

左室の収縮速度と弛緩速度との関係 (第 2 報): 大動脈弁閉鎖不全患者における動的運動負荷心エコー図法による検討

The relationship between rate of left ventricular contraction and rate of left ventricular relaxation: Studies in patients with aortic regurgitation by dynamic exercise echocardiography

松田 光生
杉下 靖郎
小関 迪
伊藤 巖

Mitsuo MATSUDA
Yasuro SUGISHITA
Susumu KOSEKI
Iwao ITO

Summary

The influence of exercise on the left ventricular peak circumferential fiber shortening velocity during ejection phase [$pV_{CF}(S)$] and on the left ventricular peak circumferential fiber lengthening velocity during rapid filling phase ($pV_{CF}(D)$) was evaluated in 8 patients with aortic regurgitation (AR) and 14 normal controls (NC) by dynamic exercise echocardiography.

Using X-Y digitizer and computer, $pV_{CF}(S)$ and $pV_{CF}(D)$ were calculated as the peak systolic and diastolic normalized rates of changes of the left ventricular dimension from the left ventricular echocardiograms at rest and during ergometric bicycle exercise when heart rate reached 100 beats/min.

Significant decreases in $pV_{CF}(S)$ and $pV_{CF}(D)$ were observed in AR compared with NC at rest and during exercise. In NC $pV_{CF}(S)$ and $pV_{CF}(D)$ showed significant increases during exercise, but not in AR.

The results suggest the presence of deterioration of left ventricular response to exercise in AR, that is no increases of velocities of wall movement during exercise, both in systole and in diastole.

Key words

Peak circumferential fiber shortening velocity
Ergometric bicycle exercise

Peak circumferential fiber lengthening velocity

筑波大学臨床医学系 内科
茨城県新治郡桜村 (〒305)

Department of Internal Medicine, Institute of Clinical Medicine, The University of Tsukuba, Sakura-Mura, Niihari-Gun, Ibaraki 305

Presented at the 18th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 2-3, 1979
Received for publication August 31, 1979

はじめに

急速流入期における左室壁の拡張は房室圧較差, elastic recoil のみによっては説明されえず, なんらかの能動的機転が関与している可能性があることを, 動的運動負荷心エコー図法^{1,2)}を用いてすでに発表した³⁾. すなわち健常者において, 動的運動負荷により左室の駆出期円周短縮速度と急速流入期円周拡張速度が増加すること, その増加は円周拡張速度において著しく, 円周拡張速度と円周短縮速度の比が増大すること, またその比の増大は負荷終了後に円周短縮速度が負荷前の水準に復した後も持続することを報告した.

今回は左室に障害をきたしうる群として, 大動脈弁閉鎖不全患者を対象として, 左室壁の駆出期短縮速度と急速流入期拡張速度に対する, 動的運動負荷の影響を検討した.

対象と方法

対象は健常対照群 (NC) 14 例 (年齢 19~51 歳, 平均 31 歳, 男性 14 例), および大動脈弁閉鎖不全患者 (AR) 8 例 (年齢 28~66 歳, 平均 43 歳, 男性 7 例, 女性 1 例) である. AR 群は全例 NY-HA 旧分類の II 度に相当した.

左室エコー図は仰臥位で, UCG 記録装置 (Aloka 製 SSD-110) と 2.25 MHz の探触子, および連続記録装置 (Honeywell 製) を用い, 僧帽弁腱索部位において, 紙送り速度 10 cm/sec で記録した.

運動負荷は自転車エルゴメーター (Monark 製ないし Siemens 製) を用いて行った. テレメーター (フクダ電子製) を用いて心電図をモニターし, 心拍数が 100 拍/分 前後になるまで, 負荷量を漸増させながら運動を行わせ, その間心エコー図を連続記録した. 負荷運動量は多くは 40 回転/分, 0.5 kp ないし 20 W で始め, その後 30 秒ごとに 0.5 kp ないし 20 W 増加させた. 安静時の記録, および多くは負荷開始後 2 分後の記録を解析に用いた.

得られた左室エコー図はすでに発表した方法³⁾により, 電子計算機を用いて解析を行った. すなわち心室中隔左室心内膜面と左室後壁心内膜面を, 同時記録した心電図と心音図とともに, X-Y digitizer (Tektronix 4953) により電子計算機 (YHP 21 MX) に読みとり, これらから電子計算機 (YHP 21 MX) を用いて, 内径 (D), 内径の変化速度 (dD/dt), および内径変化速度を内径で補正したもの (dD/dt·1/D) の値を 0.003 秒ごとに計算して得た. 収縮期および拡張期における dD/dt·1/D の極値を, それぞれ最大左室円周短縮速度 [pVcf (S)] および最大左室円周拡張速度 [pVcf (D)] とした.

統計的分析は t 検定によった.

成 績

NC 群および AR 群における安静時および動的運動負荷中の心拍数, pVcf (S) および pVcf (D) を **Table 1** に示す. 心拍数は安静時および

Table 1. Echocardiographic data

No.	Age	HR (beats/min)		pVcf (S) (circ/sec)		pVcf (D) (cric/sec)		
		at rest	dur. exercise	at rest	dur. exercise	at rest	dur. exercise	
NC	14	19-51	68±9	98±9	2.4±0.3	2.8±0.5	4.5±1.2	6.1±1.0
AR	8	28-62	67±11	94±6	1.6±0.4	1.6±0.3	2.2±0.8	2.6±0.9
P			NS	NS	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001

Values are expressed as mean±SD.

HR=heart rate; pVcf (S)=peak circumferential fiber shortening velocity; pVcf (D)=peak circumferential fiber lengthening velocity; NC=normal controls; AR=aortic regurgitation.

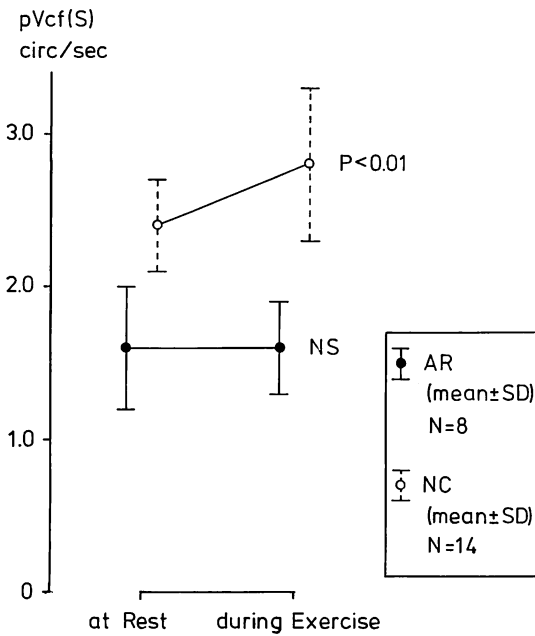


Fig. 1. pVCF (S) at rest and during exercise.

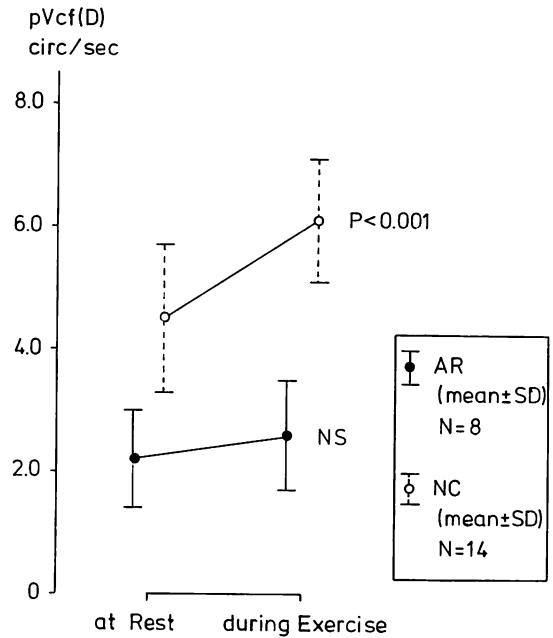


Fig. 2. pVCF (D) at rest and during exercise.

運動負荷中ともに、両群間に差は認められなかった。pVCF (S) および pVCF (D) は、安静時および運動負荷中ともに、AR 群において NC 群と比較して有意の低下が認められた。

pVCF (S) は運動負荷により、NC 群では有意に増大した ($p<0.01$) が、AR 群では有意の変化を示さなかった (Fig. 1)。pVCF (D) は運動負荷により、NC 群では有意に増大した ($p<0.001$) が、AR 群では有意の増大は示さなかった (Fig. 2)。

考 察

大動脈弁閉鎖不全症において、急速流入期の左室の最大拡張速度が低下していることは、すでに Gibson ら⁴⁾の報告がある。山口ら⁵⁾も大動脈弁閉鎖不全症において、急速流入期における左室の充満率が低下していることを報告している。我々の成績では大動脈弁閉鎖不全症において、急速流入期の左室の拡張速度には、安静時のみならず、運

動による反応性にも低下が認められた。

Harigaya ら⁶⁾により、不全心においては心筋の膜分画 (relaxing system) へのカルシウムの取り込み速度が低下していることが示されている。急速流入期における左室壁の拡張が、能動的な機序によるものとすれば、大動脈弁閉鎖不全心における pVCF (D) の低下およびその運動反応性の低下は、Harigaya らにより示された、不全心における relaxing system へのカルシウム取り込み速度の低下と、何らかの関係を有するものかも知れない。心筋の肥大、線維化などによる、慣性、粘弾性の変化なども関与している可能性も、除外はできない。

いずれにせよ、拡張早期における左室壁拡張速度の、運動に対する反応性が低下していることは、運動時の頻拍による拡張期の短縮にさいして左室の血液充満に対する障害となり、その結果肺静脈圧を上昇させることが考えられ、進行した心疾患の患者の労作性呼吸困難の一因となっている可

松田, 杉下, 小関, ほか

能性がある.

要 約

駆出期における最大左室円周短縮速度 [pVcf (S)] と、急速流入期における最大左室円周拡張速度 [pVcf (D)] との運動に対する反応性を、8例の大動脈弁閉鎖不全患者 (AR) と 14例の健常対照群 (NC) において、動的運動負荷心エコー図法により検討した.

pVcf (S) および pVcf (D) は X-Y digitizer と電子計算機を用いて、安静時および自転車エルゴメーターによる運動負荷を行い、心拍数が 100 拍/分 になったさいの左室エコー図から、連続的に内径の変化速度を内径で補正したものを計算し、それぞれ収縮期および拡張期の極値として得た.

安静時および運動負荷中ともに、AR 群において、pVcf (S) および pVcf (D) は NC 群に比較して有意の低下が認められた. pVcf (S) および pVcf (D) は NC 群において、動的運動負荷により有意に増大したが、AR 群においては有意の変化は認められなかった.

この結果は AR における収縮期および拡張期の左室の運動反応性の低下を示すと考えられる.

文 献

- 1) 杉下靖郎, 小関 迪: 動的運動負荷心エコー図法: 仰臥位エルゴメーター運動負荷における方法の検討. *J Cardiology* 7: 551, 1977
- 2) Sugishita Y, Koseki S: Dynamic exercise echocardiography. *Circulation* 60: 743, 1979
- 3) 松田光生, 杉下靖郎, 小関 迪: 左室の収縮速度と弛緩速との関係: 第1報. 健常若年者における動的運動負荷心エコー図法による検討. *J Cardiology* 9: 333, 1979
- 4) Gibson DG, Brown D: Measurement of instantaneous left ventricular dimension and filling rate in man, using echocardiography. *Brit Heart J* 35: 1141, 1973
- 5) 山口 徹, 松田光生, 斎藤忠徳, 松崎 中, 梅田 徹, 尾本良三, 古田昭一, 町井 潔: UCG による左室拡張期動態の解析. 左室容量負荷. *臨床心音図* 4: 581, 1974
- 6) Harigaya S, Shwartz A: Rate of calcium binding and uptake in normal animal and failing cardiac muscle. Membrane vesicle (relaxing system) and mitochondria. *Circulat Res* 25: 781, 1969