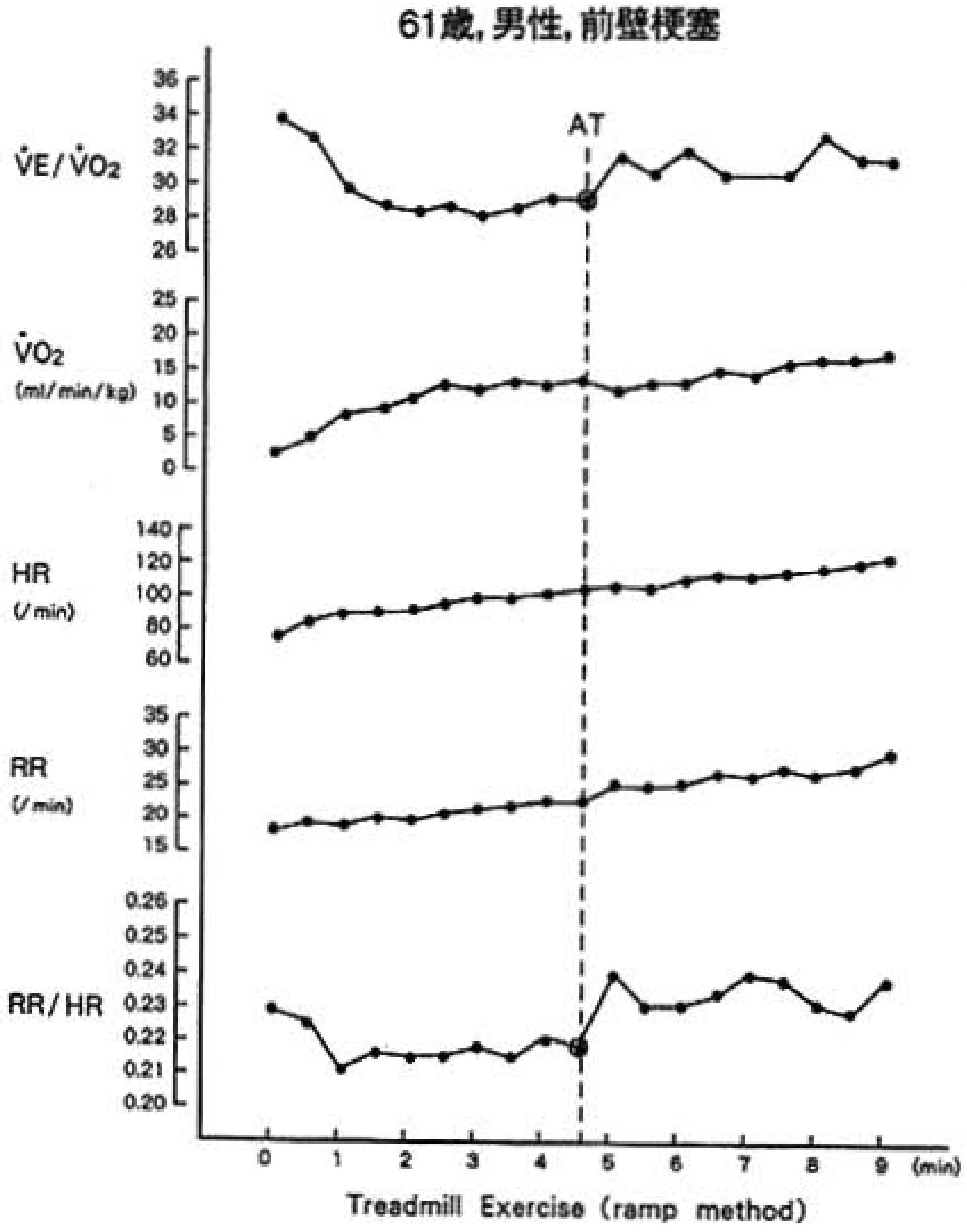


図 1　トレッドミル運動負荷における $\dot{V}O_2$, 心拍数および呼吸数の応答

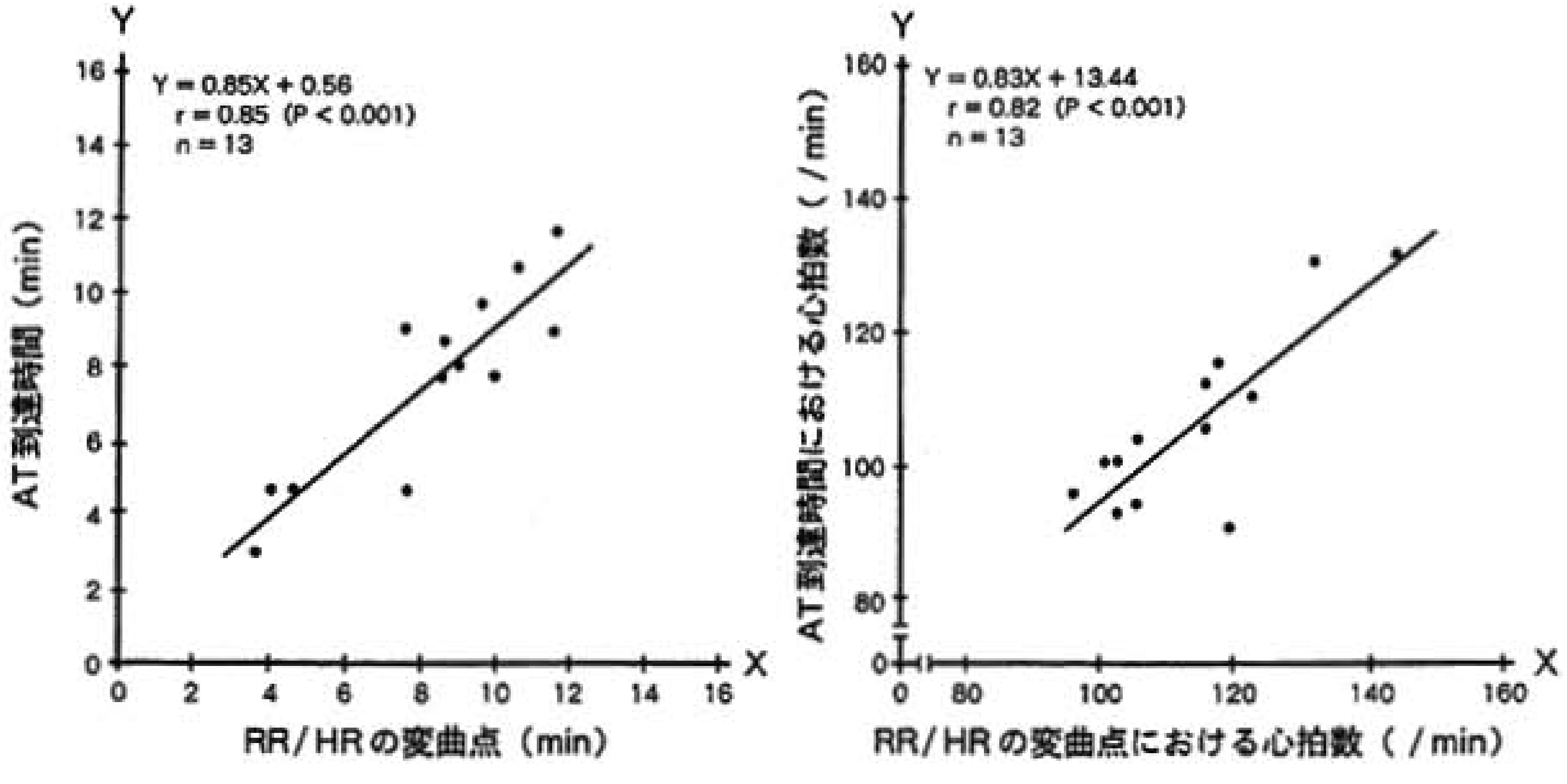


図 2　RR/HRの変曲点とAT到達時間との関係

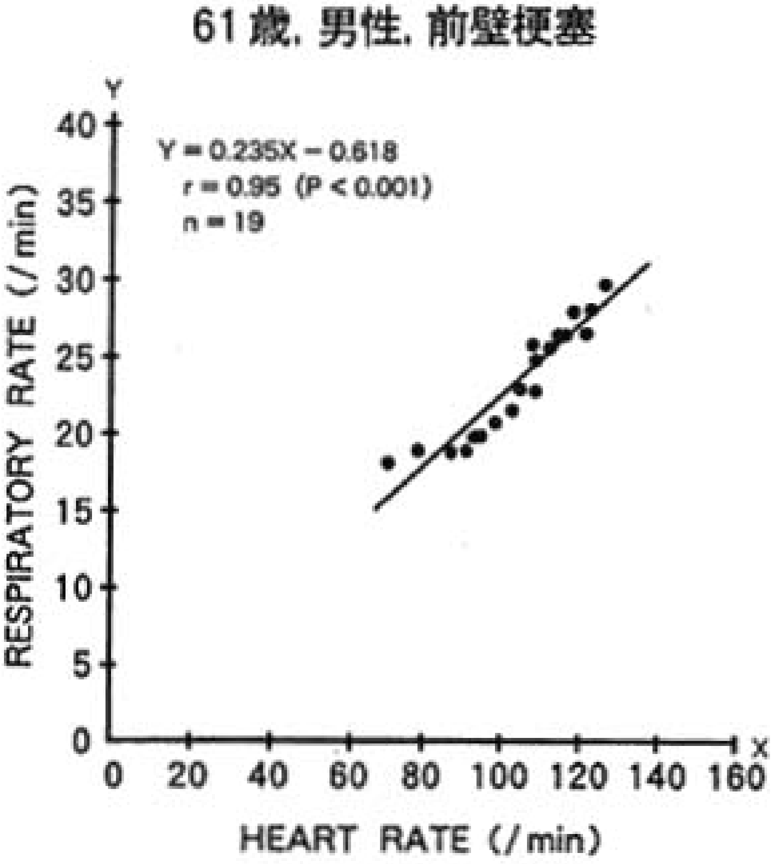


図 3　トレッドミル運動負荷における心拍数と呼吸数の関係

心電図でも計測することが可能である．したがってこの方法を用いることにより容易に嫌気性代謝閾値を推定できる可能性があり，心筋梗塞患者のリハビリテーション，運動処方ならびに生活指導に有用であると考えられた．

§　文献

1) Wasserman K: Breathing during exercise. *N Engl J Med* 1978; 298: 780-785

2) 井尻　裕，浅川哲也，渡辺雄一郎，ほか：運動負荷に対する心拍数ならびに呼吸数の反応による心肺機能の評価についての検討．日本臨床生理学会雑誌 1992; 22: 17-25

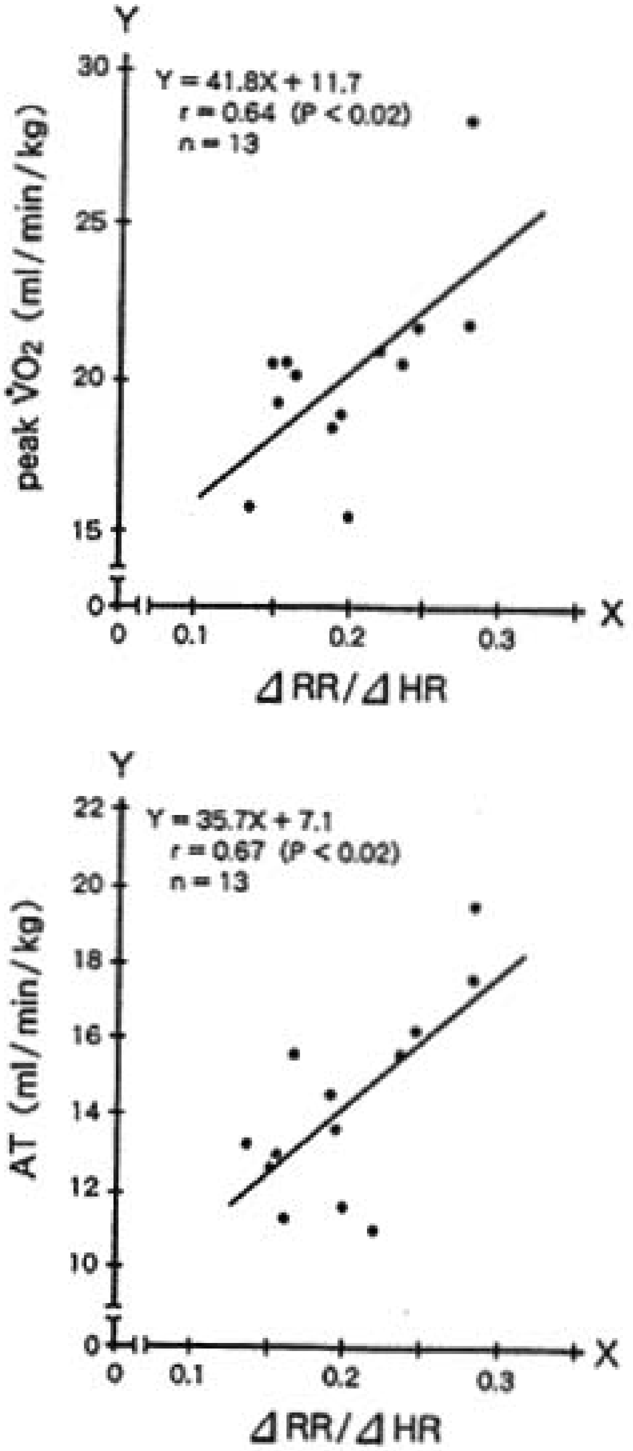


図 4　ΔRR/ΔHRとpeak $\dot{V}O_2$ならびにATとの関係

頸動脈洞症候群における生理的自律神経機能検査の意義

笠松　謙*　上山敬司*　西尾一郎*

頸動脈洞症候群(以下CSH)は頸動脈圧受容体の直接刺激により，徐脈または血圧低下をきたし，失神を誘発する疾患として知られている．近年，本疾患の病態として，頸動脈圧受容体反射亢進のほか，起立性低血圧などの他の循環調節障害の合併を示唆する報告がされている．今回，CSHの患者に対し，非薬物的生理的自律神経機能検査を試みたのでその結果を報告する．

§　対象および方法

対象はCSH患者群6例(男性3例，女性3例)で平均年齢は62.7±9.4歳．対照として正常男性5例(N群)，平均年齢49.5±8.6歳を用いた．生理的自律神経機能検査方法として15分間安静臥床の後，日本コーリン社製CBM-3000を用いて，非観血的連続血圧と心拍数を記録しながら，tilting bedを用いて，60°,15分の受動的起立負荷と30 mmHg，15秒間の努力呼気によるValsalva法を行った．観察項目は以下の項目とした．

1.受動的起立負荷時

1) 起立負荷前後の収縮期血圧低下度(⊿SBP)

2) 起立前後の心拍数変動周波数解析を用いた高周波数成分(HF)(0.15-0.4 Hz)と低周波数成分(LF)(0.04-0.15 Hz)のpowerの比(LF/HF)

3) 起立後血圧低下に対する心拍数の増加率(⊿HR/⊿SBP)

2.Valsalva法施行時

1) 直前の心拍数と比較した第2相における心拍数の変化(⊿HR)

2) 直前の血圧と比較した第4相のover shootの血圧変化(⊿SBP)

3) Valsalva法全体の血圧変動のパターン

§　結果

1) 受動的起立負荷時N群，CSH群ともに全例で収縮期血圧の低下を認めたが，⊿SBPは両群間で差を認めなかった．しかし，CSHの2例に起立負荷により収縮期血圧が20 mmHg以上低下する起立性低血圧を認めた．⊿HR/⊿SBPは両群間に差を認めなかった．起立負荷前後の心拍数周波数解析の結果を示す．交感神経活動性の指標と考えられるLF/HFはN群で全例起立により有意に増加したのに対して，CSH群では有意な変動は示さなかった．

2) Valsalva法の結果を示す．Valsalva第2相の⊿HRはN群に比べ，CSH群で有意に低下していた．第4相のovershoot(⊿SBP)は両群間に差を認めなかった．Valsalva施行中の血圧および心拍数の変動パターンをみると，正常例では第2相の血圧の低下に伴って心拍数が増加し，第2相後半では血圧は上昇傾向を示すのに対して，CSH群では血圧の低下が起こるにもかかわらず，心拍数は増加せず，第2相後半にも血圧の持続的低下を認めた．

§　考察

CSHは頸動脈圧受容体の機械的刺激に対する過剰反応により全身の循環不全をきたし，失神を誘発する疾患であり，その基礎に動脈圧受容体反射感受性の亢進が存在することがphenylephrine静注，neck-suction法により認められている．しかし，その障害部位が圧受容体反射の求心路，中枢または遠心路のいずれに存在するかの検討は少ない．今回の検討の結果，1)受動的起立負荷時，心拍数変動周波数解析でLF/HFが有意に変動しなかったこと．2)Valsalva法施行中，第2相の心拍数増加反応が減弱していることより，心

*和歌山県立医科大学循環器内科
(〒640　和歌山市七番丁　1)

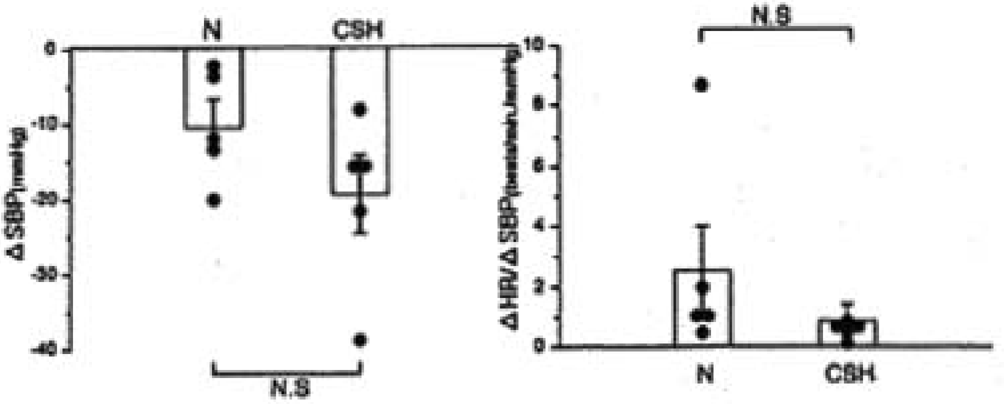


図 1 Changes of systolic BP and heart rate by passive tilt

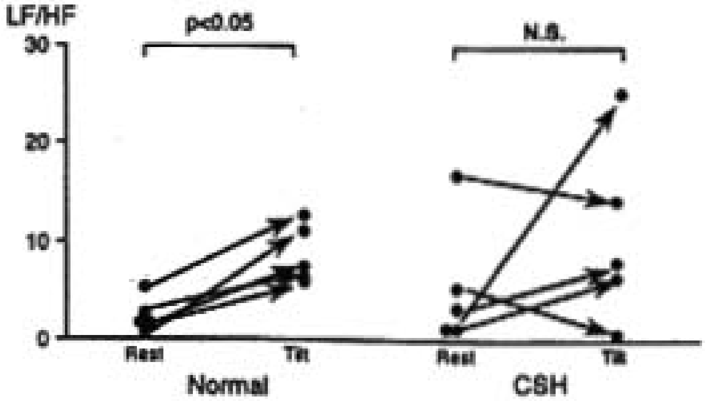


図 2 FFT analysis of heart rate during passive tilt

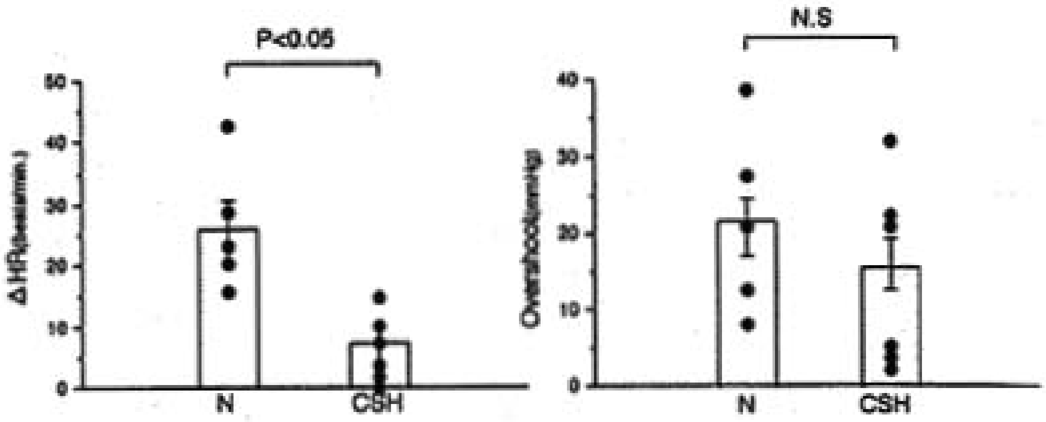


図 3 Changes of heart rate in phase 2 and overshoot by Valsalva maneuver

肺圧受容体を介する迷走神経活動の抑制および交感神経活動刺激反応性が減弱しているものと考えられた。以上のことから，CSH では従来指摘されている動脈圧受容体反射のほか，心肺圧受容体を介した循環制御にも異常が認められ，圧受容体反射中枢以下に障害が存在する可能性があると考えられる。

§ 結語

頸動脈洞症候群患者に非薬物的生理的自律神経機能検査を行った。本症候群では動脈圧受容体反射のみならず心肺圧受容体反射を介した循環調節にも異常が存在すると考えられる。

§ 文献

1) Morley CA, Dehn TCB, et al : Baroreflex sensitivity measured by the phenylephrine pressor test in patients with carotid sinus and sick sinus syndromes. *Cardiovasc Res* 1984 ; 18 : 752-761

2) Dehn TCB, Morley CA, et al : A scinentific evaluation of the canotid sinus syndrome. *Cardiovasc Res* 1984 ; 18 : 746-751

3) Kenny RA, Lyon CC, et al : Enhanced vagal activity and normal arginine vasopressin response in canotid sinus syndrome : implications for a central abnormality in carotid sinus hypersensitivity. *Cardiovasc Res* 1984 ; 21 : 545-550

20日間の無為臥床による下肢陰圧負荷および寒冷昇圧試験への循環応答の変化

春名由一郎*　川久保　清*　鈴木洋児*　郡司篤晃*

我々の研究によると，20日間の無為臥床によって，最大酸素摂取量は13％の低下，左心室終末拡張径は5％の低下，基礎心拍数は7拍程度の増加，基礎血圧も有意な増加を示した[1]．本研究は，自律神経性の循環調節機能が20日間の無為臥床によりどのように変化しているかを検討することを目的とした．頸部陰圧負荷による頸動脈洞圧受容器反射について，20日の水平無為臥床では先行研究がない．また，寒冷昇圧試験への応答によって，中枢性の交感神経の興奮性を検討した．

§ 対象および方法

被験者は，20-25歳の男6名，女2名であり，被験者は都内の某病院で，排便時，シャワー時を除き，20日間の寝たきり生活を送った．

血圧はFinapres(Ohmeda, CO, USA)で測定し，心拍数は胸部誘導心電図から求めた．

寒冷昇圧試験：たらいの中にまず足を入れておき，予告なしに氷水を足首まで注いだ．被験者には，体を動かしたり，力を入れたり，息こらえなどせずに，静かに1分30秒間辛抱するように注意した．寒冷刺激に対する循環応答の無為臥床による変化は，10秒目，50秒目，90秒目の直前の値に対する比をとって比較した[2]．

頸部陰圧負荷：頸部をアクリル製の筒で取り囲み，上と下をテープで密封し頸部密閉チェンバーとした．ポンプで空気を出し入れし，陽圧と陰圧を加えた．内圧は圧力トランスデューサーで測定し記録した．頸動脈伸展圧の変化は，フィナプレスで測定した頸動脈圧を頸動脈血管壁の内圧とし，一方密閉チェンバー内の圧力を血管壁の外圧とし，その差によって求めた．頸動脈伸展圧の変化に応じて起こる心拍数の変化によって，頸動脈圧受容器反射の刺激-応答曲線を求めた[3]．頸動脈洞圧受容器反射の遅れ時間は約2秒であった．

下肢陰圧負荷試験：下肢をチェンバー内に密閉し，チェンバー内圧を低下させ，血液の下肢への移動による中心血液量の低下を引き起こした．最初の1分は−10 mmHgで，次に−40 mmHgとした．

§ 結果

寒冷昇圧試験(図1)：寒冷負荷開始直後に座位で，平均血圧は臥床前では5％，臥床20日目では15％低下し，臥床前後で有意な差であった．しかし，寒冷負荷試験で注目されるべき，90秒後の値は15％程度の増加となり，臥床前後で差がなかった．

頸動脈圧反射曲線(図2)：安静時には無為臥床の前後で，臥位ではやや減退の傾向($p=0.07$)があったが，全般的にほとんど曲線の変化がなかった．運動時には，無為臥床後に曲線が上方に平行移動したが，変化率でみると変化はなかった．

下肢陰圧負荷試験(図3)：血圧には，有意な差がなかったが，心拍数の応答には−10 mmHgのときも，−40 mmHgのときにも有意に，無為臥床後に，心拍数の増加が大きくなっていた．

§ 考察および結論

20日の無為臥床によっては，寒冷昇圧応答にも，また頸動脈圧受容器反射機能にも変化がなかったことにより，自律神経性の循環調節機能は，20日の無為臥床では，中枢性にも，また頸動脈圧反射機能でも影響されなかったことが示された．下肢陰圧負荷試験は主に心肺圧受容器反射機能を示すとされているが，これは厳密に中心静脈圧の変化に対する心拍数の応答をみるものではなく，必ずしも心拍圧受容器反射の感受性の

*東京大学医学部保健管理学教室
(〒113　東京都文京区本郷7-3-1)

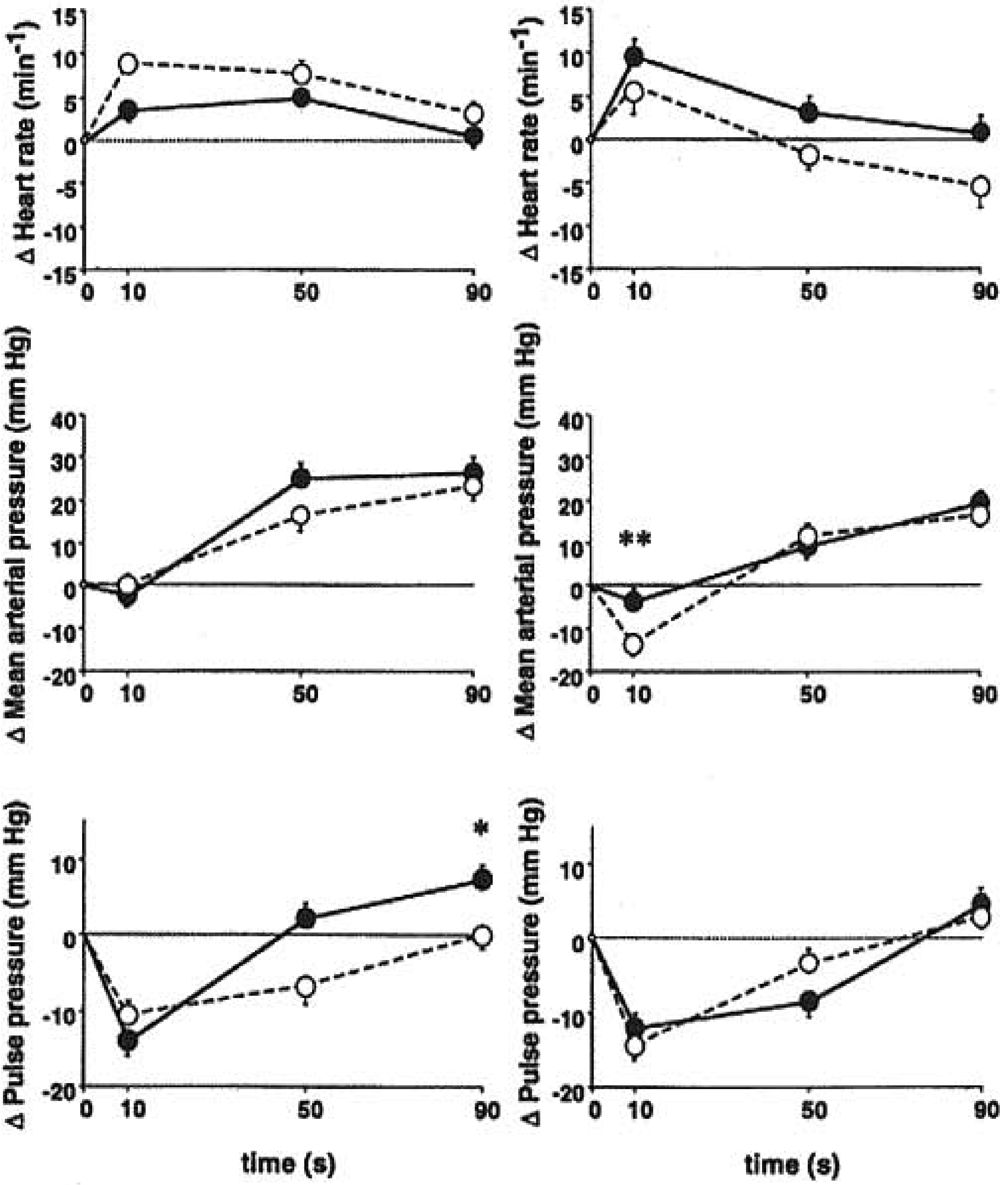


図 1　寒冷昇圧試験中の臥位(左)と座位(右)での心臓血管系の平均応答
黒丸は臥床前，白丸は臥床後を示す．Mean±SE，＊：$p<0.05$，臥床前後比較．(n＝6)

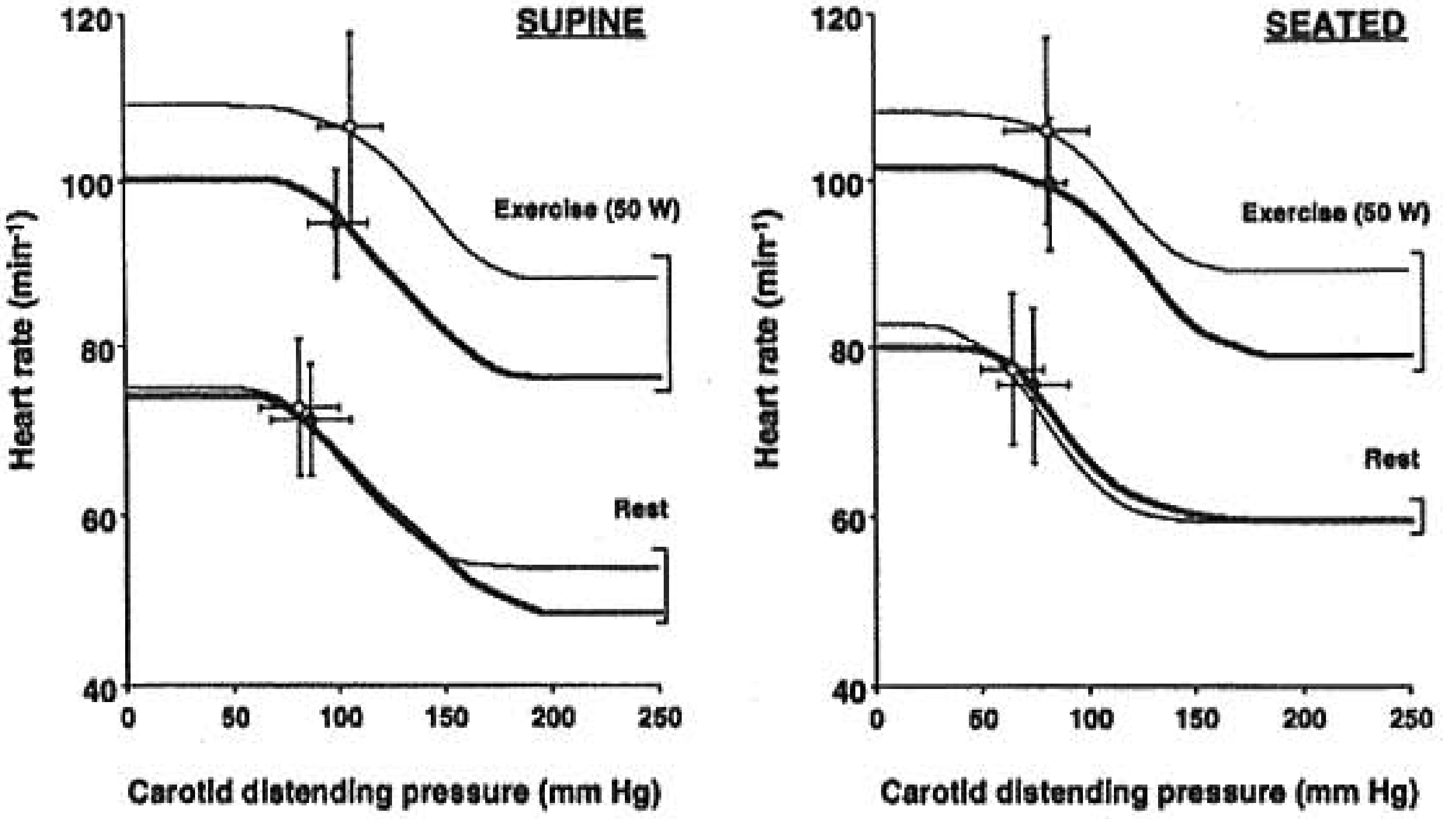


図 2　臥位(左)と座位(右)での安静時，および 50 W の運動時の頸動脈洞圧受容器反射曲線
太線と細線はそれぞれ臥床前と後を示す．黒丸と白丸はそれぞれ臥床前後の無刺激時の値を示す．水平，垂直のバーは SD を示す．(n＝6)

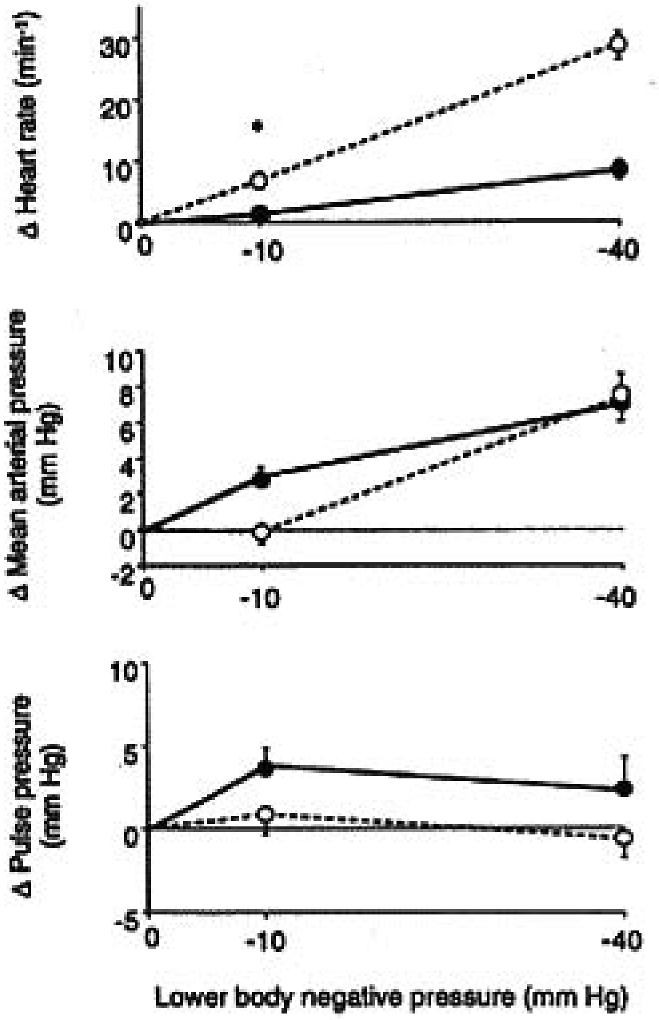


図 3　下肢陰圧負荷試験中の心臓血管系の平均応答
黒丸と実線は臥床前，白丸と点線は臥床後を示す．
Mean±SE，＊：p<0.05，臥床前後比較．(n=6)

変化を意味するとはいえない．無為臥床の後には体液量が減少することが知られているので，同じ下肢陰圧負荷による中心静脈圧の変化が無為臥床後に大きく，心肺圧受容器反射に対する入力が大きかったことも考えられ，無為臥床後の頻脈は必ずしも自律神経によるものとは認められなかった．

§　文献

1) Takenaka K, Suzuki Y, Kawakubo K, et al: Cardiovascular effects of 20 days bed rest in healthy young subjects. *Acta Physiol Scand* 1994；**150**(S 616)：59-64

2) Haruna Y, Kawakubo K, Suzuki Y, et al: Cardiovascular responses to cold pressor and LBNP tests before and after 20-days-bedrest. *Ahysiologist* 1992；**36**(suppl)：S 22-S 23

3) Eckberg DL and Fritsch JM: Influence of ten-day head-down bedrest on human carotid baroreceptor-cardiac reflex function. *Acta Physiol Scand* 1991；**144**(S 604)：69-76

僧帽弁狭窄症患者における運動中の心拍応答と自律神経活動に対する僧帽弁交連切開術の効果および時間的推移

佐藤　廣*　山本真千子*　阿部七郎*　永島和幸*　小笠原　憲*
桐ヶ谷　肇*　相澤忠範*　飯沼宏之*　加藤和三*

§ 目的

運動中の心拍は自律神経によって制御されており，健常者では軽度の運動においては迷走神経活動の消退により，また高度の運動では交感神経活動の亢進により心拍数が増加する[1]．Goldstein らによりアトロピンによる心拍数の増加が少ないことから心不全患者では迷走神経活動が低下していることを明らかにされ[2]，心不全患者では運動中の心拍の制御はおもに，交感神経によって制御されていると考えられている[3]．

近年僧帽弁狭窄症患者にたいして経皮経静脈的僧帽弁交連切開術(percoutaneous transvenous mitral commisurotomy : PTMC)が施行され，術後心不全症状の軽快，運動能力の増加が報告されている[4]．本研究の目的は，1) PTMC 後の自律神経活動の変化，2) 安静時並びに運動中の心拍応答における交感神経の関与，3) 最大運動時の O_2パルスの時間的推移を検討し，心不全改善の指標としての有効性を検討することである．

§ 対象と方法

対象は PTMC を施行した僧帽弁狭窄症患者 16 例(男 6 例，女 10 例，平均 52.5±2.3 歳)で，調律は洞調律 7 例，心房細動 9 例で，経過観察中，調律が変化した例，および PTMC 施行後僧帽弁閉鎖不全症が 2 度以上増加した例は本研究の対象から除外した．

運動負荷試験は自転車エルゴメーターを用い坐位にて，3 分間 20 ワットのウォーミングアップ後に，30 秒毎に 5 ワットずつ増す症候限界性ランプ法にて施行した．呼気ガスをミナト社製 Aeromonitor AE-280 S を用いて一呼吸ごとに測定し，心電図は Marquette 社製 CASE 12 で連続的にモニターした．運動前と最大運動負荷時に採血し，血中ノルエピネフリン濃度を測定して交感神経活動の指標とした．運動負荷試験は PTMC 前，1 週間後，1 カ月後，3 カ月後，6 カ月後，および 12 カ月後に施行した．

*心臓血管研究所
(〒106　東京都港区六本木 7-3-10)

§ 結果

PTMC により僧帽弁口面積は 1.2±0.1 から 2.2±0.16 cm^2 ($p<0.01$) に増し，僧帽弁圧較差は 9.6±0.9 から 4.1±0.4 mmHg ($p<0.01$) に減少した．PTMC 前の運動負荷試験では安静時心拍数は 81± 4 bpm で，血中ノルエピネフリン濃度は 0.44±0.04 ng/ml であった．ウォーミングアップ後に心拍数は 111± 8 bpm に増した．運動時間は 8.8±0.6 分，最大運動負荷時には心拍数は 161±8 bpm，血中ノルエピネフリン濃度は 1.5±0.9 ng/ml，最大酸素摂取量は 17.5±1.2 ml/kg/min，O_2パルスは 6.0±0.7 ml/min/bpm であった．PTMC 前と比較した運動時間および最大酸素摂

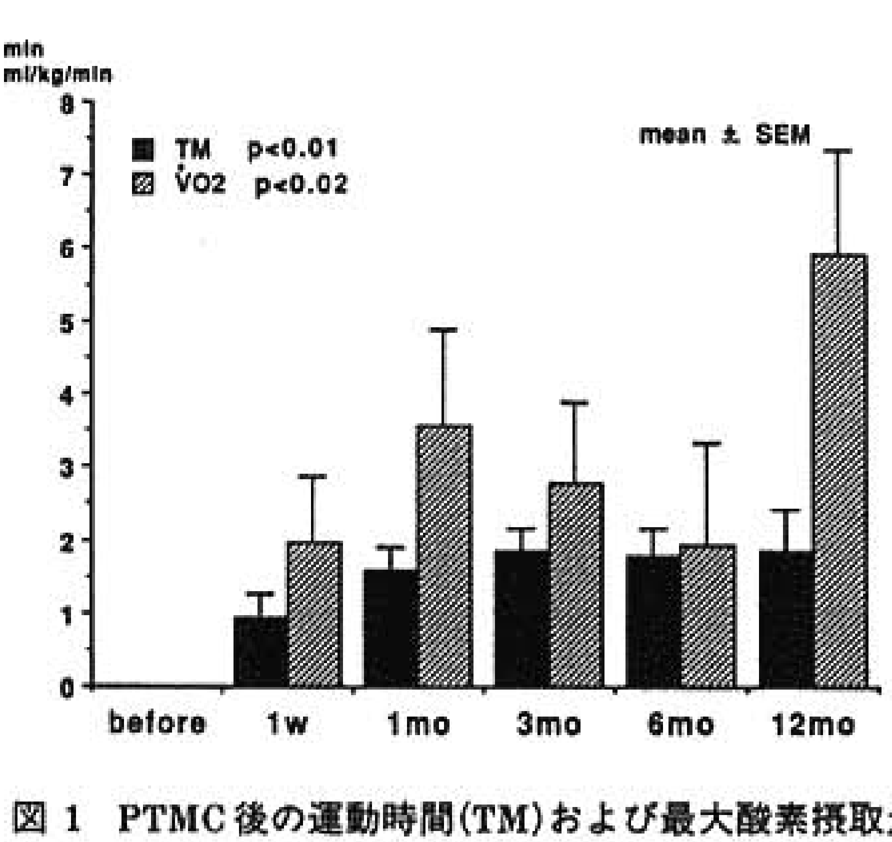


図 1　PTMC 後の運動時間(TM)および最大酸素摂取量($\dot{V}O_2$)の増加の時間的推移

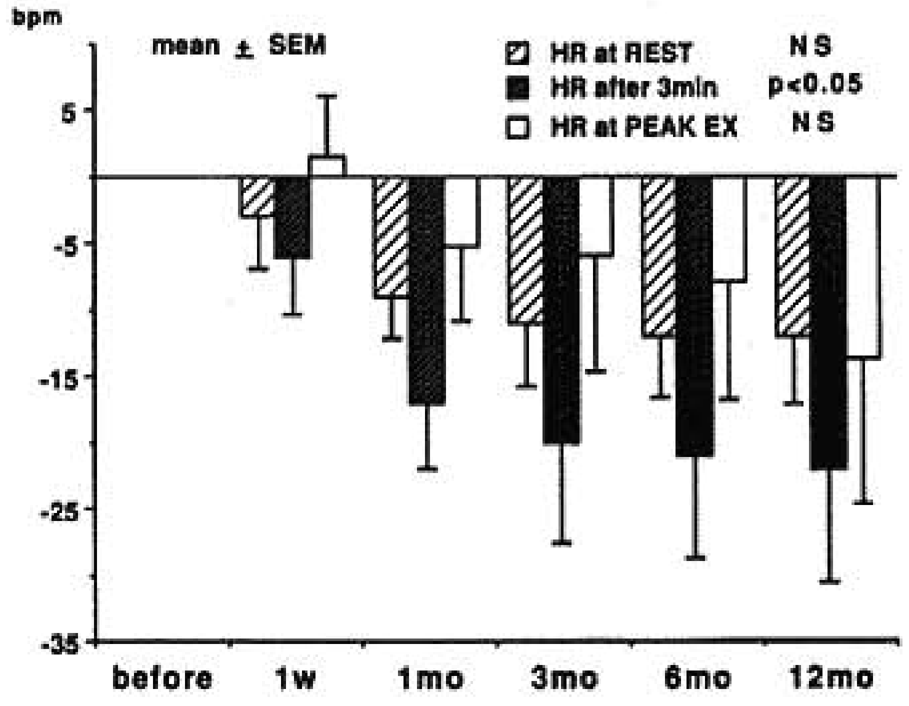


図 2　PTMC 後の安静時(HR at REST)，ウォーミングアップ後(HT after 3 min)，最大運動負荷時(HR at PEAK EX)の心拍数の減少の時間的推移
ウォーミングアップ後の心拍数は時間の経過とともに有意に減少し，安静時および最大運動負荷時の心拍数は時間の経過とともに減少傾向を示した．

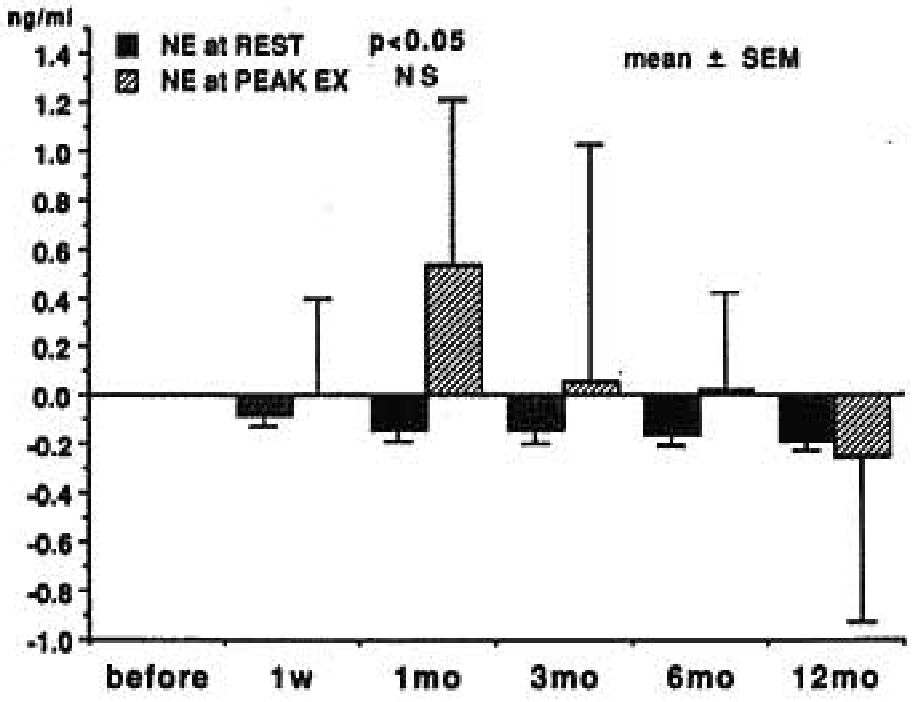


図 3　安静時(NE at REST)および最大運動負荷時(NE A PEAK EX)の血中ノルエピネフリン濃度
安静時血中ノルエピネフリン濃度は時間経過とともに有意に減少を示したが，最大運動負荷時の血中ノルエピネフリン濃度は運動時間が増したにも関わらず変化は認められなかった．

取量は時間の経過とともに増加し(図 1)，PTMC 後時間の経過とともに運動能力が改善したと考えられた．ウォーミングアップ後の心拍数は時間の経過とともに有意に減少したが，安静時および最大運動負荷時の心拍数は減少傾向を認めたが，統計的有意差には至らなかった(図 2)．安静時血中ノルエピネフリン濃度は時間の経過とともに有意($p<0.05$)に減少したが，最大運動負荷時の血中ノルエピネフリン濃度は最大運動時間が増加したにも拘らず変化は認められなかった(図 3)．PTMC 前との比較で血中ノルエピネフリン濃度の変化(⊿NE)と心拍数の間には安静時には$\Delta NE=0.005\Delta HR-0.11$($r=0.44, p<0.05$)，最大運動負荷時には$\Delta NE=0.057\Delta HR+0.19$($r=0.57, p<0.05$)の関係を認めた．最大運動負荷時の心拍数と最大酸素摂取量の推移を図 4 上段に示すが，心拍数は時間の経過とともに減少，最大酸素摂取量は増加した．その結果，O_2はパルス時間の経過とともに増加した(図 4 下段)．

§ 考按

本研究の対象には PTMC 後僧帽弁閉鎖不全症などの合併は認められず，全例にて運動能力の増加が認められたが，この知見は他の報告[4]と一致する．PTMC 後，運動能力の改善とともに安静時血中ノルエピネフリン濃度が減少したことは，術後交感神経活動が低下したと考えられる．Chon らは血中ノルエピネフリン濃度が高い心不全者ほど予後不良であると報告している[5]．したがって，PTMC 後運動能力の改善，交感神

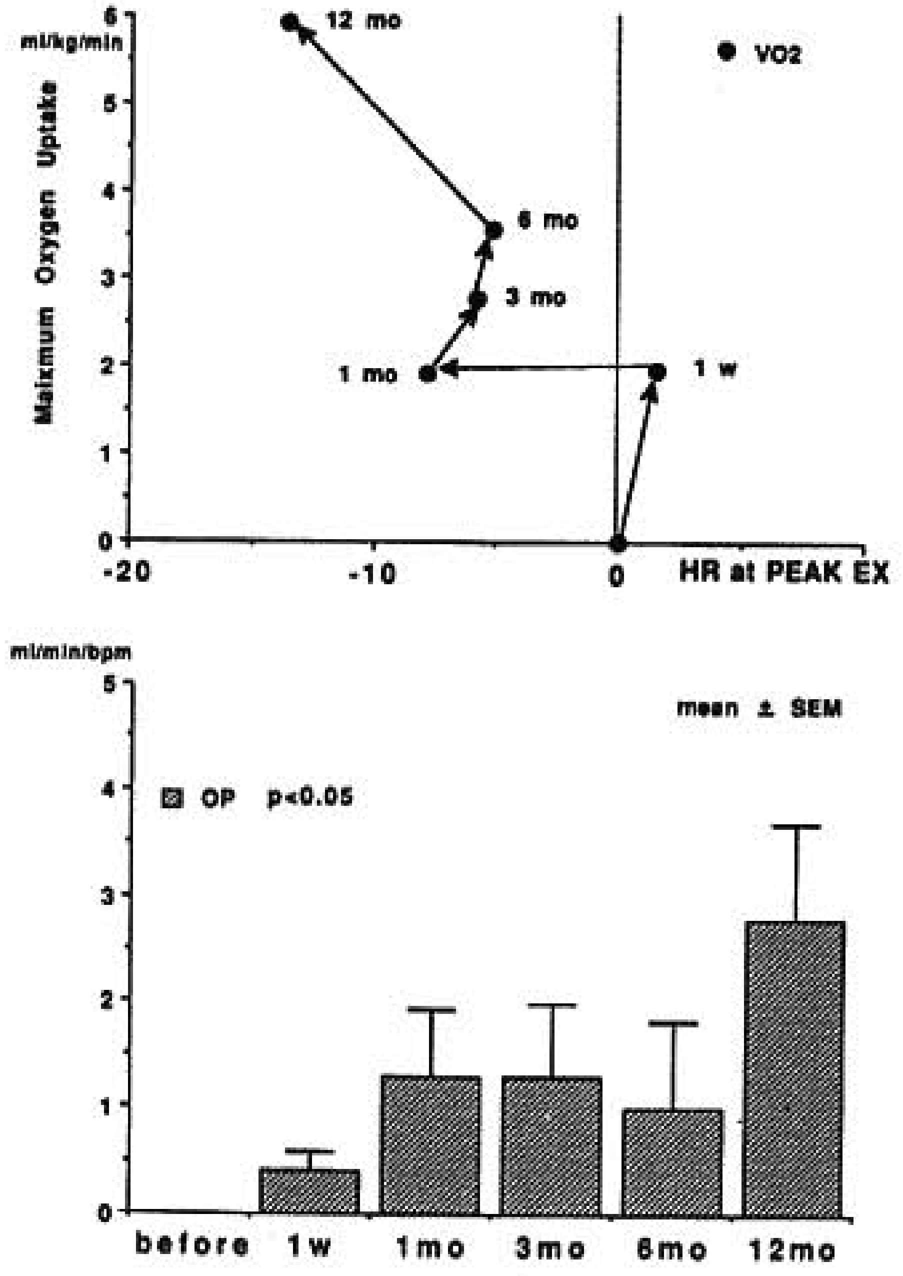


図 4　最大運動負荷時の心拍数の酸素摂取量の推移(上段)，O_2パルス(OP)の時間的推移(下段)

経活動の低下より，心不全状態が改善したと考えられる．

心拍は自律神経によって制御されており，安静時および最大運動負荷時の血中ノルエピネフリン濃度の変化と心拍数変化のあいだに正の直線相関関係が認められたことより，安静時，最大運動負荷時ならびにウォーミングアップ後の心拍数の低下はおもに交感神経活動低下によると考えられる．一方，最大酸素摂取量はPTMC後時間の推移とともに増加し，心拍数が交感神経活動の低下により減少したことを考えあわすと，最大酸素摂取量を最大心拍数で除したO_2パルスはPTMC後の患者の変化をよりよく表すと考えられ，時間の経過とともに増加したことより，O_2パルスは心不全の改善を示す良い指標と考えられた．

§ 文献

1) Robinson RF, Epstein SE, Beiser GD, et al: Control of heart rate by the autonomic nervous system. *Circ Res* 1966；**19**：400-411

2) Goldstein RE, Beiser GD, Stamper M, et al: Impairment of autonomically mediated heart rate control in patients with cardiac dysfunction. *Circ Res* 1975；**36**：571-578

3) Sato H, Yamamoto M, Nakamura Y, et al: Modulation of autonomic nervous balance during exercise in congestive heart failure. *Ther Res* 1992；**13**：4003-4007

4) McKay CR, Kawanishi DT, Kotlewski A, et al: Improvementin exercise capacity and exercise hemodynamics 3 months after double-balloon, catheter balloon valvuloplasty treatment of patients with symptomatic mitral stenosis. *Circulation* 1988；**77**：1013-1021

5) Cohn JN, Levine TB, Olivari MT, et al: Plasma norepinephrine as a guide to prognosis in patients with chronic congestive heart failure. *N Engl J Med* 1984；**311**(13)：819-823

PTMC後に合併する僧帽弁逆流の検討

ATを中心とした長期的検討

木村暢孝* 川越康博* 辺 泰樹* 酒井吉郎* 癸生川恵一*
孫崎信久* 住吉徹哉* 金子 昇* 細田瑳一*

経皮的僧帽弁交連切開術(Percutaneous Transvenous Mitral Commissurotomy：PTMC)は僧帽弁狭窄症の治療法として確立されつつある[1)2)]．術後の僧帽弁逆流(Mitral Regurgitation：MR)は術前での予測は困難であり，約50％に併発し，約15％は中等度以上でその大部分は僧帽弁置換術を必要とする[3)~5)]．それ以外の軽症MRは僧帽弁狭窄の解除効果により臨床症状の改善が見られると報告されている[6)]．しかし，この改善度評価はNYHA分類による自覚症状の評価で，客観的に運動耐容能を長期的に評価した報告はない．一方，近年運動耐容能の客観的評価方法といわれる嫌気性代謝閾値(Anaerobic Threshold：AT)の測定法がWassermanらによって確立された[7)8)]．そこで今回我々はPTMC後に合併する軽症MRの臨床的意義をPTMC前後の血行動態と，慢性期のTAを指標として評価した．

§ 対象および方法

対象は1992年2月までにPTMCを施行した67例中，術後平均6カ月後の慢性期(平均6±2カ月)にATを測定し得た純粋僧帽弁狭窄症25例(男性1例，女性24例，平均年齢48歳)である．術前のMRは左室造影で，Sellers分類によるI度が7例で，II度以上はなかった．術後のIII度以上のMR合併例は除外した．PTMC施行直前，直後で血行動態を測定し，左室造影を施行した．本研究では，PTMC施行後II度のMR合併例をMR出現群，I度以下のMRをMR非出現群と分類した．運動負荷試験は当院のプロトコール[9)]に従って，坐位自転車エルゴメーターでのramp負荷を行い，呼気ガス分析はChest社製AY-500Tを用い，Wassermanらの方法からATを測定した[7)]．AT測定は，PTMC前，1週間後(直後)，平均6カ月後の慢性期に施行した．PTMC前にて両群間の血行動態指標，ATに有意差はない．

§ 結果

表1にPTMC前後での両群の血行動態の変化を示す．MR非出現群では，心係数は術前後で有意な変化はないが，肺動脈収縮期圧，左房圧，僧帽弁圧較差は有意に低下し，僧帽弁口面積は有意に上昇し血行動態は改善した．MR出現群の血行動態変化はMR非出現群と比べて，肺動脈収縮期圧には有意な差は認められ

表 1 PTMC前後での血行動態の比較

		MR非出現群(n=18)		MR出現群(n=7)	
肺動脈収縮期圧	(mmHg)	40.9±13.5→33.3±7.7	$p<0.0001$	39.6±7.6→33.7±5.3	NS
左房圧	(mmHg)	19.4±7.2→10.0±3.4	$p<0.0001$	18.9±4.0→11.7±2.9	$p<0.05$
心係数	(l/min)	2.85±0.75→3.06±1.04	NS	2.74±0.44→2.83±0.51	NS
僧帽弁圧較差	(mmHg)	13.2±4.7→5.8±2.0	$p<0.0001$	14.3±3.5→6.8±3.2	$p<0.05$
僧帽弁弁口面積	(cm^2)	0.94±0.29→1.65±0.65	$p<0.0001$	0.88±0.13→1.47±0.43	$p<0.01$

*東京女子医科大学附属日本心臓血圧研究所内科
(〒162 東京都新宿区河田町 8-1)

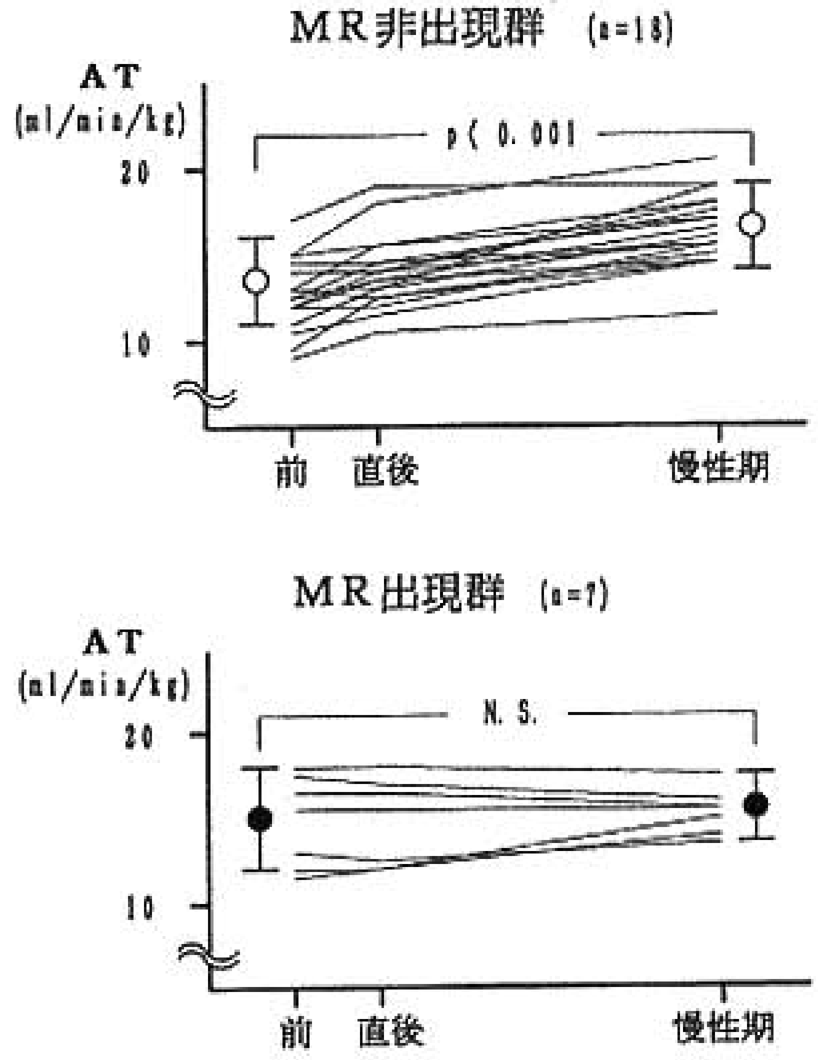


図 1 PTMC前後，慢性期でのATの改善度

ないものの，左房圧，僧帽弁圧較差は低下し，僧帽弁口面積は有意に上昇し，MR非出現群と同様に改善していた．つぎにPTMC前，直後，慢性期の両群のATの変化を図1に示す．MR非出現群でのATはPTMC前12.8±2.1 ml/min/kg，直後14.3±2.3と変化はないが，慢性期は16.2±2.3と有意に上昇した．しかし，MR出現群ではPTMC前15.3±3.1，直後15.4±2.9と変化なく，慢性期も15.8±1.9とその変化は有意ではなかった．

§ 考察

軽症MR合併の臨床上の意義をPTMC前後の血行動態と慢性期の運動耐容能をATを指標として評価した．1）血行動態はEssopらの報告と同様に，軽症MRの合併にもかかわらず，僧帽弁口面積は開大され，左房圧は低下し改善を認めた[3]．2)PTMC直後のATに関してはChengや諸家の報告と同様に[2]，両群いずれもPTMC前に比し有意な変化はない．慢性期のATはMR非出現群では有意な改善を認めたが，MR出現群では有意ではなかった．MR出現群7例の内2例は慢性期ATに改善傾向があったが，他の5例では改善していない．全体としては，MR合併はII度でも慢性期の運動耐容能の改善に影響していると考えられた．しかしながら長期経過中にはMRの改善や，増悪を示すとの報告もあり[5]，今後症例を集積し，さらに検討を続けてゆきたい．

§ まとめ

PTMC後合併するMRは，I度もII度も術直後の血行動態は改善するものの，II度のMRでは慢性期の運動耐容能は改善しない傾向が認められた．II度のMRの合併は臨床上問題である可能性が示唆された．

§ 文献

1) Inoue K, Owaki T, Nakamura T, et al : Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984；**87**：394-402
2) Cheng T, Chen C, Hung J, et al : Percutaneous Balloon Valvuloplasty. IGAKUSHOIN New York・Tokyo 1991,237-279
3) Essop M, Wisenbaugh T, Skoularigis J, et al : Mitral regurgitation following mitral balloon valvotomy. *Circulation* 1991；**84**：1669-1679
4) NHLBI Balloon Valvuloplasty Registry : Complications and mortality of percutaneous balloon mitral commissurotomy. *Circulation* 1992；**85**：2014-2024
5) Sancho M, Medina A, de Lezo JS, et al : Factors influencing progression of mitral regurgitation after transatrial balloon valvuloplasty for mitral stenosis. *Am J Cardiol* 1990；**66**：737-740
6) Alfonso F, Macaya C, Hernandez R, et al : Early and late results of percutaneous mitral valvuloplasty for mitral stenosis associated with mild mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1993；**71**：1304-1310
7) Wasserman K : Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 1973；**35**：236-243
8) Pina I and Karalis G : Comparison of four protocol using anaerobic threshold measurement of functional capacity in CHF. *Am J Cardiol* 1990, **65**：1269-1271
9) 川越康博，木村暢孝，金子 昇，ほか：慢性心不全における塩酸ブナゾシンの運動耐容能に対する効果．呼吸と循環 1992；**40**：1109-1114

経皮的僧房弁交連裂開術の運動耐容能と末梢骨格筋エネルギー代謝におよぼす影響

^{31}P-MRスペクトロメトリーによる検討

安 隆則* 勝木孝明* 仲田郁子* 大村延博*
大和真史* 藤井幹久* 斎藤宗靖*

心機能不全患者において，筋肉疲労感は運動耐容能を規定する重要な症状であり，運動負荷時の筋肉疲労感は骨格筋への血流分布の低下とともに，内因性骨格筋エネルギー産生能の低下に基づくと推測されている[1)2)]．経皮的僧房弁交連裂開術は現在，僧房弁狭窄症の治療として広く普及しており，本手技は肺や胸郭に侵襲を加えることなく，また非薬物療法的に瞬時に心機能を改善させる特異的な臨床モデルである．今回我々は経皮的僧房弁交連裂開術の運動耐容能と骨格筋エネルギー代謝におよぼす短期的かつ長期的影響について検討した．

§ 方法

対象は症状を有する僧房弁狭窄症患者連続11例(男性2例，女性9例，平均年齢52歳(33-74歳)，術前弁口面積1.27±0.17 cm^2，心房細動5例，洞調律6例)で，全員が経皮的僧房弁交連裂開術を施行されている．症候限界性心肺運動負荷試験をWeber Janikki protocolに従い，経皮的僧房弁交連裂開術術前，術後3日目，1カ月後，3カ月後に行い，運動耐容能の指標として最大酸素摂取量，嫌気性代謝閾値をSensor Medics社製MMC-4400を用いて計測した後，同日中に最大握力の10％でハンドグリップ負荷を1分間に30回のストロークで4分間施行し，負荷前，負荷中ならびに負荷後4分間の前腕屈筋群の高エネルギー燐酸化合物を^{31}P-MRスペクトロメトリーを用いて測定し，負荷終了直後からのクレアチン燐酸(基準物質のhexamethyphophoramideに対するクレアチン燐酸量で標準化)回復過程を指数近似し運動負荷量に依存しない内因性骨格筋エネルギー産生能の指標として時定数を算出した[3)]．MRスペクトロメトリーの解析には大塚電子社製FITを使用した．統計処理は術前後の弁口面積には，t検定を，また術前後の運動時間，最大酸素摂取量嫌気性代謝閾値時の酸素摂取量，時定数には一元配置分散分析を用いて比較し，$p<0.05$をもって有意差ありと判断した．

§ 結果

経皮的僧房弁交連裂開術により僧房弁弁口面積は1.27±0.17 cm^{2}から1.81±0.26 cm^{2}に有意に開大したが($p<0.01$)，術後3日目の最大酸素摂取量および嫌気性代謝閾値はいずれも術前と比較して有意な変化

表1 経皮的僧帽弁交連裂開術前後の運動耐容能と内因性骨格筋エネルギー産生能の経時的変化

	PTMC前	術後3日目	術後30日目	術後90日目
運動時間(sec)	550±131	607±170	678±170*	667±227*
最大酸素摂取量(ml/min/kg)	17.2±5.8	17.0±5.8	20.0±5.3*	20.1±6.6*
嫌気性代謝閾値(ml/min/kg)	12.1±4.0	12.0±3.7	13.6±2.9*	13.5±3.4*
時定数(sec)	106.3±12	110.5±16	88.9±11.3	76.1±5.1*

*$p<0.05$ vs. PTMC前，PTMC：経皮的僧帽弁交連裂開術．

*自治医科大学大宮医療センター心臓血管科
(〒330 大宮市天沼町 1-847)

を示さず，術後1-3カ月にかけて遅れて両指標は改善した(表1)．MRスペクトロメトリーから算出された時定数についても，術後3日目では術前と変化なく，1カ月後，3カ月後に遅れて改善した(表1)．

§　考察

心不全患者に対する薬物療法時，急激な中枢性の血行動態の改善にもかかわらず運動耐容能は遅れて改善することが知られており[4]，経皮的僧房弁交連裂開術の僧房弁狭窄症患者においても同様に運動耐容能は遅れて改善することが示された．心不全患者の末梢骨格筋の好気的代謝能は低下しており，早期に嫌気的代謝が出現し，これが運動耐容能を規定する重要な因子となると考えられている[2]．^{31}P-MRスペクトロメトリーは非侵襲的に骨格筋のクレアチン燐酸量ならびにPHを測定することが可能であり，Meyerら[3]は *in vitro* で負荷終了直後からのクレアチン燐酸値の回復曲線が一次指数関数に近似され，この近似曲線から算出される時定数は運動負荷量に依存しない内因性骨格筋エネルギー産生能の指標となると報告している．僧帽弁狭窄症患者での僧房弁交連裂開術前の時定数(106±11 sec)は健常者(71±8 sec, n=10)と比較して延長しており，これは僧房弁交連裂開術直後には変化せず慢性期に遅れて改善しており，内因性骨格筋エネルギー産生能の回復には血行動態改善後ある程度の時間を要することが示された．

今回の研究から経皮的僧房弁交連裂開術による急速な血行動態の改善後，conditioningの時間を経ながら内因性骨格筋エネルギー産生能は増加し，これに伴い運動耐容能は遅れて改善することが示唆された．

§　文献

1) Wilson JR and Mancini DM : Factors contribution to the exercise limitation of heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1993 : 22 : 93 A-98 A

2) 勝木孝明，安　隆則，大村延博，ほか：心疾患患者における運動耐容能と運動時末梢骨格筋エネルギー代謝．^{31}P-MRSを用いた検討．心臓1993：25 (suppl 2)：76-78

3) Meyer RA : A linear model of muscle respiration explains monoexponential phosphocreatine changes. *Am J Physiol* 1988 : 254 : C 548-553

4) Franciosa J and Cohn J : Immediate effects of hydralazine isosorbide diniterate combination on exercise capacity and exercise hemodynamics in patients with left ventricular failure. *Circulation* 1979 : 59 : 1085-1091

閉塞性動脈硬化症・大動脈瘤における dipyridamole負荷Tl心筋ECTの有用性

若林　康[*]　岡山憲一[*]　俵原　敬[*]　倉田千弘[*]　青島重幸[*]
小林　明[*]　山崎　昇[*]　金子　寛[**]　蜂谷　貴[**]

Boucherら[1)]やYounisら[2)]は血管外科手術後の心事故の予測に，dipyridamole負荷Tl心筋ECT(DP-ECT)が有用であると報告している．外山ら[3)]は動脈硬化性病変を有する症例で虚血性心疾患の検出にDP-ECTが有用であると報告しているが，いずれの研究においても全例に冠動脈造影(CAG)とDP-ECTを行いsensitivity(Sn)，specificity(Sp)および心事故予測を検討した報告はない．今回，閉塞性動脈硬化症(ASO)・大動脈瘤(AA)手術症例全例にCAGとDP-ECTを行い，その有用性を検討した．

§　対象と方法

対象は1990年2月から1992年12月までにDP-ECTを施行したASO 36例，AA 17例，両者合併4例の計57例である．平均年齢68±8歳，男性48例，女性9例であった．血管外科手術40症例全例を含む44例にCAGが行われた．57例中，虚血性心疾患の既往は12例(21%)であった．

DP-ECTは，座位にてジピリダモールを0.142 mg/kg/minの速度で4分間静注し，その3分後にTl-201 111 MBq(3 mCi)を静注した．低運動負荷可能な症例には，座位エルゴメーター15〜75ワットをジピリダモール静注開始後2分からTl静注後1分まで併用した．Tl投与後約5分から初期像，4時間後に遅延像を撮影した．

評価方法は，左室心筋を9領域に分割し，各領域毎にTlの集積程度を視覚的に，0：normalから，3：severely reducedまで4段階に分類し，9領域のスコアの和を，初期像：initial　score，遅延像：delayed scoreとし，さらにdelayed score－initial score＝⊿scoreと定義した．この⊿scoreによって虚血の重症度を表した．

§　結果

ジピリダモールによる副作用は18%に認められた．胸痛は11%，頭痛は4%，発汗，動悸，低血圧はそれぞれ2%に認めた．このうちアミノフィリンの投与を必要としたのは，2例(4%)だけであった(表1)．

CAGの結果，75%以上の狭窄を有意狭窄とすると，44例中，1枝病変16例，2枝病変8例，3枝病変2例，LMT病変1例の計27例で，冠動脈疾患(CAD)の合併率は61%であった(表2)．

表1　Adverse effects of dipyridamole

Any side effects	9 (patients)	(15%)
Chest pain	6	(11%)
Headache	2	(4%)
Sweating	1	(2%)
Palpitation	1*	(2%)
Hypotension	1*	(2%)

(*Aminophylline投与)

表2　Findings of coronary angiography in 44 patients

0 vessel disease	17		
1 vessel disesase	16	LAD	5
		LCX	4
		RCA	7
2 vessel disease	8	LAD+LCX	3
		LAD+RCA	2
		LCX+RCA	3
3 vessel disease	2		
LMT+LCX	1		

*浜松医科大学第3内科
**　同　第2外科
(〒431-31　浜松市半田町 3600)

表 3 Sensitivity and specificity of dipyridamole-thallium scan

A) Total

	CAD(+)	CAD(−)			
TD or PD(+)	20	3	23	Sensitivity	74 %
TD and PD(−)	7	14	21	Specificity	82 %
	27	17	44		

B) Dipyridamole only

	CAD(+)	CAD(−)			
TD or PD(+)	11	1	12	Sensitivity	65 %
TD and PD(−)	6	8	14	Specificity	89 %
	17	9	26		

C) Dipyridamole+Exercise

	CAD(+)	CAD(−)			
TD or PD(+)	9	2	11	Sensitivity	90 %
TD and PD(−)	1	6	7	Specificity	75 %
	10	8	18		

TD: Transient defect, PD: Persistent defect.

表 4 Cardiac events

	Event(+) 5 patients		Event(−) 35 patients	
Age	73±4		68±9	
Angina	2	(40 %)	2	(6 %)
OMI	0	(0 %)	3	(9 %)
Chest pain	1	(20 %)	2	(6 %)
ST depression	2	(40 %)	3	(3 %)
PD/TD	5	(100 %)	13	(37 %)*
Initial score	18±5		25±3	**
Delayed score	22±3		25±3	*
⊿ Score	4 ± 5		0 ± 2	**
CAD(+)	5	(100 %)	19	(54 %)
Multi-VD	4	(80 %)	5	(14 %)**

*p<0.05, **p<0.01.

DP-ECT を用いた CAD 診断の Sn, Sp を検討した(表 3)。A)は全 44 例で，Sn 74 %，Sp 82 %であった。B)はジピリダモールのみ負荷した 26 例で，Sn 65 %，Sp 89 %であった。C)はジピリダモールと運動負荷を併用した 18 例で，Sn 90 %，Sp 75 %であった。運動負荷併用群のほうが運動負荷非併用群に比し，Sn が高い傾向にあった。

手術 40 症例を，cardiac event の有無で 2 群に分け，DP-ECT や CAG 所見を比較した(表 4)。手術 40 症例中 5 例に event が起こった(術後不安定狭心症 1 例，うっ血性心不全 2 例，術前 PTCA, CABG 各 1 例)。

Event が起こった症例は全例，DP-ECT が陽性であった。初期像，遅延像ともに Tl 集積は有意に低く，⊿ score は有意に高かった。また，多枝病変合併率は event が起こった群で有意に高かった。虚血性心疾患の既往やジピリダモール負荷時の胸痛や ST 低下は，event が起こった群と起こらなかった群で有意差はなかった。

§ 考察

今回の検討ではCAGによる冠動脈疾患の割合は61%，DP-ECTでの陽性率は52%であった．これらは，今までに報告された動脈硬化性疾患における虚血性心疾患の合併率とほぼ等しかった．

DP-ECTを用いたCAD診断のSn，Spはこれまでの報告とほぼ同等の数値と考えられた．運動負荷非併用群に比し，運動負荷併用群でSnが高値を示したことから，可能ならば小量の運動負荷を併用することが虚血性心疾患の検出により有効であると考えられた．

Cardiac eventが起こった症例は全例，DP-ECTが陽性で，Boucherら[1]の検討と同様の所見であった．このことから，DP-ECT陽性例は，CAGを積極的に施行し，冠血行再建術を検討することがCardiac event防止に役立つと考えられた．

§ 結語

ASOやAA症例において，

(1)臨床上，虚血性心疾患合併率は21%であったが，CAG上，有意狭窄は61%と高率に認められた．

(2)DP-ECTの副作用は18%に認められたが，重篤な副作用は認められなかった．

(3)運動負荷併用DP-ECTのSn(90%)は，運動負荷非併用群のSn(65%)と比べ高値を示した．

(4)Cardiac eventを伴った群は，伴わない群に比べ，initial scoreとdelayed scoreは有意に低く，DP-ECT陽性率，Δscoreと多枝病変合併率は有意に高かった．

§ 文献

1) Boucher CA, Brewster DC, Darling RC, et al : Determination of cardiac risk by dipyridamole-thallium imaging before peripheral vascular surgery. *New Engl J Med* 1985；312：389-394

2) Younis LT, Aguirre F, Byers S, et al : Perioperative and long-term prognostic value of intravenous dipyridamole thallium scintigraphy in patients with peripheral vascular disease. *Am Heart J* 1990；119：1287-1292

3) 外山卓二，西村恒彦，植原敏勇，ほか：動脈硬化性病変を有する症例におけるDipyridamole負荷心筋シンチグラフィの有用性．核医学 1992；29：359-365

拡大心における前負荷変動時の左室流入および肺静脈血流速波形の変化

特に偽正常化例について

清重浩一*　大木　崇*　井内　新*　田畑智継*　藤本　卓*
影治好美*　真鍋和代*　佐々木美和*　野村昌弘*　福田信夫*　伊東　進*

§ 目的

近年，経食道ドプラ心エコー法を用いて肺静脈血流速波形(PVF)の明瞭な記録が可能となり，各種病態の把握に対して種々の検討がなされている[1)~4)]．今回我々は，前負荷を変化させた際の拡大心における PVF および左室流入血流速波形(LVIF)を観察し，LVIF の偽正常化(PN)[5)6)]例と，A 波の代償的増高(N-PN)例との間の移行関係について検討した．

§ 対象

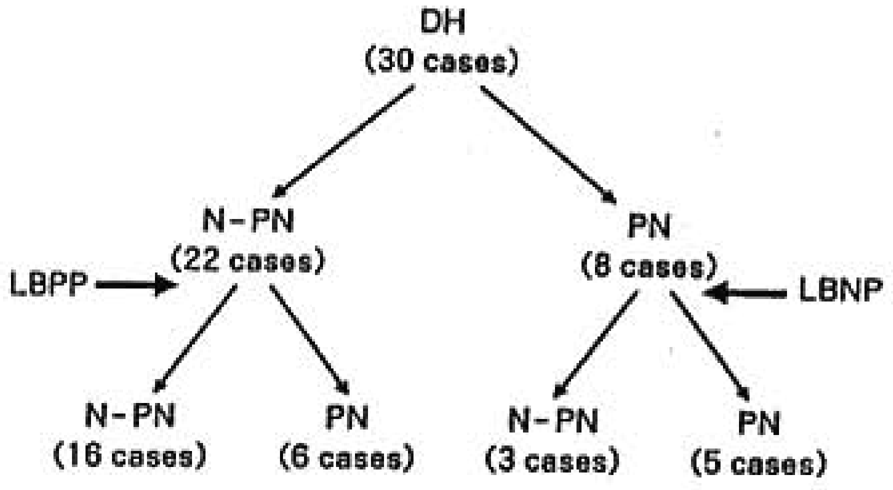
拡大心(DH)30 例(平均年齢 61 歳)および健常(N)20 例(平均年齢 31 歳)を用いた．拡大心の内訳は，拡張型心筋症 10 例および陳旧性心筋梗塞 20 例である．DH 群 30 例のうち 8 例が PN，22 例が N-PN パターンを示した．PN パターンの定義については，LVIF の A/E<1 を満足し，かつ後述の特徴的 PVF，肺動脈楔入圧および心尖拍動図の A 波率などから総合的に判断した(図 1 上段)．

§ 方法

全例に経食道心エコー法を施行し，LVIF および PVF を記録した．さらに，大気圧時をコントロールとし，−40 mmHg の下半身陰圧負荷(LBNP)および+40 mmHg の陽圧負荷(LBPP)を行い，以下の諸指標の変化について検討した．① LVIF の拡張早期波高(E)，心房収縮期波高(A)および両波高の比 A/E，② PVF の収縮期第 2 波高(PVS_2)，拡張期波高(PVD)および心房収縮期陰性波高(PVA)(図 1 下段)．使用装置は Aloka 社製 SSD 870(5 MHz 経食道探触子)であり，各波形は左側臥位で安静呼気時にて記録し，計測値は連続 5 心拍の平均値を用いた．

§ 結果

① PN 群では N-PN 群に比し，コントロール時の E, PVD が有意に大，A および PVS_2 が有意に小であった．PN 群は N 群に比し，PVS_2 が有意に小，PVD が有意に大であった．PN および N-PN 群は N 群に比し，PVA が有意に大であった(図 2 左上段)．② N, PN,



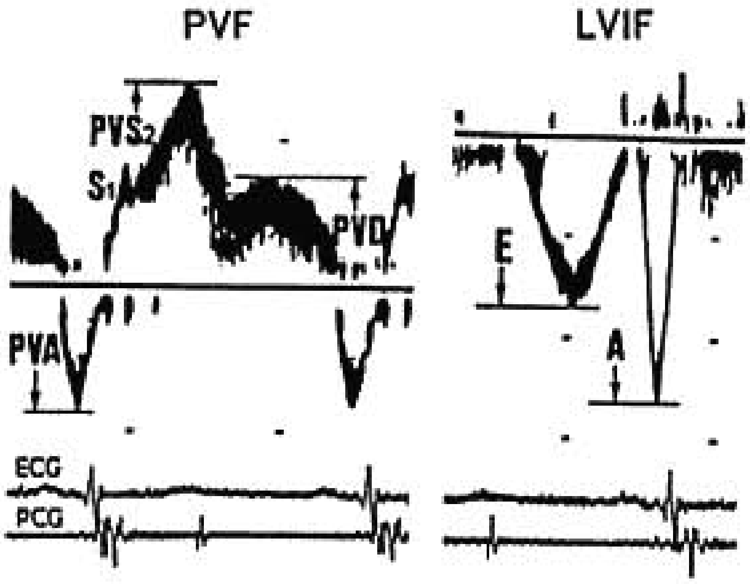


図 1　上段：拡大心における前負荷変動時の左室流入血流速波形パターンの変化
下段：肺静脈血流速波形(PVF)および左室流入血流速波形(LVIF)の諸指標の計測方法

*徳島大学医学部第 2 内科
(〒770　徳島市蔵本町 2-50)

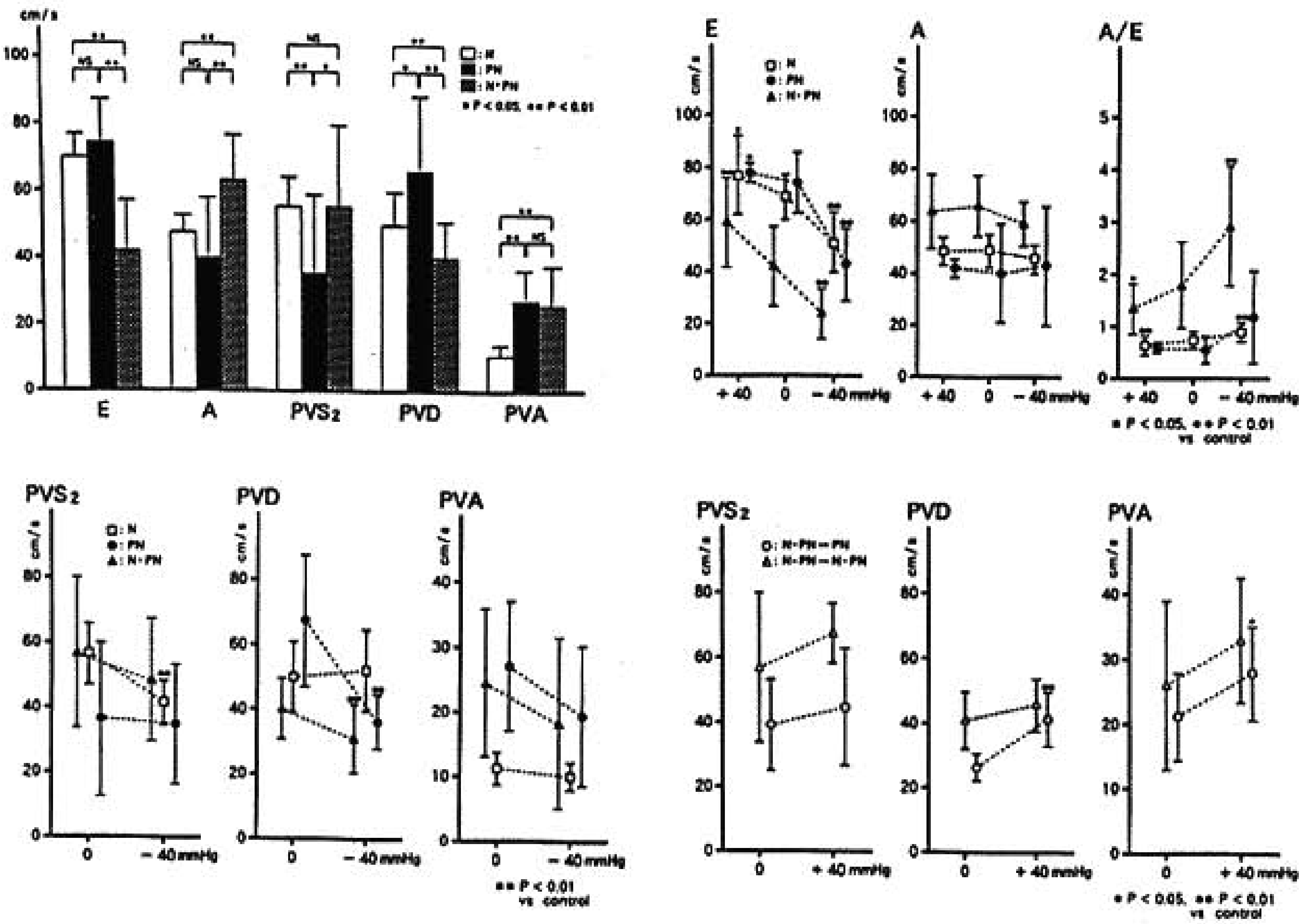
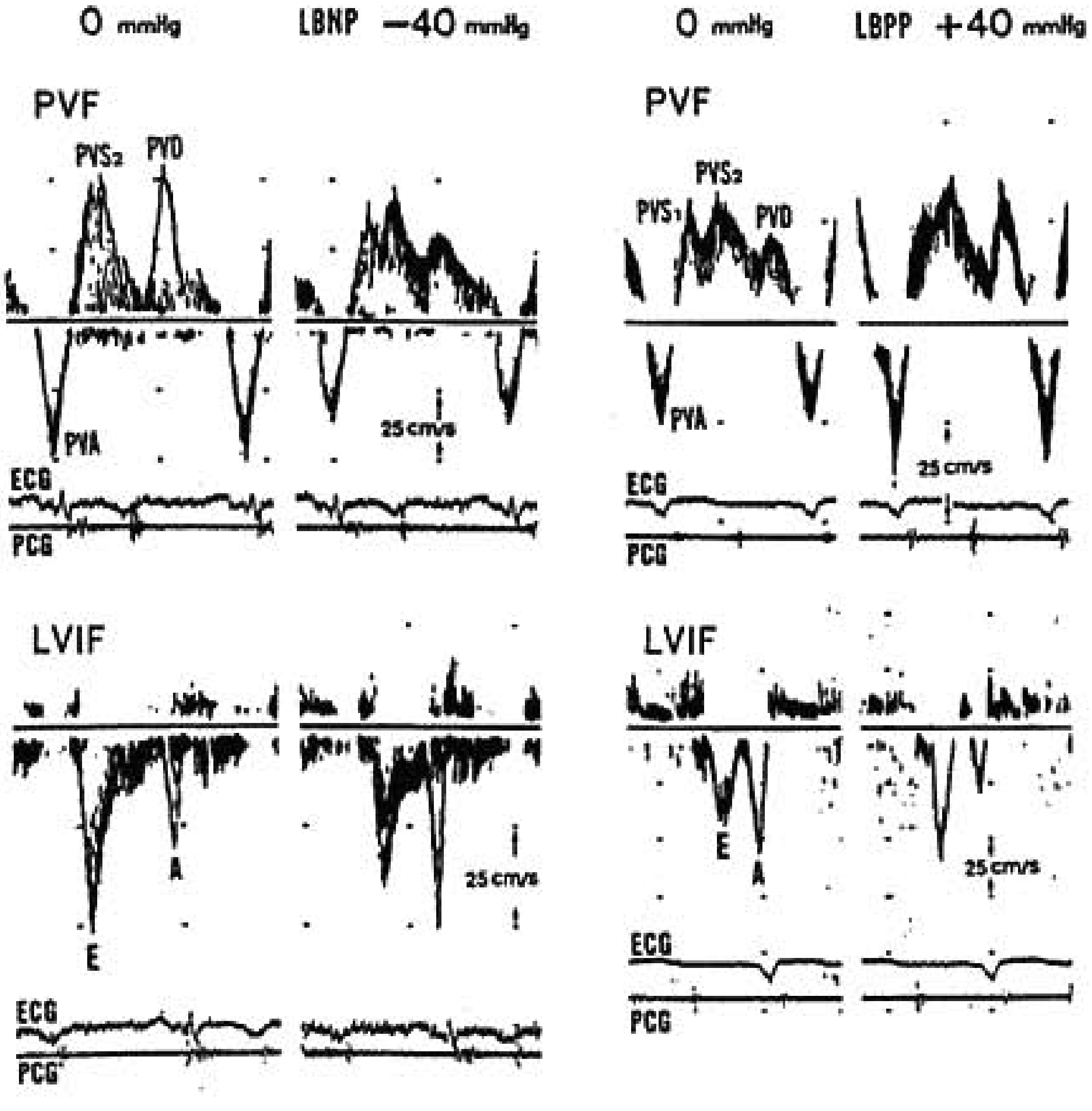


図 2　左上段：コントロール時における左室流入血流速波形および肺静脈血流速波形の諸指標の比較
右上段：下半身陰圧および陽圧時における左室流入血流速波形の諸指標の変化
左下段：下半身陰圧時における肺静脈血流速波形の諸指標の変化
右下段：下半身陽圧時における代償的 A 波増高群の肺静脈血流速波形の諸指標の変化



◀図 3　拡大心 2 例における前負荷変化時の肺静脈血流速波形および左室流入血流速波形の典型的変化

N-PN 各群の E は LBNP で有意に減高，LBPP で有意に増高したが，A は有意な変化を示さなかった(図 2 右上段)．③ N 群の PVS_2 は LBNP により有意に減高した．PVD は LBNP により PN および N-PN 群で有意に減高したが，その減少率は，PN 群(45.0±19.6%)が N-PN 群(25.3±20.4%)に比し有意に大であった($p<0.01$)．PVA は，LBNP により PN および N-PN 群で減高傾向を示したが，有意ではなかった(図 2 左下段)．④ N-PN 群の中で，6 例は LBPP により PN 群の LVIF パターン(A/E< 1)に変化し，一方，PN 群のうち 3 例は LBNP により N-PN 群の LVIF パターン(A/E> 1)に変化した(図 1 上段)．これら LVIF パターンが変化した 9 例のコントロール時の肺動脈楔入圧は高値(15-20 mmHg)を示した．LBPP により N-PN パターンから PN パターンに変化した 6 例の PVD および PVA は，コントロール時に比し有意に増高した(図 2 右下段)．図 3 は LBNP, LBPP により LVIF パターンが変化した典型例を示す．左図の例では LBNP により PVF の PVD および PVA が減高し，LVIF は PN から N-PN パターンに変化している．右図の例では LBPP により PVF の PVS_2，PVD および PVA が増高し，LVIF は N-PN から PN パターンに変化している．

§ 考察

PN 例は N-PN 例に比し，PVF の PVD が大，PVS_2 が小であった．また，PN 例は健常例に比し，PVS_2 が小，PVD および PVA が大であった．これらの特徴的 PVF により，拡大心におけるそれぞれの病態を把握することが容易であり，従来の LVIF の検討に加え，PVF の詳細な観察により左室充満圧，左室拡張末期圧および左房収縮能の評価が可能となった。さらに，前負荷変動時における LVIF および PVF の検討を行えば，拡大心の種々の反応性の相違が理解でき，これらの検討は，左室収縮不全に伴ううっ血性心不全の重症度の把握あるいは前負荷軽減療法の有効性の評価に有用な情報を与えるものと考えられた．

§ 結語

拡大心における LVIF の偽正常化例と A 波の代償的増高例は前負荷の変動により移行し，PVF を加えた総合的分析はこれらの病態把握に有用である．

§ 文献

1) Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, et al: Relation of pulmonary vein to mitral flow velocities by transesophageal Doppler echocardiography: Effect of different loading conditions. *Circulation* 1990；**81**：1488-1497
2) Iuchi A, Oki T, Ogawa S, et al: Evaluation of pulmonary venous flow pattern in hypertrophied and dilated hearts: A study with transesophageal pulsed Doppler echocardiography. *J Cardiol* 1991；**21**(suppl XXVI)：75-88
3) Ogawa S, Oki T, Iuchi A, et al: Analysis of flow velocity patterns in the superior vena cava and the pulmonary vein in cases of hypertrophic cardiomyopathy. *Jpn J Med Ultrasonics* 1990；**17**：223-232
4) Fujimoto T, Oki T, Iuchi A, et al: Changes in blood flow velocity pattern of the superior vena cava and pulmonary vein during lower body negative pressure in normal subjects. *Jpn J Med Ultrasonics* 1991；**18**：668-677
5) Appleton CP, Hatle LK and Popp RL: Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: New insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988；**12**：426-440
6) Ohkushi H, Oki T, Tominaga T, et al: Mode of left ventricular diastolic filling in hypertrophic cardiomyopathy as studied by pulsed Doppler echocardiography and multi-gated blood pool scan. *J Cardiogr* 1986；**16**：585-596

第36回　循環器負荷研究会

●Ⅰ．一般演題

1）ペーシング負荷誘発性ST低下と局所心筋血流量の関係
　　——$^{13}NH_3$ポジトロンCT（PET）による定量評価の試み——
　　国立療養所中野病院　岡崎　修，ほか……73

2）心疾患患者における運動筋での酸素分圧と乳酸アシドーシスの関連についての検討
　　東京医科歯科大学　小池　朗，ほか……76

3）運動負荷時の心拍数ならびに呼吸数の反応による嫌気性代謝閾値の推定
　　山梨医科大学　井尻　裕，ほか……79

●Ⅱ．一般演題（自律神経）

1）頸動脈洞症候群における生理的自律神経機能検査の意義
　　和歌山県立医科大学　笠松　謙，ほか……82

2）20日間の無為臥床による下肢陰圧負荷および寒冷昇圧試験への循環応答の変化
　　東京大学　春名由一郎，ほか……84

●Ⅲ．一般演題（術後患者）

1）僧帽弁狭窄症患者における運動中の心拍応答と自律神経活動に対する僧帽弁交連切開術の効果および時間的推移
　　心臓血管研究所　佐藤　廣，ほか……87

2）PTMC後に合併する僧帽弁逆流の検討
　　——ATを中心とした長期的検討——
　　東京女子医科大学　木村暢孝，ほか……90

3）経皮的僧帽弁交連裂開術の運動耐容能と末梢骨格筋エネルギー代謝におよぼす影響
　　——^{31}P-MRスペクトロメトリーによる検討——
　　自治医科大学大宮医療センター　安　隆則，ほか……92

●Ⅳ．一般演題

1）閉塞性動脈硬化症・大動脈瘤におけるdipyridamole負荷Tl心筋ECTの有用性
　　浜松医科大学　若林　康，ほか……94

2）拡大心における前負荷変動時の左室流入および肺静脈血流速波形の変化
　　——特に偽正常化例について——
　　徳島大学　清重浩一，ほか……97

●Ⅴ．一般演題（心肺応答）

1）低強度treadmill歩行運動における循環・換気応答の検討
　　藤田保健衛生大学　森　紳，ほか……100

2）肺胞および死腔換気動態からみた心不全例の運動時換気亢進機序の検討
　　筑波大学　外山昌弘，ほか……102

3）心機能低下例における運動時酸素摂取増加異常の評価
　　——過渡的応答による検討——
　　国立循環器病センター研究所　高木　洋，ほか……105

4）心疾患例の運動終点におけるVO_2 plateauと自覚症状との関連性
　　国立循環器病センター　北岡裕章，ほか……108

●Ⅵ．統一テーマ「運動負荷はQOLの指標となるか」

1）高齢心疾患患者の運動負荷テストとQOLについて
　　京都薬科大学　浜崎　博，ほか……111

2）Risk factorを有する患者において運動負荷試験はQOLの指標となりうるか？
　　久留米大学　野田武彦，ほか……113

第36回　循環器負荷研究会

日　時：平成5年2月6日

会　場：エーザイ（5階）ホール