

心筋梗塞患者の温浴時の血
流動態の変化: ドップラー
心エコー図法による検討

Blood flow changes on
bathing in patients with
myocardial infarction:
Studies by Doppler
echocardiography

松崎 明廣
小澤 優樹
安藤 浩巳
長谷川雅一
長山 雅俊
鈴木幹二郎
藤田 良範
片桐 敬

Akihiro MATSUZAKI
Masaki OZAWA
Hiromi ANDO
Masaichi HASEGAWA
Masatoshi NAGAYAMA
Kanjiro SUZUKI
Yoshinori FUJITA
Takashi KATAGIRI

Summary

We studied the influence of bathing on cardiac function and hemodynamics in patients with myocardial infarction (MI) using Swan-Ganz catheter, and using Doppler echocardiography noninvasive indices to assess the increase in pulmonary arterial pressure or pulmonary capillary wedge pressure during bathing were also studied.

Fifty-four patients with MI (mean age 56.0 years) were examined (19 with extensive anterior MI, 13 with anterior, 17 with inferior and 5 with anterior and inferior MI). Bathing was conducted with patient in the supine position using tap water at 42°C for 5 min in the Hubbard tank. The patients were classified into 2 groups; one with an increase in the pulmonary capillary wedge pressure (Δ PCWP) above 10 mmHg (Group A), and the other with pressure below 10 mmHg (Group B). The hemodynamic data and echocardiographic indices such as peak velocities of blood flow (PV) at the right and left ventricular outflow tracts (RVOT and LVOT) and blood flow pattern at the left ventricular inflow tract (LVIT) were compared between these 2 groups using Doppler echocardiography.

In Group A, extensive anterior MI was more frequent ($p < 0.05$). The exercise duration time was significantly short (6.3 ± 1.6 min vs 10.2 ± 2.8 min, $p < 0.001$) in the exercise tolerance test by bicycle ergometer. The left ventricular end-diastolic pressure was significantly high (17.8 ± 8.2 mmHg vs 14.8 ± 4.4 mmHg, $p < 0.05$) and the left ventricular ejection fraction was lower ($39.8 \pm 19.6\%$ vs $56.2 \pm 16.8\%$, $p < 0.01$) in cardiac catheterization. This indicated that they had cardiac dysfunction.

In Group A, there were marked increases in pulmonary arterial pressure and right atrial pressure during bathing. PV at the RVOT was significantly increased in both Groups A and B ($110.3 \pm 5.8\%$,

昭和大学医学部 第三内科
東京都品川区旗の台 1-5-8 (〒142)

The Third Department of Internal Medicine, Showa
University School of Medicine, Hatanodai, 1-5-8,
Shinagawa-ku, Tokyo 142

Received for publication August 2, 1990; accepted September 1, 1990 (Ref. No. 37-PS134)

112.7±11.8%, both, $p<0.001$). The ratio between 2 peak velocities (A and R) (A/R) at the LVIT in Group A was significantly increased compared with Group B (110.0±24.5% vs 98.1±14.5%, $p<0.01$), while PV at the LVOT decreased significantly in Group A (92.0±14.6%, $p<0.01$) and increased in Group B (115.0±17.7%, $p<0.001$). The Δ PCWP was correlated directly with the percent changes of the A/R at the LVIT (% A/R) ($y=84.90+1.88x$, $r=0.34$, $p<0.05$), and correlated inversely with the percent changes of PV and the mean acceleration of blood flow at the LVOT (% PV, % du/dt) ($y=138.81-3.38x$, $r=0.60$, $p<0.001$; $y=140.81-4.18x$, $r=0.48$, $p<0.001$).

During bathing, in Group A, lower cardiac function could not produce sufficient increase of venous return, which led to marked increase in the pulmonary arterial pressure and pulmonary capillary wedge pressure, and significantly increased in the A/R at the LVIT. In addition, in Group A, forward ejection was insufficient, and PV at the LVOT was markedly decreased.

Doppler echocardiography is a useful noninvasive method for evaluating the influence of bathing in patients with MI. Bathing should be performed carefully in patients with the increased A/R at the LVIT or decreased PV at the LVOT.

Key words

Myocardial infarction

Bathing

Doppler echocardiography

緒 言

心筋梗塞患者における温浴は、入院中のリハビリテーションの進行や退院後の生活指導などにおいて、重要な問題である。入浴中、入浴後に狭心発作や心筋梗塞が起り、また、入浴中に突然死することも稀ではない。したがって温浴負荷試験を施行し、心筋梗塞患者の温浴時の血行動態および血流動態の変化を把握することは、極めて重要なことである。

近年のドップラー心エコー図法の進歩に伴い、この方法を使用して、各種心疾患における非観血的な収縮¹⁻⁵⁾および拡張動態⁶⁻¹⁵⁾の把握、運動負荷時の心予備能の評価¹⁶⁻²⁰⁾などがより正確になされるようになってきている。

我々は心筋梗塞患者の温浴時、Swan-Ganz catheterを用いて肺動脈圧、肺動脈楔入圧、右房圧、心拍出量を観血的に測定するとともに、ドップラー心エコー図法を用いて、温浴時の血流動態の変化について検討した。さらに、温浴時の肺動脈圧、肺動脈楔入圧上昇を推察する非観血的指標、および温浴負荷時のドップラー心エコー図法の有用性についても検討した。

対象と方法

対象は当科入院中の男性心筋梗塞患者 54 例で、平均年齢は 56.0±11.7 歳 (24~76 歳) である。心電図上の梗塞部位は、広範前壁梗塞 19 例、前壁梗塞 13 例、下壁梗塞 17 例、前壁+下壁梗塞 5 例である。温浴負荷施行時期は、1 回のリハビリテーションが約 500 m 平地歩行となった時期とし、また患者には検査の意義について十分に説明し、承諾を得てから施行した。

温浴はハバード浴槽を使用し、臥位にて 42°C 5 分間の淡水浴とした。あらかじめ右鎖骨下静脈より Swan-Ganz catheter を挿入し、温浴前、温浴中は 1 分ごとに 5 分間、出浴後は 1 分ごとに 10 分間、血圧、心拍数、肺動脈圧、肺動脈楔入圧、右房圧を経時的に記録した。心拍出量は温浴前、温浴直後、温浴後 5 分、出浴直後、出浴後 5 分および出浴後 10 分に測定した。また、ドップラー心エコー図法は、温浴負荷時に明瞭な断層心エコー図を記録し、体動の影響を除外するため、負荷前後とも同一の安静臥位で記録を行なった。心尖部からの左室長軸断層図、四腔断層図ないし左室短軸断層図により、温浴前、温浴中および出浴 5 分後に記録し、連続波ないしパルス・ドップラー法

による右室流出路 (RVOT), 左室流出路 (LVOT) の収縮期血流最大速度 (peak velocity, PV), 収縮期血流平均加速度 (du/dt, PV を PV までの時間で除した値) を計測した。また, 左室流入路 (LVIT) の血流波形より急速流入波の血流最大速度 (R), 心房収縮波の血流最大速度 (A), および前者に対する後者の比 (A/R) を計測し, これらの計測値の温浴前値を 100% として, これに対する温浴中の変化率を求めた。各計測値は 3~5 心拍の平均値とした。血圧は水銀血圧計を用い, 圧モニターと心電図は Yokogawa-Hewlett-Packard 製 78342A, 心拍出力は Edwards 製 9520 cardiac output computer, ドップラー心エコー図法は東芝製 SSH-60A ないし 65A を使用し, 2.5 MHz の探触子を使用, 繰り返し周波数 4 ないし 6 KHz, 紙送り速度 100 mm/sec にて記録した。心電図誘導は C5, C5R または modified II 誘導を用い, 電極はサージカルテープを用いて胸壁に固定し, Swan-Ganz catheter 挿入部は tegaderm と airstrip で二重に固定し, その上をサージカルテープで被い, 防水に留意した。

温浴により肺動脈楔入圧が温浴前値に対して 10 mmHg 以上上昇し, かつ温浴中もその肺動脈楔入圧の上昇が持続する肺動脈楔入圧上昇群 (A 群) と, 温浴中 10 mmHg 未満の上昇に留まる肺動脈楔入圧非上昇群 (B 群) に分け, PV, du/dt, R, A, A/R の温浴前値に対する変化率 (%PV, %du/dt, %R, %A, %A/R) を対比検討した。また, 温浴負荷と同時に施行した自転車エルゴメーターによる連続的多段階運動負荷試験 (25 W 3 分より開始し, 3 分ごとに 25 W ずつ増量) による運動耐容能, 心臓カテテル検査所見も対比検討した。統計学的有意差の検定は t 検定により行ない, 5% 以下の水準をもって有意とした。

結 果

温浴中, 胸痛, 胸部圧迫感, 動悸, 息切れなどの自覚症状を訴えたものはなく, 心電図上も上室性期外収縮や心室性期外収縮などの不整脈の出現

Table 1. Clinical characteristics

		Group A	Group B
Mean age (yrs)		58.5 ±13.1	54.5 ±10.7
Previous MI	(-)	13	29
	(+)	7	5
Site of MI	Extensive anterior	11*	8
	Anterior	5	8
	Inferior	1	16*
	Anterior and inferior	3	2
Total		20	34

MI=myocardial infarction.

* p<0.05.

またはその増加, あるいは ST-T の変化を認めたものはなかった。

1. 肺動脈楔入圧上昇群と非上昇群の比較

1. 年齢, 発作回数, 梗塞部位

Table 1 に平均年齢, 発作回数, 梗塞部位を示す。平均年齢は, 肺動脈楔入圧上昇群 (A 群) 58.5 ± 13.1 歳, 肺動脈楔入圧非上昇群 (B 群) 54.5 ± 10.7 歳で, 両群間に差を認めなかった。発作回数では, 両群間に差を認めなかったが, 心電図上の梗塞部位では, 広範前壁梗塞が A 群 20 例中 11 例 (55.0%), B 群 34 例中 8 例 (23.5%) と, A 群で有意に多かったのに対し (p<0.05), 下壁梗塞は A 群 20 例中 1 例 (5.0%), B 群 34 例中 16 例 (47.1%) と, B 群で有意に多く認められた (p<0.05)。

2. 血行動態指標の変化

心拍数は, A 群温浴前 68.8 ± 8.0/min から温浴直後 83.5 ± 7.9/min, B 群温浴前 66.6 ± 10.5/min から温浴直後 75.6 ± 12.5/min と, 両群とも有意に増加したが, A 群の方でより著明で, 温浴中も A 群で高値が持続した。

肺動脈圧は, A 群温浴前 19.6 ± 4.7 mmHg から温浴直後 39.3 ± 7.7 mmHg, B 群では同じく 19.3 ± 5.3 mmHg から 28.2 ± 5.2 mmHg へと上昇し, また右房圧は, A 群温浴前 0.1 ± 1.9 mmHg から温浴直後 7.6 ± 2.1 mmHg, B 群では同じく 0.4 ±

1.2 mmHg から 6.0 ± 1.8 mmHg へと, 両群ともに有意に増加し, また A 群では B 群に比較して温浴中の上昇が著明であった.

収縮期血圧は, A 群温浴前 118.8 ± 17.3 mmHg から温浴直後 137.5 ± 21.2 mmHg, B 群では同じく 122.3 ± 12.2 mmHg から 132.5 ± 14.4 mmHg へと上昇, また心拍出量は, A 群温浴前 4.48 ± 0.85 l/min/m² から温浴直後 5.44 ± 1.08 l/min/m², B 群では同じく 4.67 ± 1.08 l/min/m² から 5.88 ± 1.25 l/min/m² へと有意に増加したが, いずれも両群間に有意差を認めなかった.

出浴後は両群ともに, 心拍数, 肺動脈圧, 肺動脈楔入圧, 右房圧, 血圧, 心拍出量とも速やかに温浴前値に復した.

3. 運動耐容能の検討

温浴負荷と同時期に施行した自転車エルゴメーターによる連続的多段階運動負荷試験で, その運動持続時間, METs, $\dot{V}O_2$ max を Fig. 1 に示した. 運動持続時間は, A 群 6.3 ± 1.6 min, B 群 10.2 ± 2.8 min と, A 群で有意に短かったが ($p < 0.001$), METs は, A 群 6.2 ± 1.9 METs, B 群 6.3 ± 1.6 METs, $\dot{V}O_2$ max は, A 群 20.6 ± 7.0 ml/kg/min, B 群 22.5 ± 5.6 ml/kg/min と, 両群間に差

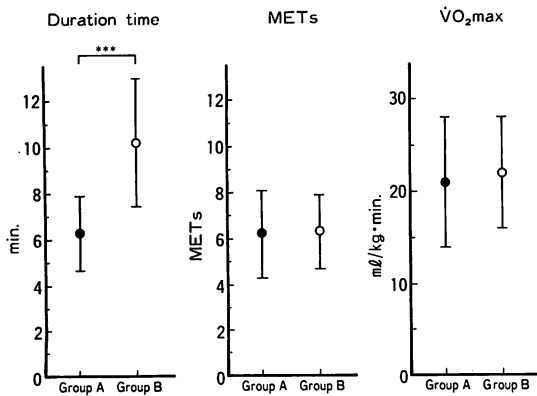


Fig. 1. Comparisons of duration of exercise, METs and $\dot{V}O_2$ max between Groups A and B.

Group A: $\Delta PCWP \geq 10$ mmHg, Group B: $\Delta PCWP < 10$ mmHg.

*** $p < 0.001$.

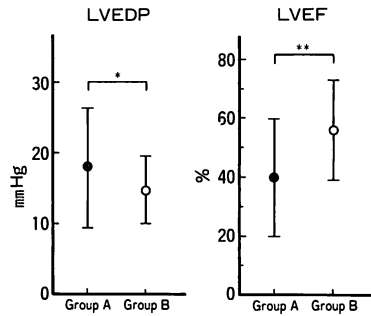


Fig. 2. Comparisons of left ventricular end-diastolic pressure (LVEDP) and left ventricular ejection fraction (LVEF) between Groups A and B.

Group A: $\Delta PCWP \geq 10$ mmHg, Group B: $\Delta PCWP < 10$ mmHg.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 2. Findings of coronary angiography and left ventriculography

	Group A	Group B
Coronary vessels with over 75% stenosis (no.)	0	4
1 vessel	8	11
2 vessel	4	12
3 vessel	5	7
Dyskinesis	(-)	13
(+)	6*	2
Total	19	34

* $p < 0.05$.

を認めなかった.

4. 心臓カテーテル検査(慢性期)および冠動脈造影所見の検討

温浴負荷と同時期に施行した心臓カテーテル検査で, 左室拡張末期圧 (LVEDP) と左室駆出率 (LVEF) を Fig. 2 に示した. LVEDP は, A 群 17.8 ± 8.2 mmHg, B 群 14.8 ± 4.4 mmHg と, A 群で有意に高値であった ($p < 0.05$). また LVEF は, A 群 $39.8 \pm 19.6\%$, B 群 $56.2 \pm 16.8\%$ と, A 群で有意に低値であった ($p < 0.01$).

Table 2 に冠動脈造影と左室造影所見を示す.

75% 以上の狭窄を有意とすると、冠動脈罹患者数は A 群と B 群とで有意差はなかった。しかし、左室造影上、dyskinesis を有する例が A 群 19 例中 6 例 (31.6%) に認められ、B 群のそれ (34 例中 2 例: 5.9%) よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。

5. 右室流出路の駆出血流最大速度の変化

温浴前の右室流出路における駆出血流最大速度を 100% とした際、温浴中、出浴後の血流最大速度の変化率を Fig. 3 に示した。温浴中 A 群は $110.3 \pm 5.8\%$ 、B 群は $112.7 \pm 11.8\%$ と、両群ともに有意な上昇を示したが (ともに $p < 0.001$)、両群間に差を認めなかった。出浴後には A 群 $108.4 \pm 5.5\%$ 、B 群 $102.4 \pm 16.2\%$ と、温浴中に比較して低下した。

6. 左室流入路の血流波形の変化

Fig. 4 は、左室流入路における急速流入波および心房収縮波の血流最大速度 (R と A)、およびその比 (A/R) について、温浴前値に対する変化率 (それぞれ %R, %A, %A/R) を示す。

%R は温浴中 A 群 $111.2 \pm 19.3\%$ 、B 群 $117.9 \pm 15.5\%$ と、両群ともに有意な上昇を示したが (それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.001$)、両群間に差を認めなかった。出浴後には A 群 $97.9 \pm 14.4\%$ 、B 群 $105.6 \pm 12.9\%$ と、温浴中に比較して低下した。%A は温浴中 A 群 $120.9 \pm 26.1\%$ 、B 群 $113.5 \pm 14.8\%$ と、両群ともに有意に上昇したが (ともに $p < 0.001$)、両群間に差を認めなかった。出浴後には A 群 $110.7 \pm 19.0\%$ 、B 群 $104.0 \pm 13.8\%$ と、温浴中に比較して低下した。%A/R は、B 群では温浴中 $98.1 \pm 14.5\%$ 、出浴後 $99.7 \pm 12.0\%$ と変化がなかったのに対し、A 群では温浴中 $110.0 \pm 24.5\%$ と有意に上昇し ($p < 0.05$)、出浴後も $110.6 \pm 18.7\%$ と上昇が持続した。

7. 左室流出路の駆出血流最大速度の変化

左室流出路における駆出血流最大速度の温浴前値に対する変化率の推移を Fig. 5 に示した。温浴中 B 群で $115.0 \pm 17.7\%$ と有意に上昇したが ($p < 0.001$)、A 群では $92.0 \pm 14.6\%$ と有意に低下し ($p < 0.01$)、両群間に有意差を認めた ($p < 0.001$)。

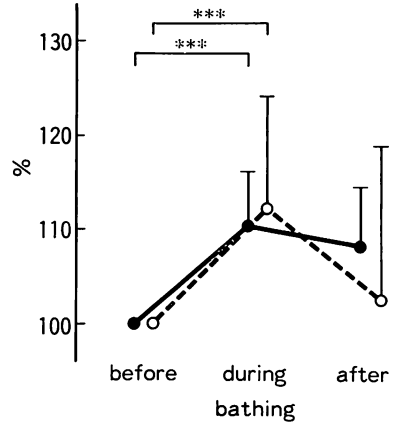


Fig. 3. Changes in peak velocities of blood flow at the right ventricular outflow tract.

Closed circle (●): Group A ($\Delta PCWP \geq 10$ mmHg), open circle (○): Group B ($\Delta PCWP < 10$ mmHg).

*** $p < 0.001$.

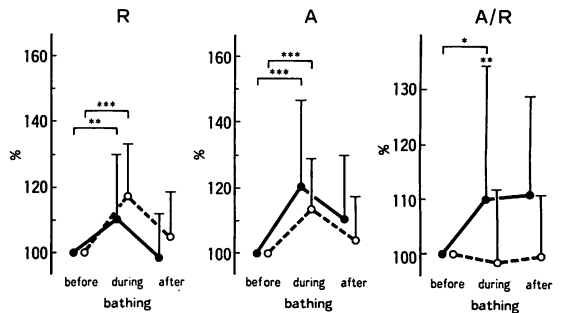


Fig. 4. Changes in 2 peak velocities (R, A) and the ratio (A/R) at the left ventricular inflow tract.

Symbols: see Fig. 3.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

出浴後は A 群は $95.7 \pm 12.1\%$ 、B 群は $104.3 \pm 15.4\%$ で、温浴前値に復した。

2. 温浴による肺動脈楔入圧上昇幅と血流変化との関係

温浴前と温浴直後の肺動脈楔入圧の差を肺動脈楔入圧上昇幅 ($\Delta PCWP$) とし、それと左室流入路の %A/R との関係を示した。両者間には $y = 84.90 + 1.88x$, $r = 0.34$, $p < 0.05$ の有意な正相関が認められた。

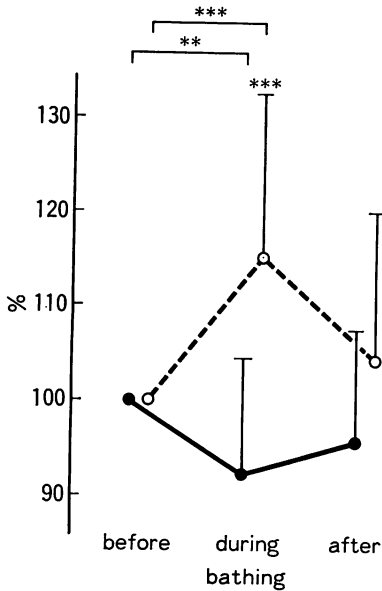


Fig. 5. Changes in peak velocities of blood flow at the left ventricular outflow tract.

Symbols: see Fig. 3.

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Δ PCWP と左室流出路の %PV との関係を Fig. 7 に示した. 両者間には $y = 138.81 - 3.38x$, $r = 0.60$, $p < 0.001$ の有意な負相関が認められた.

Δ PCWP と左室流出路における %du/dt との関係を Fig. 8 に示した. 両者間には $y = 140.81 - 4.18x$, $r = 0.48$, $p < 0.001$ の有意な負相関が認められた.

考 按

心筋梗塞患者の温浴の問題は, 入院中のリハビリテーションはもとより退院後の生活指導の上でも極めて重要である²¹⁻²⁶). 温浴の血行動態変化の原因²⁷)として, 温熱作用, 自律神経系の関与, 静水圧効果, 内分泌・代謝的效果などが報告されている. その中でも, 温浴時の心拍出量の増大には静水圧の影響が大であると諸家により報告されている²⁸⁻³²). また, 1974年, Echt ら³²)は, 観血的手法により, 温浴中の中心静脈圧上昇を報告した.

今回の我々の結果において, 温浴による肺動脈楔入圧上昇幅が 10 mmHg 以上の群では, 10 mmHg 未満の群に比較して, 運動耐容能の低下, 左室駆出率の低値, 左室拡張末期圧の高値という心機能低下を示唆する所見が得られ, また温浴中, 肺動脈圧, 肺動脈楔入圧, 右房圧の著明な上昇が持続した. その原因として, 小澤, 鈴木らの報告^{21,22})のように, 温浴により増大する静脈還流量を機能低下した心臓が処理できないというこ

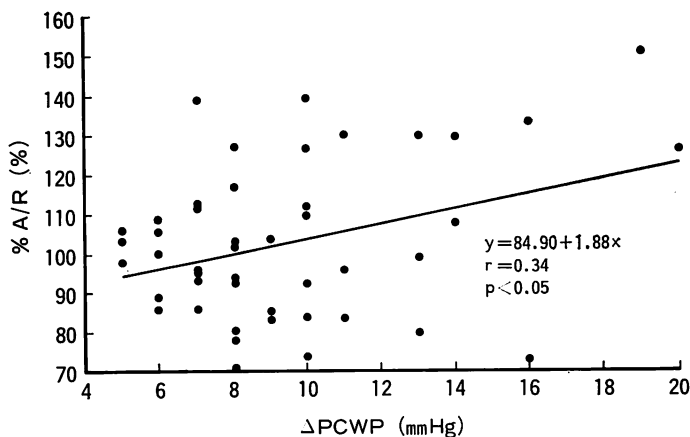


Fig. 6. Correlation between the percent change of the A/R (%A/R) at the left ventricular inflow tract and Δ PCWP before and during bathing.

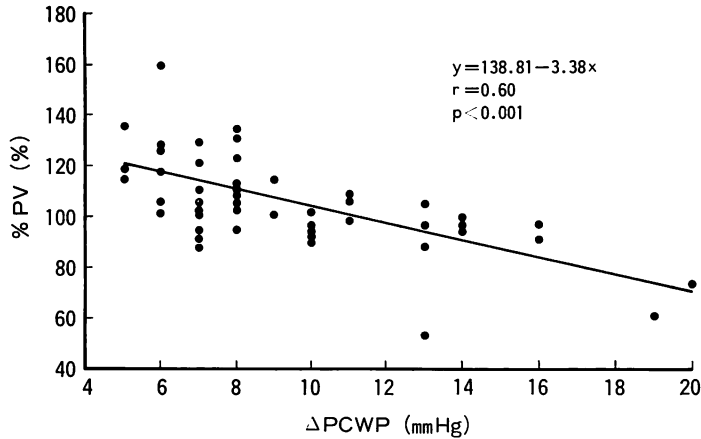


Fig. 7. Correlation between the percent change of peak velocities of blood flow (%PV) at the left ventricular outflow tract and Δ PCWP before and during bathing.

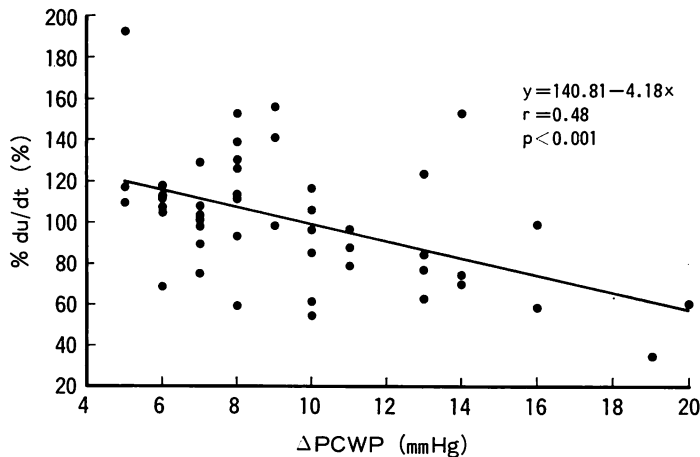


Fig. 8. Correlation between the percent change of mean acceleration of blood flow (% du/dt) at the left ventricular outflow tract and Δ PCWP before and during bathing.

とが考えられ、心機能低下の著しい例ほど、肺動脈圧、肺動脈楔入圧、右房圧が著明に上昇するという結果が得られている。

これまで胸壁加速度振動図³⁴⁾、心機図³⁵⁾、心エコー図³⁶⁾などを使用し、温浴時に非観血的に心機能評価を行なっている報告がみられるが、ドップラー心エコー図法を使用した報告は小澤らの報告²³⁾のみである。上行大動脈の血流最大速度や加速度の測定が左室収縮能を評価する上で有用である

ことは、Kezdi ら¹⁾により観血的方法を使用して報告されている。一方、1969年、Light²⁾が連続波ドップラー法を用いて上行大動脈血流を測定して以来、この方法を用いて測定した上行大動脈血流最大速度や加速度により、非観血的に心拍出量の評価¹⁵⁾、運動負荷中の心機能評価¹⁶⁾、虚血性心疾患の運動予備能の評価¹⁸⁾が可能であると報告されている。Maeda ら²⁰⁾は、運動負荷時にドップラー心エコー図法と Swan-Ganz catheter の両者によ

り心拍出量を測定し, 両者の相関関係より, ドップラー心エコー図法を用いて, 運動負荷時の非観血的な心拍出量測定が可能であることを報告している. また, Mehta ら¹⁷⁾は, 心筋梗塞患者の運動負荷時にドップラー心エコー図法を使用し, 心機能良好例では負荷量の増加に伴って上行大動脈血流最大速度が増加するのに対し, 心機能不良例では血流最大速度が低下すると報告している. さらに, 左室流入路の血流波形の検討により, 虚血の存在, 左室のコンプライアンスの低下, 流入障害などの検出が可能であり, 虚血性心疾患の非観血的な拡張動態の評価が可能であることも知られている^{6~15)}.

血行動態指標上, 肺動脈圧, 肺動脈楔入圧, 右房圧, 心拍出量が増加し, ドップラー心エコー図法にて, 肺動脈楔入圧上昇群, 非上昇群とも右室流出路の血流最大速度が増大したということは, 温浴中, 静脈還流量が増大するというこれまでの報告^{21~23)}と一致している. 左室流入路の血流波形の変化で, 急速流入波 (R), 心房収縮波 (A) の変化は肺動脈楔入圧上昇群, 非上昇群間に差を認めなかったが, 温浴前後の A/R は上昇群でのみ有意な増加を認めたことから, 心機能低下が推察される肺動脈楔入圧上昇群では, 温浴により増大した静脈還流量を処理できず, 左房負荷が増大し, A/R が有意に上昇するものと考えられた. 左室流出路の血流最大速度は, 非上昇群で増加したが, 上昇群では逆に減少し, この減少は, 心機能低下のため, 十分な前方駆出力が得られないことによると思われた. また, 肺動脈楔入圧上昇群では非上昇群に比較して心拍数が有意に増加し, 心機能低下のための不十分な前方駆出力を補って, 心拍出量の増加をもたらすことが示唆された. 以上から, 左室流入路の A/R, 左室流出路の血流最大速度の変化は, 肺動脈圧, 肺動脈楔入圧の上昇を推察する非観血的指標になり得ると考えられた. また, 温浴前を 100% とした左室流入路 A/R の変化率と温浴による肺動脈楔入圧上昇幅の間には有意な正相関があり, この上昇幅が左室流出路の血

流最大速度, 平均加速度の変化率と負相関を有することから温浴負荷時のドップラー心エコー図法の有用性が示唆された.

本研究では体動の影響をできるだけ除外するために, 負荷前後とも, 同一の安静臥位における記録を行なっている. しかし, 温浴時には静水圧のために胸囲で 1 cm 圧迫されるといわれており²⁷⁾, 胸腔の拡大制限による肺胞内圧の上昇によって肺の影響も加わり, 心臓の位置関係に変化が生ずる可能性もある. このため, 温浴前, 温浴中, 出浴後で各記録部位での超音波ビームと血流との角度が変化しないよう手動的に微調整を行ない, 探触子を固定する必要があると思われる. このように心エコー図法を温浴負荷中に適用するには記録上の多少の問題点はあるが, 本法は温浴時の肺動脈圧, 肺動脈楔入圧の上昇を非観血的に評価する上に極めて有用であり, 温浴により左室流入路の A/R が著明に増加する例, 左室流出路の血流最大速度の減少する例では, 温浴に際して十分な注意が必要であると思われた.

結 論

男性心筋梗塞患者 54 例について, Swan-Ganz catheter を用いた温浴時の血行動態上, 肺動脈楔入圧の上昇をみた群と然らざる群とで, ドップラー心エコー図法による血流動態を対比検討した. さらに, 温浴時の肺動脈圧, 肺動脈楔入圧の上昇を非観血的に推察する際の, ドップラー心エコー図法の有用性についても検討した.

1. 肺動脈楔入圧上昇群では非上昇群に比し, 温浴による血圧, 心拍数, 肺動脈圧, 右房圧の著明な上昇が持続した.
2. 自転車エルゴメーターによる運動負荷試験では, 肺動脈楔入圧上昇群では非上昇群に比較して, 運動持続時間が短かった.
3. 心臓カテーテル検査では, 肺動脈楔入圧上昇群は非上昇群に比し, 左室駆出率が低値で, 左室拡張末期圧が高値であった.
4. 右室流出路の駆出血流最大速度は, 温浴中,

肺動脈楔入圧上昇群, 非上昇群とも, 有意に増加した。

5. 左室流入路の A/R は, 温浴中, 肺動脈楔入圧上昇群で非上昇群に比較して有意に上昇した。

6. 左室流出路の駆出血流最大速度は, 温浴中肺動脈楔入圧上昇群で有意に低下し, 非上昇群で有意に増加した。

7. Δ PCWP は左室流入路の A/R の変化率と有意な正相関を示し, 左室流出路の駆出血流最大速度, 平均加速度の変化率と有意な負相関を示した。

以上より, 心筋梗塞患者の温浴時の肺動脈圧, 肺動脈楔入圧の上昇を非観血的に評価する上で, ドップラー心エコー図法は極めて有用であると思われた。

要 約

心筋梗塞患者における温浴の影響について, Swan-Ganz catheter 法とドップラー心エコー図法を使用して検討した。また温浴時の肺動脈圧, 肺動脈楔入圧上昇を推察する非観血的指標としてのドップラー心エコー図法の有用性についても検討した。

対象は心筋梗塞 54 例(平均年齢 56.0 歳)で, 広範前壁梗塞 19 例, 前壁 13 例, 下壁 17 例, 前壁+下壁 5 例である。温浴にはハーバード浴槽を使用し, 臥位にて 42°C 5 分間の淡水浴を施行した。温浴による肺動脈楔入圧上昇幅が 10 mmHg 以上の肺動脈楔入圧上昇群と 10 mmHg 未満の非上昇群に分け, 血行動態指標, ドップラー心エコー図法による右室および左室流出路の駆出血流最大速度, 左室流入路の血流波形を対比検討した。

肺動脈楔入圧上昇群では, 広範前壁梗塞が有意に多く ($p < 0.05$), 運動負荷試験では運動持続時間が有意に短く ($p < 0.001$), 心臓カテーテル検査での左室駆出率は有意に低値 ($p < 0.01$), 左室拡張末期圧は有意に高値であり ($p < 0.05$), 心機能低下が示唆された。

肺動脈楔入圧上昇群では非上昇群に比較し, 温浴による肺動脈圧, 右房圧の著明な上昇が持続した。右室流入路の駆出血流最大速度は両群とも有意に増加した(ともに $p < 0.001$)。左室流入路の A/R は肺動脈楔入圧上昇群で非上昇群に比較して有意に上昇し ($p < 0.01$), 左室流出路の駆出血流最大速度は上昇群で有意に低下し ($p < 0.01$), 非上昇群で有意に増加した ($p < 0.001$)。また, 温浴による肺動脈楔入圧上昇幅は, 左室流入路の A/R の変化率と有意な正相関を, 左室流出路の血流速度, 平均加速度の変化率と有意な負相関を示した。

すなわち, 心機能が低下した肺動脈楔入圧上昇群では, 増大した静脈還流量を処理できず, 肺動脈圧, 肺動脈楔入圧が著明に上昇し, 左室流入路の A/R も有意に増加すると考えられた。また, 肺動脈楔入圧上昇群は十分な前方駆出力が得られず, 左室流出路の血流速度が減少すると思われた。

以上より, ドップラー心エコー図法は, 心筋梗塞患者の温浴時の肺動脈圧, 肺動脈楔入圧の上昇を非観血的に評価する上で非常に有用であると考えられた。

稿を終るにあたり, 運動負荷試験法で御指導, 御助言をいただいた長谷川武志助教授, 桑原敏樹講師, 冠動脈造影で御指導, 御助言をいただいた嶽山陽一助教授をはじめ, 本研究に御協力くださった教室員各位に深謝いたします。

本論文の要旨は第 36 回, 第 37 回心臓病学会, 第 53 回日本超音波医学研究発表会において発表した。

文 献

- 1) Kezdi P, Stanley EL, Marshall WJ Jr., Kordenat RK: Aortic flow velocity and acceleration as an index of ventricular performance during myocardial infarction. *Am J Med Sci* 257: 61-71, 1969
- 2) Light LH: Non-injurious ultrasonic technique for observing flow in the human aorta. *Nature* 224: 1119-1121, 1969
- 3) Gardin JM, Iseri LT, Elkayam U, Tobis J, Childs W, Burn CS, Henry WL: Evaluation of dilated cardiomyopathy by pulsed Doppler echocardiography.

- graphy. *Am Heart J* **106**: 1057-1065, 1983
- 4) Chandraratna PA, Nanna M, McKay C, Nimalasuriya A, Swinney R, Elkayam U, Rahimtoola SH: Determination of cardiac output by transcutaneous continuous-wave ultrasonic Doppler computer. *Am J Cardiol* **53**: 234-237, 1984
 - 5) Sabbah HN, Khaja F, Brymer JF, McFarland TM, Albert DE, Snyder JE, Goldstein S, Stein PD: Noninvasive evaluation of left ventricular performance based on peak-aortic blood acceleration measured with a continuous-wave Doppler velocity meter. *Circulation* **74**: 323-329, 1986
 - 6) Matsuo H, Kitabatake A, Asao M, Terao Y, Mishima M, Senda S, Shimazu T, Tanouchi J, Abe H: Noninvasive evaluation of diastolic properties of the left ventricle by pulsed Doppler flowmetry combined with real-time two-dimensional echocardiography. *J Cardiogr* **10**: 697-708, 1980 (in Japanese)
 - 7) Takemura H, Oki T, Murao A, Fukuda N, Asai M, Ohshima C, Sawada S, Niki T, Mori H: Study on flow velocity pattern at the left ventricular inflow and outflow tracts in hypertrophic cardiomyopathy using pulsed Doppler echocardiography. *J Cardiogr* **11**: 125-134, 1981 (in Japanese)
 - 8) Kitabatake A, Inoue M, Asao M, Tanouchi J, Masayama T, Abe H, Morita H, Senda S: Transmittal blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricle in health and disease: A study by pulsed Doppler technique. *Jpn Circ J* **46**: 92-102, 1982
 - 9) Ohkushi H, Asai M, Ishimoto T, Tominaga T, Fukuda N, Taoka M, Kusaka Y, Irahara K, Oki T, Niki T, Mori H: Left ventricular diastolic filling patterns in hypertrophic cardiomyopathy and myocardial infarction: Studies by pulsed Doppler echocardiography and multigated blood pool scans. *J Cardiogr* **14**: 95-104, 1984 (in Japanese)
 - 10) Rokey R, Kuo LC, Zoghbi WA, Limacher MC, Quinones MA: Determination of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography: Comparison with cineangiography. *Circulation* **71**: 543-550, 1985
 - 11) Fujii J, Yazaki Y, Sawada H, Aizawa T, Watanabe H, Kato K: Noninvasive assessment of left and right ventricular filling in myocardial infarction with a two-dimensional Doppler echocardiographic method. *J Am Coll Cardiol* **5**: 1155-1160, 1985
 - 12) Spirito P, Maron BJ, Bonow RO: Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function: Comparative analysis of Doppler echocardiographic and radionuclide angiographic techniques. *J Am Coll Cardiol* **7**: 518-526, 1986
 - 13) Spirito P, Maron BJ, Bellotti P, Chiarella F, Vecchio C: Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function: Comparative analysis of pulsed Doppler ultrasound and digital M-mode echocardiography. *Am J Cardiol* **58**: 837-843, 1986
 - 14) Furukawa K, Tsuji H, Inoue N, Azuma A, Morikawa Y, Kitamura Y, Asayama J, Katsume H, Ochiai M, Ijichi H: Transmittal blood flow patterns evaluated by pulsed Doppler echocardiography in diagnosing transient myocardial ischemia. *J Cardiol* **13**: 43-54, 1988 (in Japanese)
 - 15) Asai M, Oki T, Ohkushi H, Ishimoto T, Tomonaga T, Taoka M, Fukuda N, Niki T, Mori H: Stress pulsed Doppler echocardiography in the evaluation of diastolic left ventricular function. *J Cardiogr* **15**: 399-413, 1985 (in Japanese)
 - 16) Daley PJ, Sagar KB, Wann LS: Doppler echocardiographic measurement of flow velocity in the ascending aorta during supine and upright exercise. *Br Heart J* **54**: 562-567, 1985
 - 17) Mehta N, Bennett D, Mannering D, Dawkins K, Ward DE: Usefulness of noninvasive Doppler measurement of ascending aortic blood velocity and acceleration in detecting impairment of the left ventricular function response to exercise three weeks after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **58**: 879-884, 1986
 - 18) Kawasoe Y, Yei C, Kawataki M, Shimabukuro K, Shouno H, Kisanuki A, Otsuji Y, Arakawa K, Kashima T, Tanaka H: Exercise capacity in ischemic heart disease evaluated by continuous wave Doppler echocardiography. *J Cardiogr* **17**: 445-454, 1987 (in Japanese)
 - 19) 高島章司, 畑崎喜芳, 北野尚史, 沼田直子, 谷口昌史, 中谷茂和, 谷口 昂: 超音波パルス・ドップラー法による運動負荷時の大血管血流動態の検討: 心房ペーシング負荷との対比. *日小児会誌* **92**: 268-274, 1988
 - 20) Maeda M, Yokota M, Iwase M, Miyahara T, Hayashi H, Sotobata I: Accuracy of cardiac output measured by continuous wave Doppler echocardiography during dynamic exercise testing in the supine position in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* **13**: 76-83, 1989
 - 21) Ozawa M, Suzuki Y, Suzuki K, Kuwahara K, Iwasaki S, Hasegawa T, Fujita Y, Niitani H: The changes of hemodynamics during bathing in patients with heart disease. *J Jpn Assoc Physic Med Balneol & Climatol* (日本温泉気候物理医学

- 会雑誌) 49: 71-81, 1986 (in Japanese)
- 22) Suzuki K, Ozawa M, Matsuzaki M, Hasegawa M, Iwasaki S, Suzuki Y, Niitani H: Effects of bathing on hemodynamics in patients with myocardial infarction: Evaluation with sublingual administration of iso-sorbide dinitrate. *J Jpn Assoc Physic Med Balneol & Climatol* (日本温泉気候物理医学会雑誌) 51: 123-134, 1988 (in Japanese)
- 23) Ozawa M, Hasegawa M, Matsuzaki M, Suzuki K, Takeyama Y, Fujita Y, Niitani H: Effects of bathing on cardiac function in patients with myocardial infarction: Hemodynamic and Doppler echocardiographic studies. *J Cardiol* 18: 979-987, 1988 (in Japanese)
- 24) Ishii Y: Effects of bathing in cardiovascular patients. *J Showa Med Assoc* 30: 702-720, 1970
- 25) Ochiai Y: Studies on rehabilitation of acute myocardial infarction: With special reference to the rehabilitation with walking and bathing. *J Showa Med Assoc* 33: 574-589, 1973
- 26) 荏原包臣, 羽田治夫, 内田宏子, 桑原敏樹, 丸岡隆芳, 小島喜久子, 塩原保彦, 長谷川武志, 鈴木嘉茂, 藤田良範, 新谷博一: 心筋梗塞患者と温浴. *治療* 64: 1045-1050, 1982
- 27) 田中信行: 入浴の生理学. *Fragrance J* 69: 11-16, 1984
- 28) Tanaka N, Niimura T, Kanehisa T: The effects of bathing on hemodynamic and autonomic nervous function. *J Jpn Assoc Physic Med Balneol & Climatol* (日本温泉気候物理医学会雑誌) 44: 42, 1980 (in Japanese)
- 29) Ide H, Akita K, Fujiya S, Asanuma Y, Agishi Y, Morizaki M: Effects of hydrostatic pressure on cardiac function in humans. *Hokkaido J Med Sci* 62: 68-73, 1987
- 30) Hood WB Jr, Murray RH, Urschel CW, Bower JA, Goldman JK: Circulatory effect of water immersion upon human subjects. *Aerospace Med* 39: 579-584, 1968
- 31) Arborelius M, Balldin UI, Lilja B, Lundgren CEG: Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water. *Aerospace Med* 43: 592-598, 1972
- 32) Echt M, Lange L, Gauer OH: Changes of peripheral venous tone and central transmural venous pressure during immersion in a thermo-neutral bath. *Pflüger Arch* 352: 211-217, 1974
- 33) Yoshitoshi Y, Hanaoka W: Balneotherapy and rehabilitation: Cardiovascular disease. *J Jpn Assoc Physic Med Balneol & Climatol* (日本温泉気候物理医学会雑誌) 31: 27-34, 1967 (in Japanese)
- 34) Ebara K, Hasegawa T, Kuwahara T, Uchida H, Kojima K, Shiohara Y, Fujita Y, Niitani H: Studies on the effects and time of warm bathing for patients with acute myocardial infarction. *Jpn J Rehabil Med* 23: 21-28, 1986
- 35) Hata Y, Ichimaru Y, Nakanishi H, Okamoto K, Otsuka K, Ueno T, Yanaga T: The effects of bathing on left ventricular function studied by echocardiography. *Jpn J Med Ultrasonics* 7: 307-312, 1980
- 36) 畑 洋一, 矢永尚士, 市丸雄平, 上野照紀, 横井忠滋: 入浴とリハビリテーション: 心筋梗塞患者における温浴の効果. *治療* 66: 1491-1498, 1984