

非侵襲的心機能評価法に関する研究-1-静脈駆血法による心周期時相成分ならびに心尖拍動波高成分の変動について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/8735

非侵襲的心機能評価法に関する研究

〔1〕 静脈駆血法による心周期時相成分ならびに心尖拍動波波高成分の変動について

金沢大学医学部内科学第二講座 (主任：竹田亮祐教授)

金沢医科大学循環器内科 (主任：村上暎二教授)

嵯 峨 孝

(昭和53年9月4日受付)

本論文の要旨は第40回日本循環器学会総会で発表した。

心機能法による心機能評価は簡便で患者に負担を与えないという点で優れている。心周期の諸時相は心ポンプ機能ならびに心筋収縮性の諸指標とよく相関を示す¹¹⁻⁹⁾。一方心尖拍動波 (Apexcardiogram: ACG) の拡張期充盈波は、容量負荷心疾患で増高、逆に流入障害疾患では減高し⁹⁾⁻¹³⁾、その上各種の急性変化に対しても左室内圧の変化をほとんど忠実に反映すると報告されている¹⁴⁾。さらに ACG 全拡張期充盈波高比 (DF/OE) は UCG (Ultrasound-cardiogram) 法による左室拡張末期容量 (Left ventricular end-diastolic volume: LVEDV) とよく相関し¹⁵⁾、前負荷を反映する指標として有用と思われる。したがって収縮期時相成分の変動を ACG 拡張期充盈波の変動との関連において考察することは Frank-Starling 機構にもとづく非侵襲的左心機能評価法として臨床上有用と思われる。

ところで、静脈駆血法は非観血的に末梢静脈に血液を貯留させ静脈還流ならびに前負荷の減少をもたらすことから急性左心不全の治療の1つとして使用されている¹⁶⁾。そこで前負荷を変動させる方法として静脈駆血を施行し、本法による前負荷の減少が心機能上にいかなる変動をもたらすか、また、その変動が心疾患例における心機能をいかに反映するかについて検討した。

対 象

対象は健常者 16 例 (男 14 例, 女 2 例), 平均年齢 30

才と心疾患患者 32 例 (男 26 例, 女 6 例) である。心疾患群の内わけは、陳旧性心筋梗塞症 7 例, その他の虚血性心疾患 7 例, 高血圧性心疾患 13 例, 脚気心 1 例ならびに特発性心筋症 4 例であり, これらの心疾患群を NYHA の心機能分類で NYHA 1 度群 21 例を心疾患軽症群 (平均年齢 43 才), NYHA 2 度群 6 例ならびに NYHA 3 度群 5 例を心疾患重症群 (平均年齢 48 才) として分類した。これらの対象は全例洞調律であり, 1 例を除き心機能記録前は強心配糖体やその他の循環器系に影響をおよぼす薬剤の投与はされていない。1 例はジギタリス剤の投与を受けていたが, 心機能の改善はみられず, 軽い日常生活における身体活動でも呼吸困難を訴えており, NYHA 3 度群に含めた。

方 法

心尖拍動波ならびに頸動脈波を第 II 誘導心電図ならびに第 III 肋間胸骨左縁における心音図と同時に記録した。トランスジューサーはフクダ電子社製 TY 303 (時定数 2 秒以上) を使用し, 増幅器ならびに記録器は同社製 Physiological data amplifiers MCM 8000 ならびにシーメンス社製 Mingograph 800 を使用し, 紙送り速度は 100mm/sec. で記録した。

時相成分ならびに ACG 拡張期充盈波の計測ならびに算出項目は以下の如くである。

1) 心拍数 (HR): 心電図 R - R 間隔を測定し算出した。

2) 全拡張期充盈波高比 (DF/OE): 心尖拍動波の

Evaluation of left ventricular performance by using the non-invasive method
〔1〕 Analysis of the time intervals of cardiac cycle and the ratios of the diastolic filling waves of the apexcardiogram before, during and after the venous tourniquets test.
Takashi Saga, Department of Internal Medicine (II) (Director: Prof. Ryoyu Takeda), School of Medicine, Kanazawa University and Division of Cardiology (Director: Prof. Eiji Murakami), Department of Internal Medicine, Kanazawa Medical University.

全拡張期充盈波高 (DF : O 点から a 波の頂点まで) と全波高 (OE) との比.

3) a 波高比 (a/OE) : 心尖拍動波の a 波高と全波高との比.

4) 急速充盈波高比 (RF/OE) : 心尖拍動波の急速充盈波高 (RF) と全波高との比.

5) II - O 間隔 : II 音大動脈弁成分の如めから心尖拍動波の O 点まで.

6) 収縮期 (Q - II) : 心電図 Q 波の始めから II 音大動脈弁成分の始めまで.

7) 前駆出期 (PEP) : 収縮期と駆出期との差を算出した. 即ち (Q - II) - ET として求めた.

8) 等容収縮期 (ICT) : 心尖拍動波収縮期波の立ち上がり点 (C) から頸動脈波の立ち上がり点 (U) までの間隔と脈波伝達時間 (II - Inc.) との差を算出した. 即ち CU - (II - Inc.) として求めた.

9) 脈波伝達時間 (II - Inc.) : II 音大動脈弁成分の始めから頸動脈波の切痕まで.

10) 駆出期 (ET) : 頸動脈波の立ち上がり点 (U)

から切痕 (Inc.) まで.

11) 血行動態比 (ET/PEP).

被検者を左半側臥位にて 30 分間以上の安静をとらせた後, 安静時心機図を記録し, それにひきつづき幅 14cm, 長さ 75cm のマンシェットをできるかぎり軀幹に近づかせて両側大腿部に数回巻き, EROSA 社製 Pulsorette S 2200 を使用して 60mmHg の圧を加えて駆血し, 開始 1 分, 3 分, 5 分および 7 分後ならびに駆血解除 1 分および 3 分後に心機図を記録した. なお, 血圧は各心機図記録直後にカフ式血圧計により測定した.

成 績

各群の安静時, 駆血開始 1 分, 3 分, 5 分および 7 分後ならびに駆血解除 1 分および 3 分後における血圧, 心拍数ならびに心機図上の各測定項目の実測値ならびに安静時値からの変化量の平均値および標準偏差は表 1, 表 2 および表 3 に示す如くである. 下肢駆血により有意の変化を示した諸指標の大部分のものはすでに 1

Table 1. Effect of venous tourniquets on blood pressure and heart rate in normal subjects and patients with heart diseases.

		before		1 min.		3 min.		5 min.		7 min.		off 1 min.		off 3 min.	
		m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD
SBP (mmHg)	Normal	112	7	113	7	111	8	110	6	111	6	110	6	108	6
				+ 1	3	- 1	4	- 2	5	- 1	3	- 2	5	- 4	5*
	NYHA I	130	25	129	23	129	25	128	23	129	23	128	23	128	22
				- 2	5	- 2	3*	- 2	5	- 1	5	- 3	4*	- 2	6
	NYHA II, III	155	64	157	64	155	63	156	65	157	66	158	67	158	66
				+ 1	3	0	5	0	4	+ 1	5	+ 2	4	+ 2	3
DBP (mmHg)	Normal	73	8	73	8	72	8	72	9	73	9	73	8	72	8
				0	4	0	5	0	4	0	5	0	4	0	5
	NYHA I	86	17	87	17	88	17	87	17	87	16	86	16	87	16
				0	3	+ 1	3	+ 1	3	0	3	0	3	0	3
	NYHA II, III	100	37	101	37	102	39	102	37	102	38	101	37	102	37
				+ 1	1	+ 1	3	+ 2	3	+ 1	3	+ 1	2	+ 1	3
HR (beats/ min.)	Normal	61.6	10.3	62.1	11.1	62.7	11.3	62.5	10.7	63.0	11.1	61.9	11.7	61.5	12.1
				+ 0.5	3.0	+ 1.1	2.7	+ 0.9	3.0	+ 1.4	2.8	+ 0.2	3.2	- 0.1	3.2
	NYHA I	64.2	10.5	64.6	10.7	65.3	10.9	66.2	10.7	65.5	11.4	64.1	10.3	63.4	10.5
				+ 0.4	1.8	+ 1.1	2.3*	+ 2.1	2.1**	+ 1.4	2.6*	- 0.1	2.3	- 0.7	2.3
	NYHA II, III	62.5	11.5	62.3	10.6	63.3	10.9	63.0	12.2	63.9	11.7	62.7	11.6	62.9	11.9
				- 0.3	2.2	+ 0.7	2.0	+ 0.4	1.1	+ 1.3	2.6	+ 0.2	2.0	+ 0.3	2.1

Data represent mean values (m) and standard deviation (SD) of the measured values (upper) and the changes from control values (lower).

Abbreviations: SBP = systolic blood pressure DBP = diastolic blood pressure HR = heart rate

* p < 0.05 ** p < 0.01

分後に変化を示し、それらは3-5分後に最大となり7分後まで持続し、一方、駆血解除により諸指標の大部分のものは1分以内に安静時の値に復した。前負荷を表現するDF/OEの変化は駆血5分後が最大であるので以下の成績は駆血5分後のみについて記する。

1) 収縮期血圧 (SBP) ならびに拡張期血圧 (DBP) : 収縮期血圧ならびに拡張期血圧は健常群、軽症群ならびに重症群の各群とも有意の変化を示さなかった。

2) 心拍数 (HR) : 心拍数は各群とも駆血後軽度増加傾向を示し、軽症群では有意の変化 (前値 $64.2 \pm 10.5/\text{min.}$, 駆血5分後 $66.2 \pm 10.7/\text{min.}$, $P < 0.01$, 駆血解除1分後 $64.1 \pm 10.3/\text{min.}$) が認められたが他の2群では有意ではなかった。

3) 全拡張期充盈波高比 (DF/OE) : DF/OEは健常群 (前値 $27.0 \pm 4.1\%$, 駆血5分後 $23.9 \pm 4.0\%$, $P < 0.01$, 駆血解除1分後 $27.5 \pm 5.9\%$), 軽症群 (前値 $24.4 \pm 5.5\%$, 駆血5分後 $20.5 \pm 5.2\%$, $P < 0.01$, 駆血解除1分後 $23.7 \pm 5.4\%$) ならびに重症群 (前値 $43.1 \pm 9.7\%$, 駆血5分後 $33.8 \pm 8.7\%$, $P < 0.05$, 駆血解除1分後 $40.4 \pm 15.7\%$) の各群とも駆血後有意に減少し駆血解除後前値に復した (図1)。また、駆血によるDF/OEの減少程度は重症群において大きく、健常群ならびに軽症群の変化量に比し有意差を示した ($P < 0.01$, $P < 0.05$) (図7)。

4) a波高比 (a/OE) : a/OEは健常群 (前値 $6.1 \pm 1.7\%$, 駆血5分後 $5.5 \pm 1.7\%$, $P < 0.01$, 駆血解除1分後 $6.0 \pm 2.0\%$), 軽症群 (前値 $9.5 \pm 4.4\%$,

Table 2. Effect of venous tourniquets on apex cardiographic parameters in normal subjects and patients with heart diseases.

		before		1 min.		3 min.		5 min.		7 min.		off 1 min.		off 3 min.	
		m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD
DF/OE (%)	Normal	27.0	4.1	25.4	4.7	23.6	3.5	23.9	4.0	24.0	4.6	27.5	5.9	26.7	5.8
				-1.5	1.7**	-3.4	2.1**	-3.0	2.0**	-3.0	2.1**	+0.5	2.7	-0.1	2.5
	NYHA I	24.4	5.5	21.6	4.6	21.2	4.8	20.5	5.2	21.4	5.3	23.7	5.4	24.1	5.2
				-2.7	2.7**	-3.1	2.1**	-3.9	2.1**	-3.0	2.4**	-0.7	2.1	-0.2	2.2
	NYHA II, III	43.1	9.7	36.7	7.4	36.3	10.0	33.8	8.7	34.9	8.4	40.4	15.7	43.0	14.6
				-6.4	4.9**	-6.9	5.2**	-9.4	5.7*	-8.3	9.5*	-2.8	6.7*	-0.1	5.8
a/OE (%)	Normal	6.1	1.7	6.0	1.6	5.2	1.6	5.5	1.7	5.5	1.5	6.0	2.0	5.9	2.3
				-0.2	1.1	-0.9	1.2**	-0.6	0.8**	-0.7	1.1*	-0.1	1.3	-0.2	1.3
	NYHA I	9.5	4.4	8.4	3.6	8.3	3.6	8.6	3.9	8.4	3.9	8.9	4.0	9.1	3.6
				-1.0	1.8*	-1.2	2.0*	-0.9	1.9*	-1.1	1.9*	-0.6	1.6	-0.3	1.7
	NYHA II, III	27.2	10.4	23.0	9.4	23.8	10.2	20.7	8.4	22.3	8.3	25.2	13.9	27.1	13.4
				-4.2	3.0*	-3.4	3.8	-6.4	4.0*	-4.9	6.8*	-2.0	4.7**	-0.1	3.8
RF/OE (%)	Normal	12.2	3.2	11.4	3.9	10.5	3.1	10.7	3.0	10.6	3.1	12.7	3.7	12.3	3.6
				-0.8	2.0	-1.7	1.4**	-1.5	1.4**	-1.6	1.5**	+0.6	2.3	+0.2	2.3
	NYHA I	8.3	4.3	6.7	3.3	6.5	3.1	5.9	2.8	6.4	3.2	7.7	3.8	7.5	3.7
				-1.6	1.9**	-1.9	1.6**	-2.4	2.2**	-1.9	1.9**	-0.7	1.9	-0.8	2.1
	NYHA II, III	8.1	3.1	5.4	2.7	5.1	3.6	5.0	3.2	5.2	3.3	7.2	4.2	7.5	3.7
				-2.7	2.2*	-3.0	2.4*	-3.1	2.4*	-2.9	2.7*	-0.9	1.8	-0.6	2.1
II-O (msec.)	Normal	118	17	120	16	118	15	118	15	119	14	116	16	118	14
				+2	4*	0	4	+1	6	+1	6	-2	4	0	6
	NYHA I	157	38	160	37	160	41	159	38	158	36	153	35	157	38
				+3	10	+3	9	+2	10	+1	10	-4	12	0	12
	NYHA II, III	165	24	176	25	177	24	179	30	174	26	168	21	167	21
				+11	6**	+11	8**	+13	10**	+9	6**	+2	7	+1	7

Data and symbols as in table 1.

Abbreviations : DF/OE=total diastolic filling wave ratio. a/OE="a" wave ratio. RF/OE=rapid filling wave ratio. II-O=interval from the aortic valve sound to the O-point of the apex cardiogram.

駆血5分後 $8.6 \pm 3.9\%$, $P < 0.05$, 駆血解除1分後 $8.9 \pm 4.0\%$ ならびに重症群(前値 $27.2 \pm 10.4\%$, 駆血5分後 20.7 ± 8.4 , $P < 0.05$, 駆血解除1分後 $25.2 \pm 13.9\%$)の各群とも駆血後有意に減少し駆血解除後前値に復した(図2). また, 駆血によるa/OEの減少程度は重症群において大きく, 健常群ならびに軽症群の変化量に比し有意差を示した($P < 0.01$, $P < 0.01$)(図7).

5) 急速充盈波高比(RF/OE): RF/OEは健常群(前値 $12.2 \pm 3.2\%$, 駆血5分後 $10.7 \pm 3.0\%$, $P < 0.01$, 駆血解除1分後 $12.7 \pm 3.7\%$), 軽症群(前値 $8.3 \pm 4.3\%$, 駆血5分後 $5.9 \pm 2.8\%$, $P < 0.01$, 駆血解除1分後 $7.7 \pm 3.8\%$)ならびに重症群(前値 $8.1 \pm 3.1\%$, 駆血5分後 $5.0 \pm 3.2\%$, $P < 0.05$, 駆血解除1分後 $7.2 \pm 4.2\%$)の各群とも有意に減少し駆血解除後前値に復した(図3). また, 駆血による

Table 3. Effect of venous tourniquets on systolic time intervals in normal subjects and patients with heart diseases.

		before		1 min.		3 min.		5 min.		7 min.		off 1 min.		off 3 min.	
		m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD
Q-II (msec.)	Normal	404	22	404	23	401	22	400	21	400	21	402	23	403	22
				0	4	-3	4**	-4	6*	-4	5**	-2	5	-1	4
	NYHA I	410	34	407	35	405	37	403	37	404	37	407	35	409	35
				-3	6	-4	7*	-7	7**	-6	8**	-3	8	-1	7
	NYHA II, III	420	35	421	30	419	33	419	34	419	33	420	33	420	32
				0	9	-2	5	-1	4	-2	6	-1	7	0	7
PEP (msec.)	Normal	104	9	108	10	109	9	109	9	108	8	104	9	104	9
				+4	3**	+5	2**	+5	2**	+4	3**	0	3	0	3
	NYHA I	130	22	133	23	135	24	135	24	135	25	131	24	131	33
				+3	4**	+5	4**	+5	6**	+5	4**	+2	5	+1	4
	NYHA II, III	148	28	152	28	153	29	153	30	153	29	148	26	149	28
				+4	3*	+5	4*	+5	5*	+5	4*	0	3	+1	4
ICT (msec.)	Normal	75	8	79	10	80	9	80	9	79	8	76	8	76	10
				+4	3**	+5	3**	+5	3**	+4	3**	+1	3	+1	3
	NYHA I	97	22	100	23	102	25	102	25	102	25	99	24	99	23
				+3	4**	+5	4**	+5	6**	+5	4**	+2	5	+1	4
	NYHA II, III	106	21	110	22	111	23	112	25	111	24	106	18	106	22
				+4	3*	+5	5*	+6	5*	+5	5*	0	4	0	5
ET (msec.)	Normal	300	19	296	20	292	19	291	19	292	19	298	20	299	20
				-4	4**	-8	3**	-8	4**	-8	4**	-2	4	-1	4
	NYHA I	280	23	274	22	271	24	268	23	269	23	275	22	278	22
				-6	6**	-9	6**	-12	6**	-11	7**	-5	6**	-2	6
	NYHA II, III	273	43	269	42	265	45	266	44	265	43	271	42	272	41
				-4	8*	-7	7*	-7	8*	-7	8*	-1	7	-1	5
ET/PEP	Normal	2.89	0.30	2.76	0.33	2.70	0.31	2.69	0.29	2.70	0.25	2.87	0.30	2.89	0.34
				-0.13	0.09**	-0.19	0.07**	-0.20	0.05**	-0.19	0.10**	-0.02	0.09	0	0.08
	NYHA I	2.22	0.41	2.12	0.37	2.07	0.37	2.04	0.36	2.06	0.36	2.16	0.39	2.18	0.40
				-0.10	0.10**	-0.15	0.10**	-0.18	0.13**	-0.16	0.10**	-0.06	0.07**	-0.04	0.09*
	NYHA II, III	1.93	0.62	1.86	0.63	1.83	0.65	1.84	0.65	1.82	0.61	1.92	0.62	1.91	0.64
				-0.06	0.05**	-0.10	0.08*	-0.09	0.11*	-0.10	0.08*	-0.01	0.06	-0.02	0.06

Data and symbols as table 1.

Abbreviations: Q-II = total systolic period PEP = pre-ejection period ET = left ventricular ejection time ET/PEP = ratio of the ejection time to the pre-ejection period.

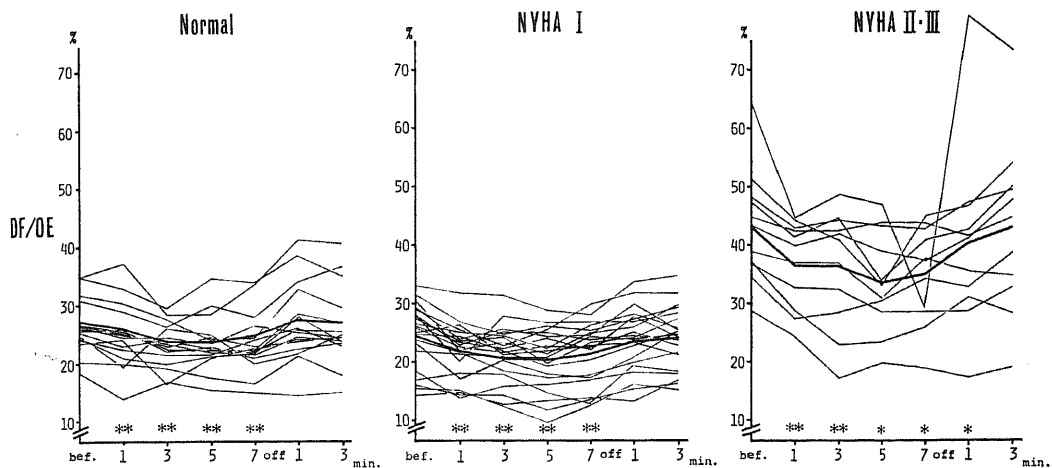


Figure 1. Effect of venous tourniquets on total diastolic filling wave ratio in normal subjects and patients with heart diseases. * P < 0.05 ** P < 0.01

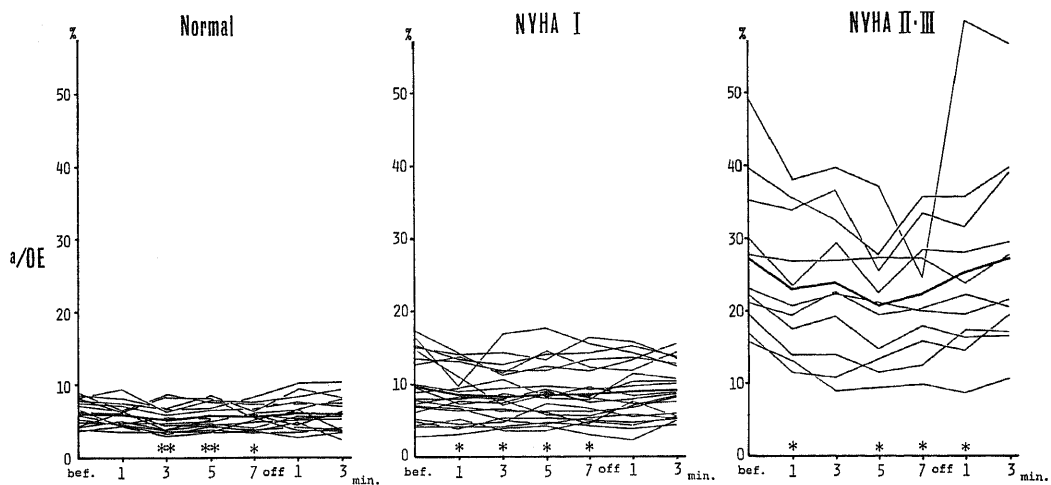


Figure 2. Effect of venous tourniquets on "a" wave ratio in normal subjects and patients with heart diseases. Symbols as in figure 1.

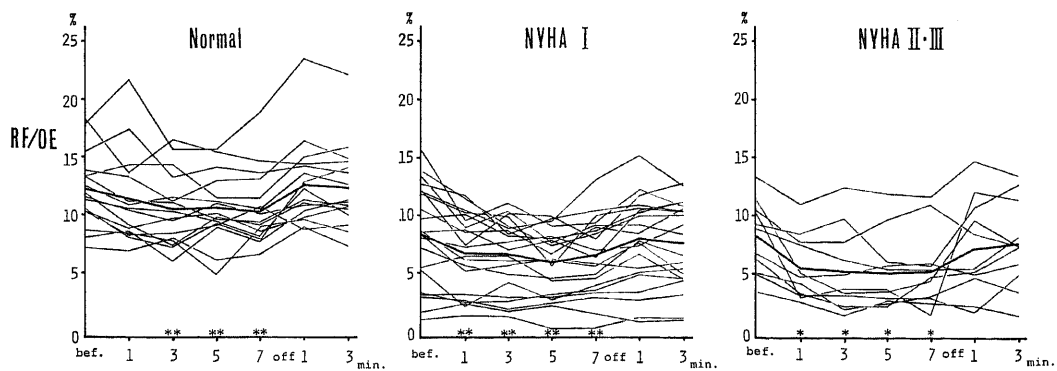


Figure 3. Effect of venous tourniquets on rapid filling wave ratio in normal subjects and patients with heart diseases. Symbols as in figure 1.

RF/OEの減少程度は重症群で大なる傾向であったが有意ではなかった(図7).

6) II-O間隔: II-O間隔は健常群ならびに軽症群において不変であったが、重症群では駆血後有意に延長し駆血解除後前値に復した(前値 165 ± 24 msec., 駆血5分後 179 ± 30 msec., $P < 0.01$, 駆血解除1分後 168 ± 21 msec.).

7) 収縮期(Q-II): Q-II時間は健常群(前値 404 ± 22 msec., 駆血5分後 400 ± 21 msec., $P < 0.05$, 駆血解除1分後 402 ± 23 msec.)ならびに軽症

群(前値 410 ± 34 msec., 駆血5分後 403 ± 37 msec., $P < 0.01$, 駆血解除1分後 407 ± 35 msec.)では駆血後有意に短縮し駆血解除後前値に復したが、重症群では有意の変化を示さなかった.

8) 前駆血期(PEP): PEPは健常群(前値 104 ± 9 msec., 駆血5分後 109 ± 9 msec., $P < 0.01$, 駆血解除1分後 104 ± 9 msec.), 軽症群(前値 130 ± 22 msec., 駆血5分後 135 ± 24 msec., $P < 0.01$, 駆血解除1分後 131 ± 24 msec.)ならびに重症群(前値 148 ± 28 msec., 駆血5分後 153 ± 30 msec., $P <$

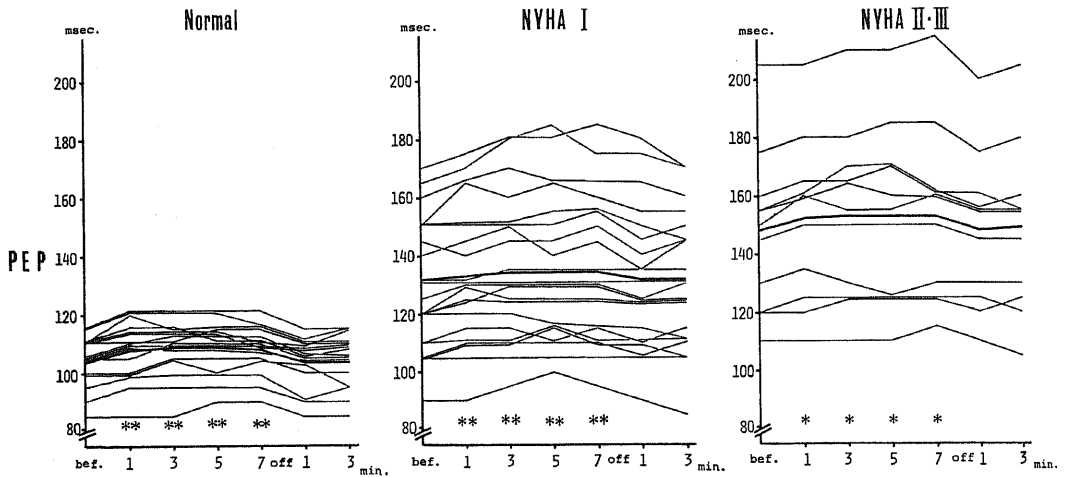


Figure 4. Effect of venous tourniquets on pre-ejection period in normal subjects and patients with heart diseases. Symbols as in figure 1.

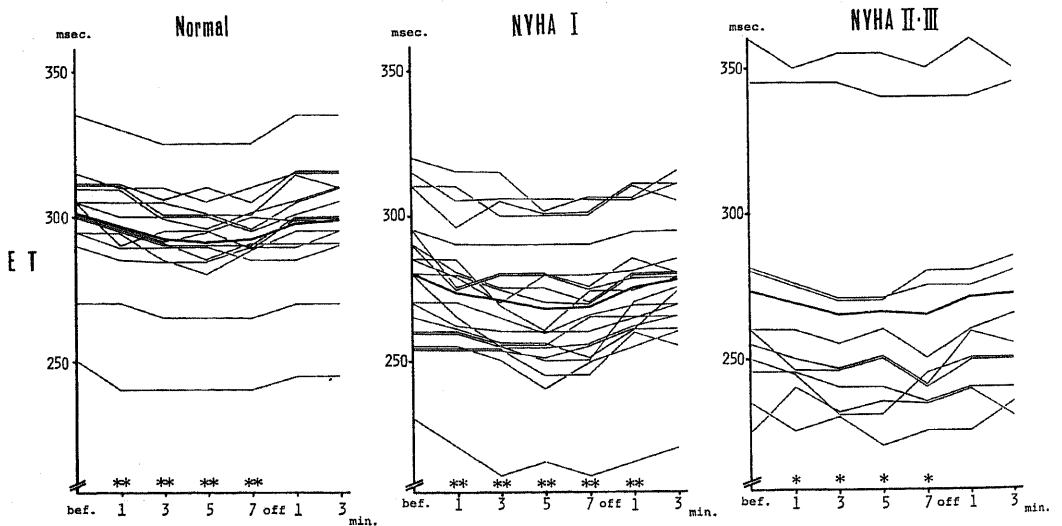


Figure 5. Effect of venous tourniquets on ejection time in normal subjects and patients with heart diseases. Symbols as in figure 1.

0.05, 駆血解除1分後 148 ± 26 msec.) の各群とも駆血後有意に延長し駆血解除後前値に復した(図4). また, 駆血による PEP の延長程度は各群とも同程度であった(図7).

9) 等容収縮期(ICT): ICT は健常群(前値 75 ± 8 msec., 駆血5分後 80 ± 9 msec., $P < 0.01$, 駆血解除1分後 76 ± 8 msec.), 軽症群(前値 97 ± 22 msec., 駆血5分後 102 ± 25 msec., $P < 0.01$, 駆血解除1分後 99 ± 24 msec.) ならびに重症群(前値 106 ± 21 msec., 駆血5分後 112 ± 25 msec., $p < 0.05$, 駆血解除1分後 106 ± 18 msec.) の各群とも駆血後有意に延長し駆血解除後前値に復した.

10) 駆血期(ET): ET は健常群(前値 300 ± 19 msec., 駆血5分後 291 ± 19 msec., $p < 0.01$, 駆血解除1分後 298 ± 20 msec.), 軽症群(前値 280 ± 23 msec., 駆血5分後 268 ± 23 msec., $p < 0.01$, 駆血解除1分後 275 ± 22 msec.) ならびに重症群(前値 273 ± 43 msec., 駆血5分後 266 ± 44 msec., $p < 0.05$, 駆血解除1分後 271 ± 42 msec.) の各群とも駆血後有意に短縮し駆血解除後前値に復した(図5). また, 駆血による ET の短縮程度は軽症群が他の2群に比し大なる傾向であったが有意差は認められなかった(図7).

11) ET/PEP は健常群(前値 2.89 ± 0.30 , 駆血5分後 2.69 ± 0.29 , $p < 0.01$, 駆血解除1分後 2.87 ± 0.30), 軽症群(前値 2.22 ± 0.41 , 駆血5分後 2.04 ± 0.36 , $p < 0.01$, 駆血解除1分後 2.16 ± 0.39) ならびに重症群(前値 1.93 ± 0.62 , 駆血5分後 1.84 ± 0.65 , $p < 0.05$, 駆血解除1分後 1.92 ± 0.62) の各群とも駆血後有意に減少し駆血解除後前値に復した

(図6). また, 駆血による ET/PEP の減少程度は重症群において小さく, 健常群ならびに軽症群の変化量に比し有意差を示した ($p < 0.01$, $p < 0.05$) (図7).

考 按

静脈駆血法は末梢静脈に血液を貯留させ静脈還流ならびに前負荷の減少をもたらすことから急性左心不全の治療の1つとして使用されている¹⁶⁾. 本法により末梢静脈に貯留される血液量は, Ebertら¹⁷⁾によると健常者において拡張期血圧で両側下肢ならびに一側上肢を7~10分間駆血した場合, 580~890 ml, 平均720 mlであり, このため頭部, 軀幹ならびに他の一側上肢の循環血液量は約15%減ずるといふ. また, Warrenら¹⁸⁾によると健常者において両側大腿部を70~80mmHgで6~10分間駆血すると右房圧は35~65mmH₂O低下し, これは500~1000 mlの瀉血による効果に相当するといふ. 最近, Habakら¹⁹⁾は健常者ならびに左心不全患者において3分間毎に段階的に駆血圧を増加し, Strain gauge plethysmograph を使って四肢に貯留される血液量を測定した. 彼らによると著者が施行したごとく両側大腿部を60mmHgで駆血した場合, 健常者ならびに左心不全患者の両側下肢にはそれぞれ平均530 mlならびに410 mlの血液が貯留されるという. 生体において循環血液量あるいは心臓への静脈還流が減少すると, 心拍数の増加ならびに細小動脈および静脈壁緊張の増加等自律神経系が作動し, 心拍出量ならびに血圧を恒常化しようとする反応がみられる²⁰⁾. しかしこれらの homeostatic negative feedback 機構は下肢駆血による血行動態の変化を完全に代償することはできず, 右房圧^{18) 912/122)}, 右室拡張末

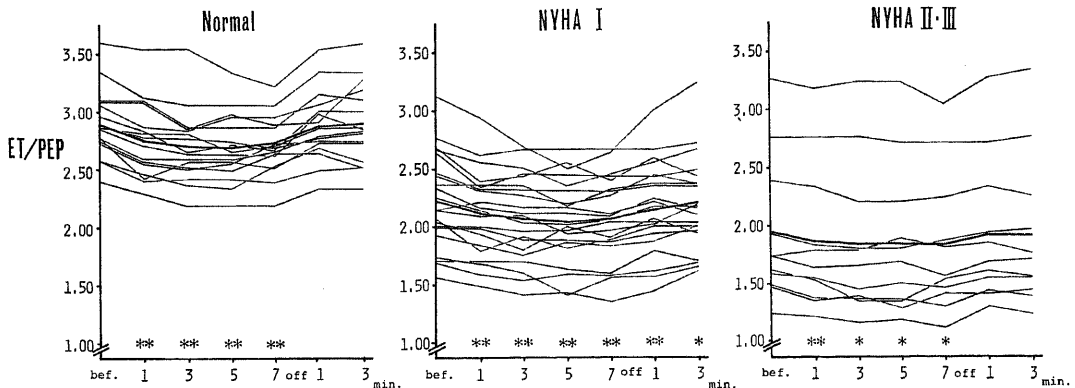


Figure 6. Effect of venous tourniquets on the ratio of ejection time to pre-ejection period in normal subjects and patients with heart diseases. Symbols as in figure 1.

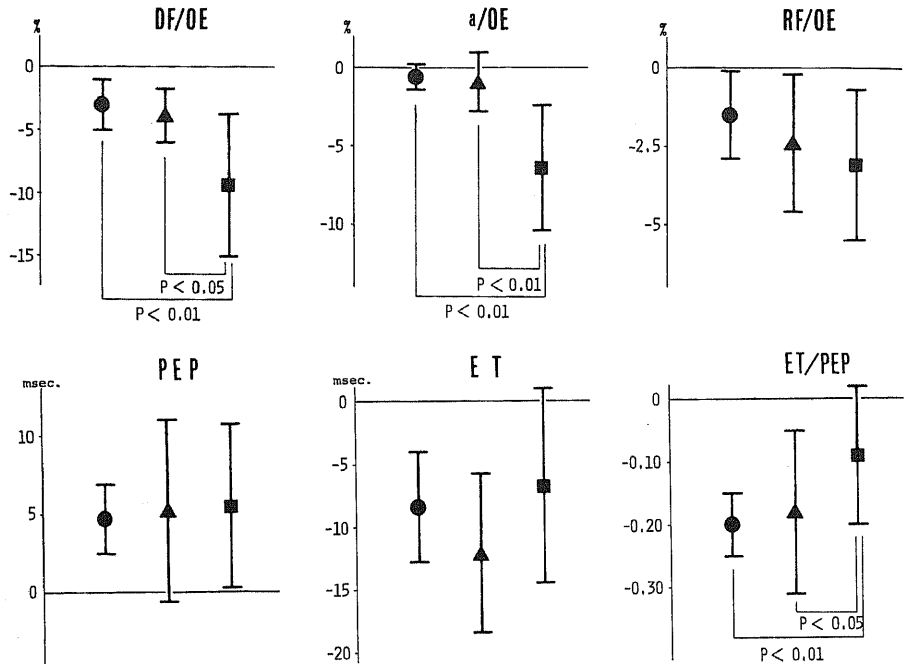


Figure 7. Changes in filling wave ratios and systolic time intervals caused by venous tourniquets in normal subjects and patients with heart diseases. The bar represents the standard deviation of the mean response.

- : normal group
- ▲ : group with NYHA functional class I
- : group with NYHA functional class II, III

期圧²³⁾、肺動脈圧²³⁾、肺動脈楔入圧¹⁹⁾、左室拡張末期圧¹⁹⁾²⁴⁾さらに心拍出量の低下²¹⁾²³⁾²⁵⁾をきたしたという報告が知見される。すなわち下肢駆血法は前負荷ならびに前負荷の減少に伴う心拍出量の低下をもたらす有効な一手段と思われる。

本研究で著者は上記の血行動態の変化を心機図学的に検討した。Dimondら²⁴⁾は健常者ならびに虚血性心疾患患者に静脈駆血を行ない、心尖拍動波のa波は前者では不変であるのに対し、後者では駆血後減高し、駆血解除により再び前値に復することを認めている。また、Staffordら²⁶⁾は健常者において静脈駆血後、Q-IIおよびETの短縮ならびにPEPの延長を報告している。しかし心周期時相成分の変動を心尖拍動波波高成分の変動と関連して検討した報告は著者が調べ得た範囲ではみられなかった。

心尖拍動波のDF/OEならびにa/OEは左室拡張末期圧と有意の相関関係を示す^{8)13)27)~30)}。さらに最近Willemsら¹⁴⁾はACGと左室内圧曲線を同時記録して検討し、ACG拡張期充盈波は左室内圧曲線をかなり忠実に反映し、さらに前負荷や後負荷の急性変化に対

しても内圧変化を忠実に反映すると報告している。ところでDF/OEとa/OEとの差異は、Riosら³⁰⁾によると前者は前負荷を反映し、後者は同時にかなりの程度に心筋線維化ないしコンプライアンスを加味した変化を表わすという。一般にACGのDF/OEは左室容量負荷を生ずる疾患では増大し、逆に流入障害をきたす疾患では減少する^{9)~13)}。また著者ら¹⁵⁾は心房細動例においてUCGとACGを同時記録しUCG法による左室拡張末期容量とDF/OEとの間に強い相関関係を認めている。すなわちACGのDF/OEは左室拡張末期容量を反映する指標と思われる。そして下肢駆血によりDF/OEが3群共に減少したことは心機能評価のために前負荷を減少せしめるという目的は達せられたものと考えられる。そして今回本法により同時に認められたPEPおよびICTの延長、ETの短縮ならびにET/PEPの減少は前負荷の減少による1回拍出量の減少を反映しているものと考えられる^{1)~4)11)13)1)}。

しかし本法施行によりみられた収縮期時相成分の変動に関して前負荷ならびに1回拍出量の減少とともに他の血行動態因子が関与している可能性も考察しなげ

ればならない¹¹³¹⁾。第1に心拍数の変化による影響であるが、今回心拍数は軽度増加を認めるのみであり収縮期時相成分の変化に関与したとは考えにくい。第2にPEPならびにICTに関与する拡張期血圧の変化の影響であるが今回の成績ではほとんど不変であった。

ところで心拍出量を決定する要因として前負荷、後負荷、心筋収縮能および心拍数が主なものとして挙げられているが³²⁾、今回の成績では血圧の変動は認められず、また、心拍数の変動は軽度であり、したがって下肢駆血による前負荷の減少がそのまま心拍出量を減少させているものと考えられ、本法における心機図上の変化はFrank-Starling機構で説明可能と考えられる。すなわち静脈駆血による前負荷の減少、これに伴う1回拍出量の減少を反映して、健常群ならびに心疾患軽症群ではACG充盈波が高し、PEPおよびICTの延長、ETの短縮ならびにET/PEPの減少を示したと思われる。一方、心疾患重症群ではACG充盈波が著明に減高したにもかかわらず収縮期時相成分の変動は軽度であった。すなわち前負荷の減少にもかかわらず1回拍出量の変動が比較的少ないと考えられ、心疾患重症群が抑圧された心機能曲線上にあることを示唆するものであり、心不全に近い状態であることを反映しているものと思われる。

この様に下肢駆血による心周期時相成分の変動をACG拡張期波高成分の変動と対応させて考察することは、Frank-Starling機構にもとづく非侵襲的左心機能評価法として臨床上有用と思われる。

結 語

前負荷の減少をもたらす静脈駆血法を施行し、心尖拍動波の拡張期波高成分ならびに心周期時相成分の変動を検討し次の結果を得た。

1) 収縮期血圧ならびに拡張期血圧は健常群、心疾患軽症群ならびに心疾患重症群の各群とも有意の変化を示さなかった。

2) 心拍数は各群とも駆血後軽度増加傾向を示した。この増加は軽症群では有意であったが、他の2群では有意ではなかった。

3) 健常群では駆血後DF/OE、a/OEおよびRF/OEの減少、PEPおよびICTの延長、Q-II時間およびETの短縮ならびにET/PEPの減少が認められた。

4) 軽症群では健常群とほぼ同程度の上記の変化が認められた。

5) 重症群では心尖拍動波拡張期波高成分の変化が他の2群より大であり、さらにII-O間隔の延長が

認められたが、収縮期時相成分の変動は他の2群より小であった。

6) 静脈駆血法は簡便で患者に苦痛を与えず前負荷の減少をもたらす一手段であり、この際にみられる収縮期時相成分の変動を心尖拍動波の拡張期波高成分の変動との関連において考察することはFrank-Starling機構にもとづく非侵襲的左心機能評価法として臨床上有用と思われる。

稿を終るに臨み、御教示御校閲を賜った金沢大学第二内科竹田亮祐教授、金沢医科大学循環器内科村上暎二教授ならびに終始御指導を賜った金沢医科大学循環器内科平丸義武助教授、竹越襄助教授に深甚なる謝意を表します。また本研究に御協力いただいた諸氏に感謝の意を表します。

文 献

- 1) Weissler A. M., Peeler R. G. and Roehll W. H. : Am. Heart J. 62, 367 (1961).
- 2) Hashimoto Y., Matsuura T., Kiriyama T., Ochiai M., Kunishige H., Marumoto S., Niki I. and Endo N. : Jap. Circul. J. 32, 1417 (1968).
- 3) Weissler A. M., Harris W. S. and Schoenfeld Cff D. : Am. J. Cardiol. 23, 577 (1969).
- 4) Harley A., Starmer C. F. and Greenfield J. C. : J. Clin. Invest. 48, 895 (1969).
- 5) Garrard C. L., Weissler A. M. and Dodge H. T. : Circulation 42, 455 (1970).
- 6) Metzger C. C., Chough C. B., Kroetz F. W. and Leonard J. J. : Am. J. Cardiol. 25, 434 (1970).
- 7) Martin C. E., Schaver J. A., Thompson M. E., Reddy p. S. and Leonard J. J. : Circulation 44, 419 (1971).
- 8) 前田正博 : Jap. Circul. J. 39, 699 (1975).
- 9) Benchimol A. and Dimond E. G. : Am. J. Cardiol. 12, 368 (1963).
- 10) Coulshed N. and Epstein E. J. : Brit. Heart J. 25, 697 (1963).
- 11) Kumar S. and Spodik D. H. : Am. Heart J. 80, 401 (1970).
- 12) 平丸義武 : Jap. Circul. J. 34, 1007 (1970).
- 13) 沢山俊民, 藤目 紘・唐原 優, 鼠尾祥三・Goodyer A. V. N. : 臨床心音図, 3, 457 (1973).
- 14) Willems J. L., Kesteloot H. and Geest H. D. : Am. J. Cardiol. 29, 504 (1972).
- 15) 平丸義武・嵯峨 孝・升谷一宏・村上英徳・松井 忍・原 重樹・前田正博・金 武雄・竹越 襄・村上暎二 : 臨床心音図, 5, 809 (1975).

- 16) Hurst J. W. : The Heart third ed. p487 New York McGraw-Hill Inc. 1974.
- 17) Ebert R. V. and Stead E. A. : J. Clin. Invest. 19, 561 (1940).
- 18) Warren J. V., Brannon E. S., Stead E. A. and Merrill A. J. : J. Clin. Invest. 24, 337 (1945).
- 19) Habak P. A., Mark A. L., Kioschos J. M., McRaven D. R. and Abboud F. M. : Circulation 50, 366 (1974).
- 20) 堀原一 : 循環生理の基礎と臨床, 73 頁, 東京, 医学書院, 1973.
- 21) McMichael J. and Sharpey-Schafer E. P. : Brit. Heart J. 6, 33 (1944).
- 22) Howarth S., McMichael J. and Sharpey-Schafer E. P. : Clin. Sci. 6, 41 (1946).
- 23) Judson W. E., Hollander W., Hatcher J. D., Halperin M. H. and Friedman I. H. : J. Clin. Invest. 34, 614 (1955).
- 24) Dimond E. G. and Benchimol A. : J. A. M. A. 28, 981 (1964).
- 25) Fitzhugh F. W., McWhorter R. L., Estes E. H., Warren J. V. and Merrill A. J. : J. Clin. Invest. 12, 1163 (1953).
- 26) Stafford R. W., Harris W. S. and Weissler A. M. : Circulation 41, 485 (1970).
- 27) Dimond E. G. and Benchimol A. : Brit. Heart J. 25, 389 (1963).
- 28) Voigt G. C. and Friesinger G. C. : Circulation 41, 1015 (1970).
- 29) Gibson T. C., Madry R., Grossman W., McLaurin L. P. and Craigie E. : Circulation 49, 441 (1974).
- 30) Rios J. C. and Massumi R. A. : Am. J. Cardiol. 15, 647 (1965).
- 31) 稲坂 暢・杉本恒明・野原哲夫・平沢邦彦・紺野謙介・浦岡忠夫・北川駿介・佐藤 清・武内重五郎 : 心臓, 5,21 (1973).
- 32) Mason D. T., Spann J. F., Zelis R. and Amsterdam E. A. : Prog. Cardiovas. Dis. 12, 507 (1970).

A b s t r a c t

To evaluate the utility of the venous tourniquets test for the indirect assessment of left ventricular performance, the time intervals of cardiac cycle and the ratios of the diastolic filling waves of the apexcardiogram were analysed in 16 normal subjects and 32 patients with heart diseases ; 7 patients with old myocardial infarction, 7 patients with the other ischemic heart disease, 13 patients with hypertensive heart disease, one patient with beriberi heart disease and 4 patients with idiopathic cardiomyopathy.

Patients were divided into 2 groups according to physical capacity of NYHA ; 21 patients with NYHA functional class I and 11 patients with NYHA II or III.

Apexcardiogram, carotid pulse tracing, phonocardiogram and electrocardiogram were simultaneously recorded in the left semilateral decubitus position. Blood pressure was measured with the cuff sphygmomanometer. Venous occlusive cuffs were applied as high as possible on the both thighs and cuff pressures were kept 60mmHg. The time intervals, the ratios of the diastolic filling waves of the apexcardiogram, heart rate and blood pressure were measured before, 1, 3, 5 and 7 minutes during the application of the venous tourniquets and 1, 3 minutes after sudden release of the venous tourniquets.

Blood pressure remained unchanged, but heart rate increased only minimally during the maneuver in all the groups. In both the normal subjects and the patients with NYHA I, significant decrease in the total filling wave ratio, the "a" wave ratio and the rapid filling wave ratio were observed during the maneuver. And significant prolongation of PEP and ICT and shortening of systole and LVET were observed during the maneuver.

In the patients with NYHA II or III, the changes of the ratios of the diastolic filling waves were greater than that in the normal subjects or the NYHA I group, while only

minimal changes of PEP, ICT and LVET were observed.

It is concluded that the analysis of the time intervals of cardiac cycle and the ratios of the diastolic filling waves of the apexcardiogram before, during and after the venous tourniquets test are useful for the indirect assessment of left ventricular performance.
