

肝静脈血流パターンによる
三尖弁閉鎖不全診断の問題
点：超音波パルス・ドプラ
ー法による検討

Tricuspid regurgitation
evaluated by Doppler
hepatic vein flow pat-
terns

吉田 清
吉川 純一
加藤 洋
柳原 皓二
奥町富久丸
小泉 克己
白鳥 健一
浅香 隆久
鈴木 憲治
稲波 宏

Kiyoshi YOSHIDA
Junichi YOSHIKAWA
Hiroshi KATO
Koji YANAGIHARA
Fukumaru OKUMACHI
Katsumi KOIZUMI
Kenichi SHIRATORI
Takahisa ASAKA
Kenji SUZUKI
Hiroshi INANAMI

Summary

Hepatic vein flow can be reliably measured because Doppler sampling volumes are easily oriented parallel with the course of the hepatic vein. In this study, the relationship between the Doppler signal in the hepatic vein and the external jugular vein pulse was evaluated, and the contribution of the Doppler echocardiography to the quantitative diagnosis of tricuspid regurgitation was also assessed.

The subjects consisted of five healthy persons, four patients with lone atrial fibrillation, 27 patients who underwent cardiac surgery, and 34 patients with tricuspid regurgitation. The severity of the regurgitation was judged by right ventriculography and inferior caval angiography.

The pattern of the Doppler hepatic vein flow mimicked that of the jugular phlebogram in each patient. The normal hepatic vein flow consisted of two forward flows toward the heart; one in systole; the other, in diastole, and one retrograde flow toward the liver during atrial contraction. In patients with lone atrial fibrillation, a systolic backward flow toward the liver or a decrease in the systolic forward flow was observed, though there was no tricuspid regurgitation. In patients who had cardiac surgery, a systolic backward flow toward the liver or a decrease in the systolic forward flow was usual. However, a prominent systolic backward flow toward the liver was observed in patients with severe tricuspid regurgitation, and a decreased systolic forward flow toward the heart was observed in patients with moderate tricuspid regurgitation in sinus rhythm.

We concluded that Doppler measurement of hepatic vein flow does not contribute to the diagnosis of tricuspid regurgitation in the presence of atrial fibrillation or in postoperative conditions, but that it is useful in identifying severe tricuspid regurgitation.

神戸市立中央市民病院 循環器センター内科
神戸市中央区港島中町4-6 (〒650)

Department of Cardiology, Kobe General Hospital
Minatojima-nakamachi 4-6, Chuo-ku, Kobe, Japan
650

Received for publication January 12, 1985; accepted January 19, 1985 (Ref. No. 26-48)

Key words

Tricuspid regurgitation

Hepatic vein flow

Pulsed Doppler echocardiography

はじめに

超音波パルス・ドプラー法を用いて、肝静脈血流パターン分析することより、三尖弁閉鎖不全を定性的、定量的に評価する試みがなされている¹⁻⁴⁾。しかしながら、従来の報告は我々の経験とまったく相反するものである。今回の研究の目的は、超音波パルス・ドプラー法による肝静脈血流パターン分析が、三尖弁閉鎖不全の診断上いかなる役割を果たしうるか、またいかなる制限を有しているかを検討することにある。

対象と方法

対象は超音波パルス・ドプラー法により明瞭な肝静脈血流シグナルの得られた70例で、内訳は健常人5例、孤立性心房細動患者4例、開心術後患者27例、三尖弁閉鎖不全を伴った各種心疾患34例である。

三尖弁閉鎖不全症例34例については右室造影、下大静脈造影を施行し、逆流が下大静脈には及ばない軽症群(20例)と、下大静脈まで逆流が認められる重症群(14例)の2群に分類した。

使用した超音波装置は東芝製断層エコー・ドプラー装置SSH-11A・SDS-10Aである。原則として探触子は季肋下に置き、肝静脈が超音波ビームと平行になるように断層面を設定し、軽い呼気止めにてドプラー血流パターンと頸静脈波曲線を同時記録した。さらに、ドプラー検査と同時期に上肢からのコントラストエコー法を行い、肝静脈内での線状コントラストエコーにより血流パターンの分析を試みた。一部の症例では右鎖骨上窩に探触子を置き、上大静脈でのドプラー血流パターンも合わせて観察した。

結 果

1. 健常人での肝静脈血流パターン

健常人の肝静脈ドプラー血流パターンを **Fig. 1** の上段に示す。下段は上肢からのコントラストエコー法と同時記録した頸静脈波曲線である。健常人では前収縮期に右房から遠ざかる血流が認められ、この時期にコントラストエコーが肝静脈内に出現した。右房へ向かう血流は収縮期、拡張期の二峰性であり、流速は収縮期の血流の方が大であった。上大静脈における血流パターン (**Fig. 2**) も肝静脈血流パターンとほぼ同様であった。

2. 孤立性心房細動での肝静脈血流パターン

明確な器質的心疾患を伴わないいわゆる孤立性心房細動例では、右房から遠ざかる前収縮期の血流は消失し、収縮期にわずかに右房から遠ざかる血流が認められる場合 (**Fig. 3A**) と、逆にわずかに右房へ向かう血流が認められる場合 (**Fig. 3B**)、さらには、収縮期に血流が静止していると考えられるもの (**Fig. 3C**) の3つのパターンが得られた。さらに同一症例での連続記録でも、心拍により、これらの種々のパターンを呈するものが認められた。

3. 開心術後における肝静脈血流パターン

開心術後には、右房へ向かう収縮期の血流の流速が減じ、右房へ向かう拡張期の血流よりも遅くなるパターン (**Fig. 4**) か、収縮期に右房から遠ざかる血流パターン (**Fig. 5**) が認められた。**Fig. 6** は心房中隔欠損例の術前の肝静脈血流パターンであるが、収縮期には右房へ向かう血流が認められる。**Fig. 7** は同症例の術後のもので、収縮期には右房から遠ざかる血流パターンが認められている。

4. 三尖弁閉鎖不全における肝静脈血流パターン

1) 心房細動を伴った三尖弁閉鎖不全

重症例では右房から遠ざかる速い血流が収縮期

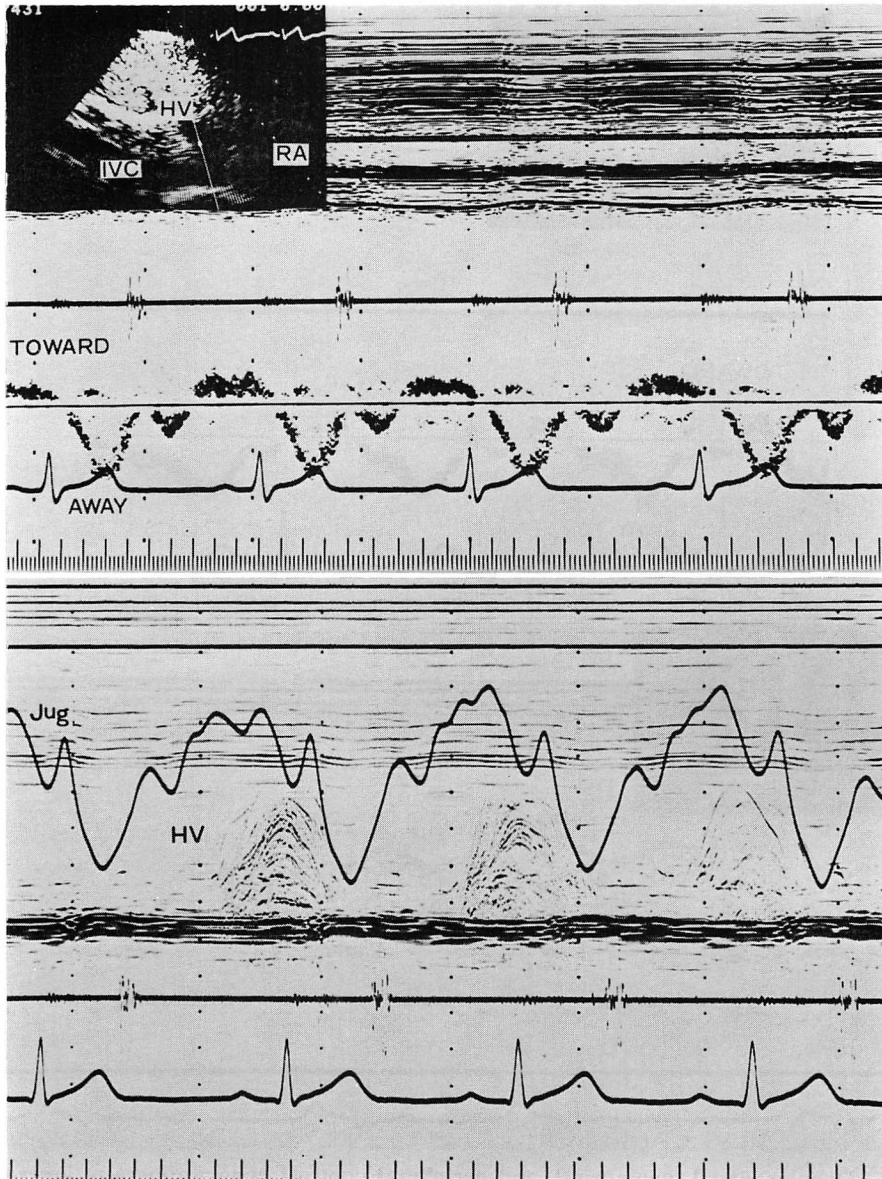


Fig. 1. Doppler signal in the hepatic vein (upper panel) and simultaneous recording of the jugular phlebogram and peripheral contrast echocardiogram at the level of the hepatic vein (lower panel).

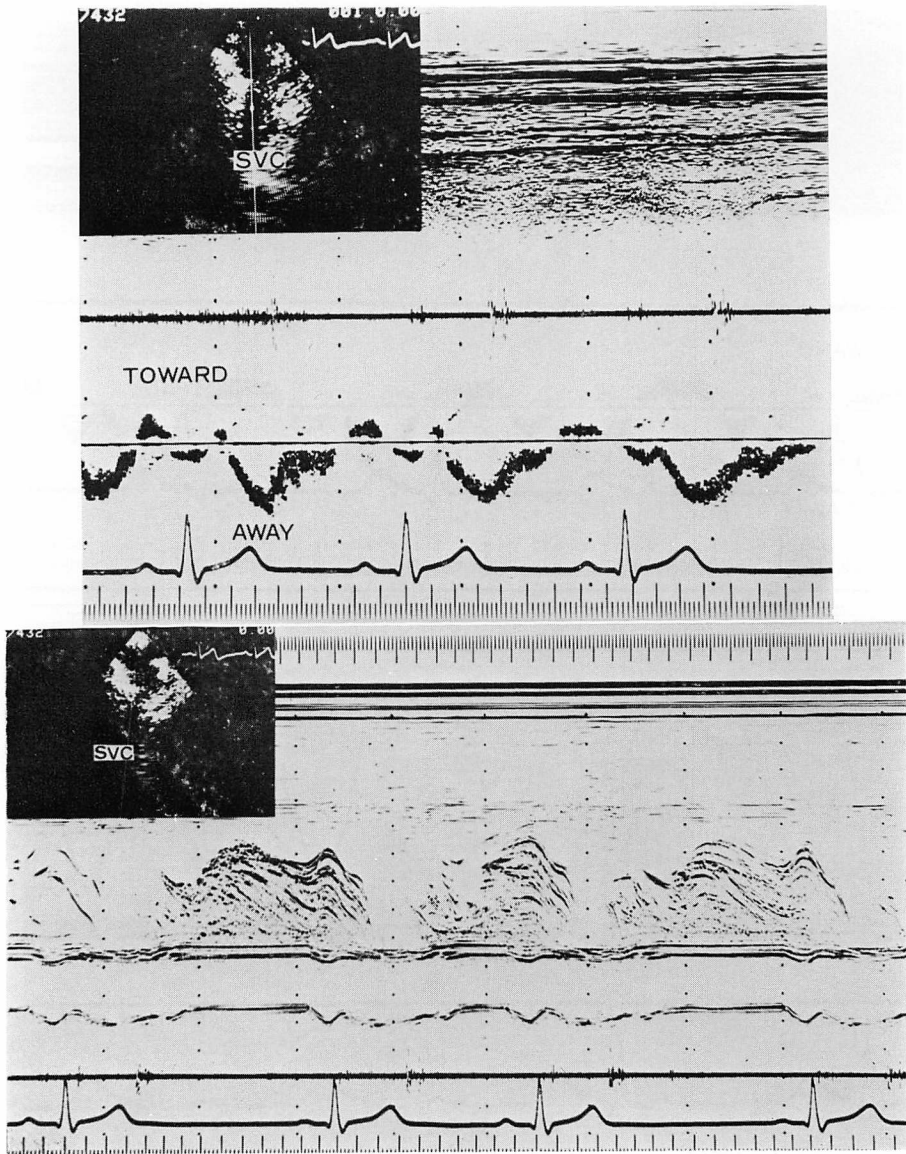


Fig. 2. Doppler signal (upper panel) and peripheral contrast echocardiogram (lower panel) in the superior vena cava.

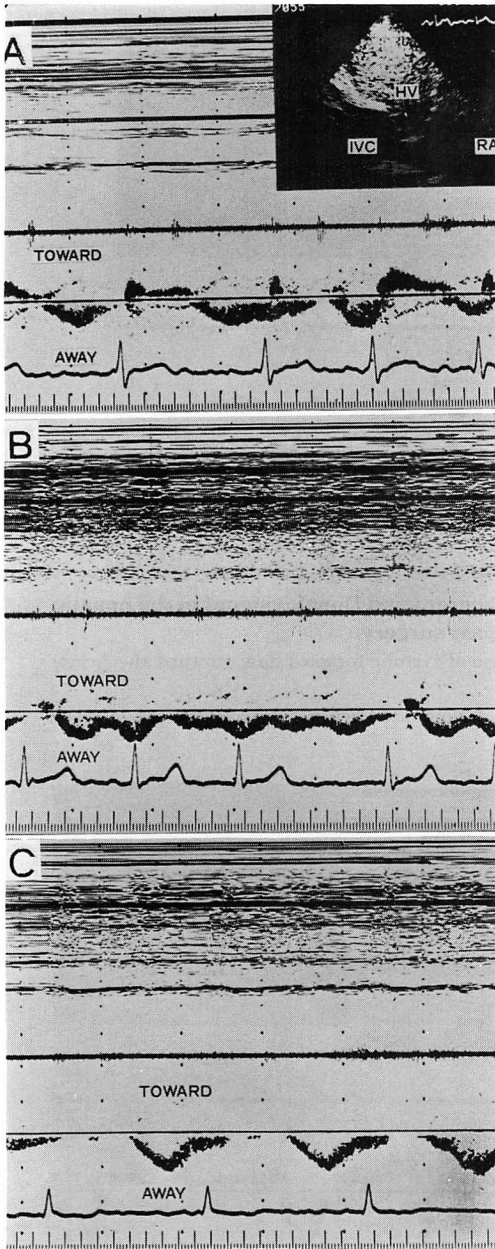


Fig. 3. Various Doppler flow patterns in the hepatic vein of patients with lone atrial fibrillation.

に認められ、その血流のピークは収縮末期にあった。さらにこの血流パターンは、コントラストエ

コー法での線状エコーパターンと一致していた (Fig. 8).

軽症例では収縮期に右房から遠ざかるパターンが認められたが、この血流は遅く、孤立性心房細動における血流パターンとの鑑別は困難であった。

2) 洞調律例での三尖弁閉鎖不全

重症例では右房から遠ざかる速い血流が収縮中期から拡張早期にかけて認められ、流速のピークは収縮末期から拡張早期にあった。心房細動を伴った重症三尖弁閉鎖不全と異なり、収縮早期には右房へ向かう血流が観察された (Fig. 9).

軽症例では、健常者とはほぼ同じ血流パターンを呈するものが多くみられたが、拡張早期にわずかに右房から遠ざかる血流が認められるもの (Fig. 10)、さらに収縮期には血流が停止し、明瞭なドプラーシグナルが得られないもの (Fig. 11) も存在した。

以上述べた肝静脈血流パターンをまとめると Fig. 12 のごとくなった。

5. 頸静脈波曲線と肝静脈血流パターンの関係について

頸静脈波曲線と肝静脈血流パターンは、わずかの時相のずれはあるものの、全例においてきわめて類似していた。したがって、頸静脈波曲線の観察により、肝静脈血流パターンを推定しえた。Fig. 13 にペースメーカー植込み症例の肝静脈血流パターンと頸静脈波曲線を示す。P波とQRS波との関係により、肝静脈血流パターンが種々に変化しており、頸静脈波曲線は肝静脈血流パターンと一致している。

考 按

三尖弁閉鎖不全の診断には右室造影法、色素希釈法⁵⁾、コントラストエコー法⁶⁻¹⁴⁾などが用いられているが、それぞれ問題点を有しており、とくに定量的評価については確立されたものがない。近年、超音波パルス・ドプラー法の進歩により、先天性心疾患における短絡血流の検出や、弁閉鎖

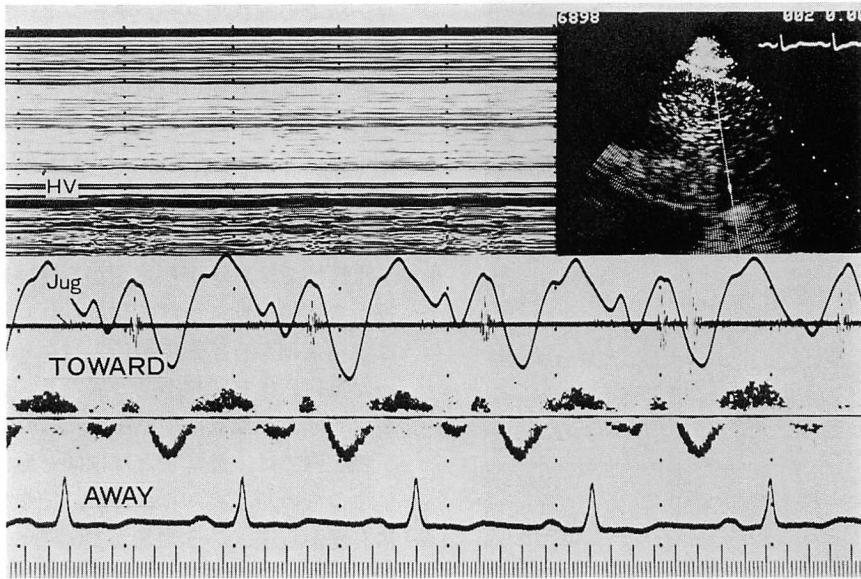


Fig. 4. Simultaneous recording of the jugular phlebogram and Doppler signal in the hepatic vein of a patient who underwent aorto-coronary bypass surgery.

Despite the absence of tricuspid regurgitation, a decrease of systolic forward flow (toward the heart) is observed.

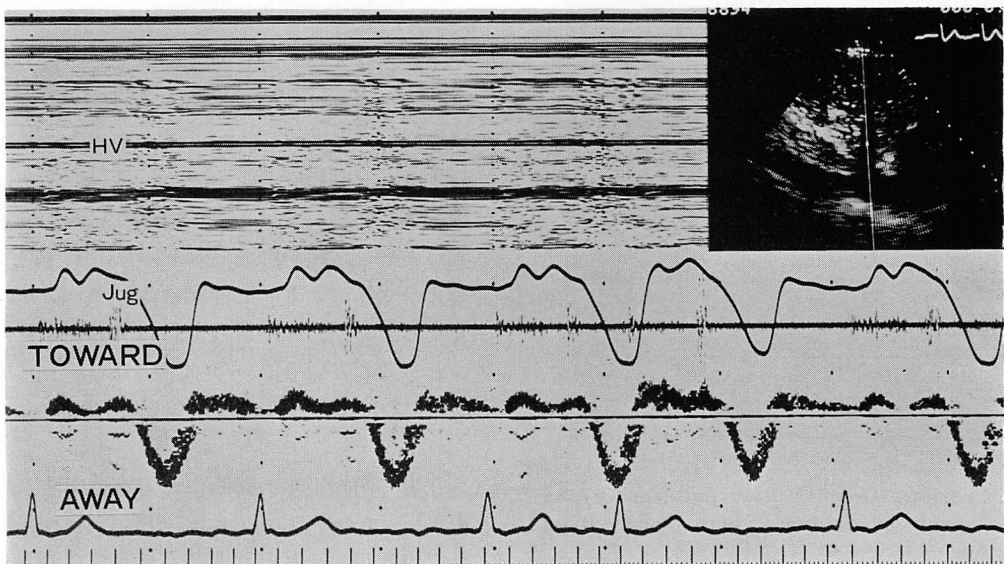


Fig. 5. Simultaneous recording of the jugular phlebogram and Doppler signal in the hepatic vein of a patient who underwent mitral valve replacement.

Mild systolic backward flow (toward the liver) is observed. However, this patient has no tricuspid regurgitation by right ventricular angiography.

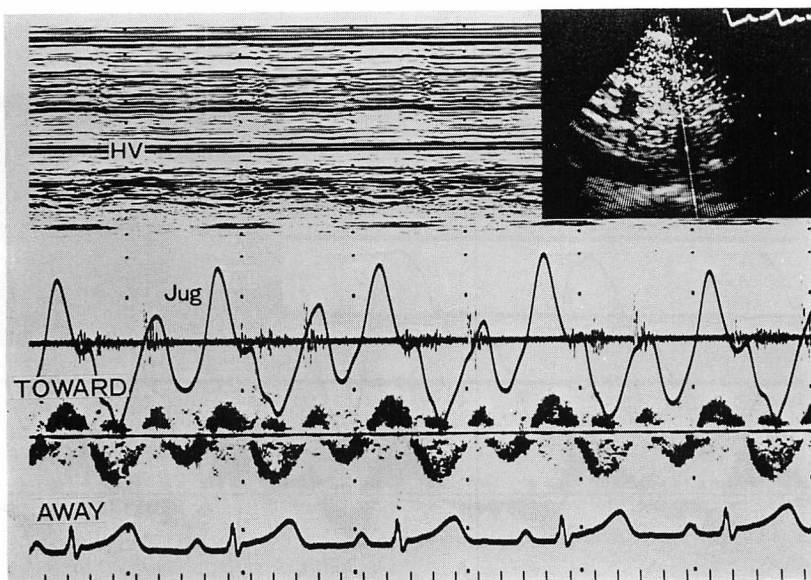


Fig. 6. Simultaneous recording of the jugular phlebogram and Doppler signal in the hepatic vein of a patient with atrial septal defect.

Almost normal hepatic vein flow is observed.

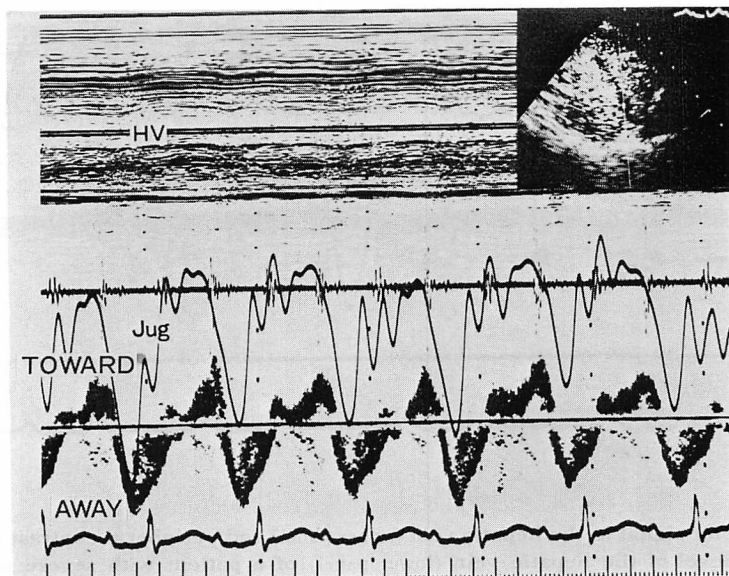


Fig. 7. Simultaneous recording of the jugular phlebogram and Doppler signal in the hepatic vein of a patient who underwent closure of an atrial septal defect.

Systolic backward flow (toward the liver) is observed, though there is no tricuspid regurgitation.

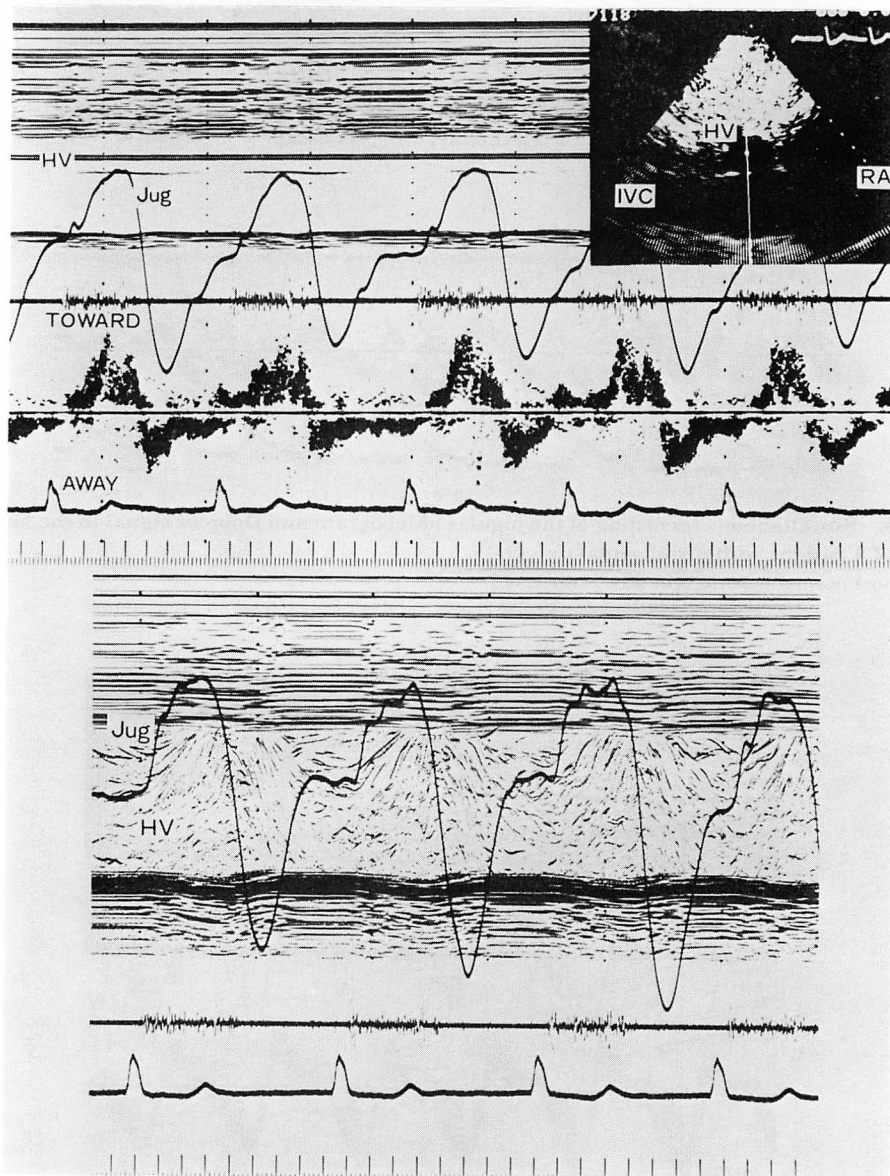


Fig. 8. Doppler signal in the hepatic vein (upper panel) and peripheral contrast echocardiogram at the level of the hepatic vein (lower panel) of a patient with severe tricuspid regurgitation (atrial fibrillation).

Prominent backward flow (toward the liver) is observed in systole.

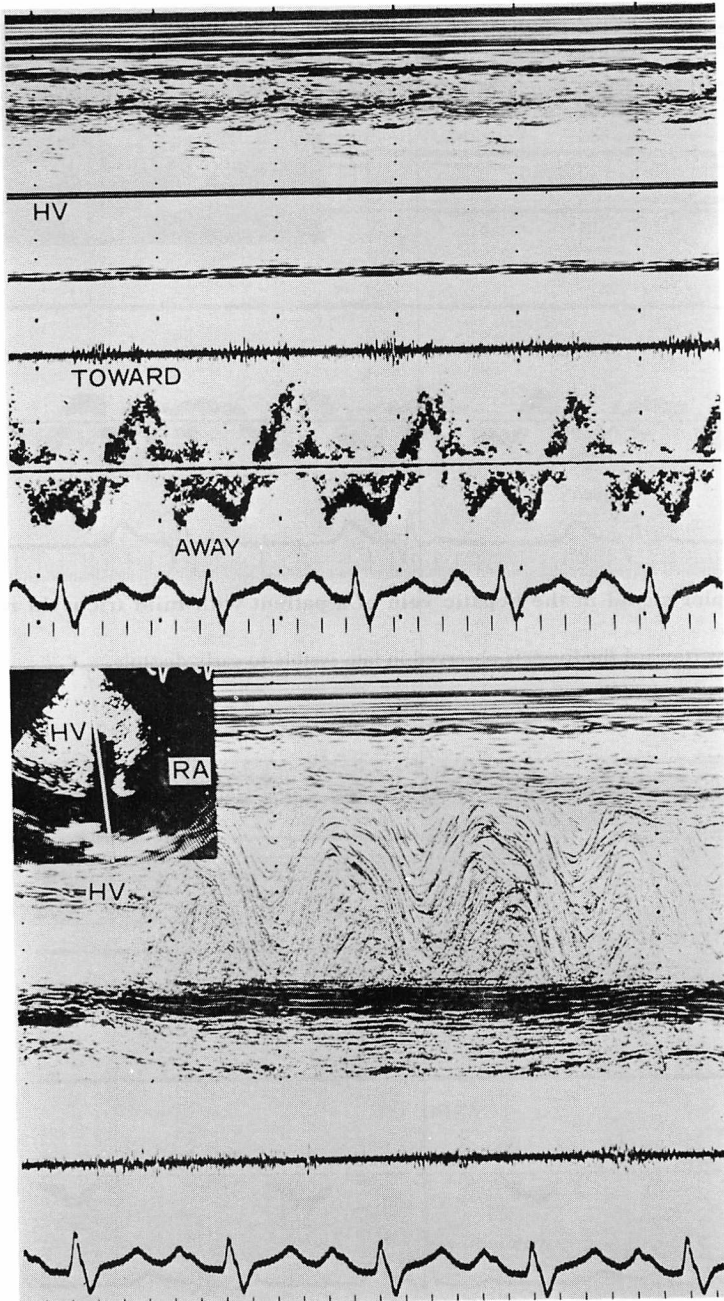


Fig. 9. Doppler signal in the hepatic vein (upper panel) and peripheral contrast echocardiogram at the level of the hepatic vein (lower panel) of a patient with severe tricuspid regurgitation (sinus rhythm).

Prominent backward flow (toward the liver) is observed from late systole to early diastole. The contrast echocardiogram also reveals regurgitant flow in the hepatic vein.

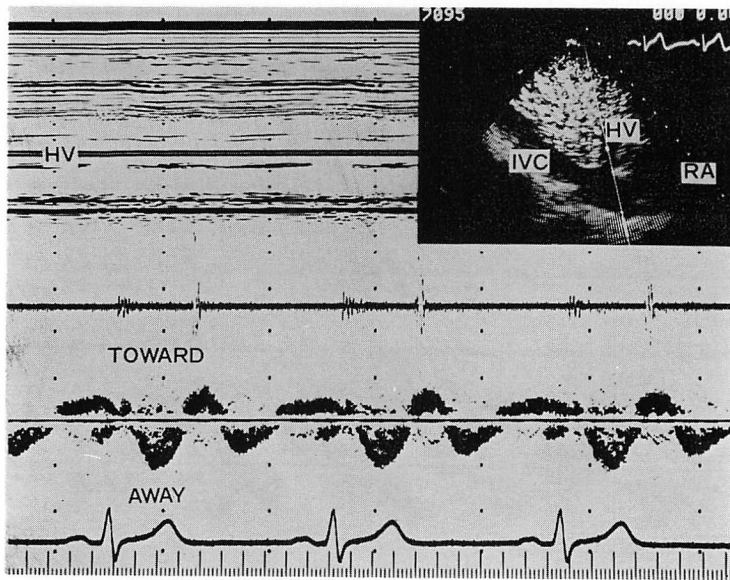


Fig. 10. Doppler signal in the hepatic vein of a patient with mild tricuspid regurgitation (sinus rhythm).

Backward flow (toward the liver) is observed in late systole to early diastole.

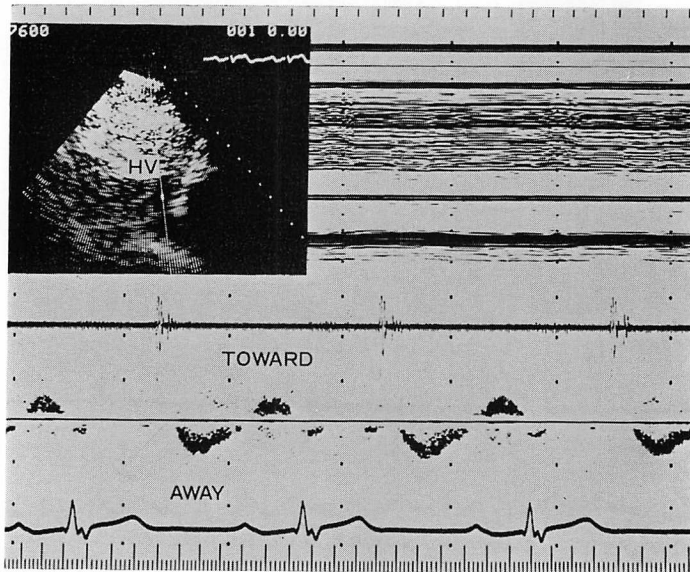


Fig. 11. Doppler signal in the hepatic vein of a patient with mild to moderate tricuspid regurgitation (sinus rhythm).

The abbreviation (disappearance) of systolic forward flow (toward the heart) is noted.

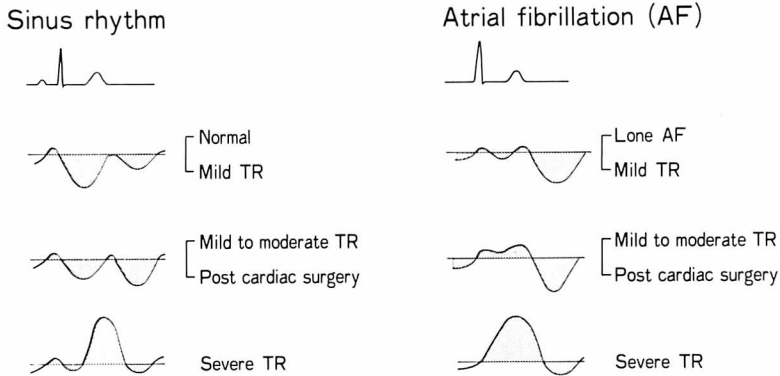


Fig. 12. Schematic representation of Doppler hepatic vein flows in various conditions.

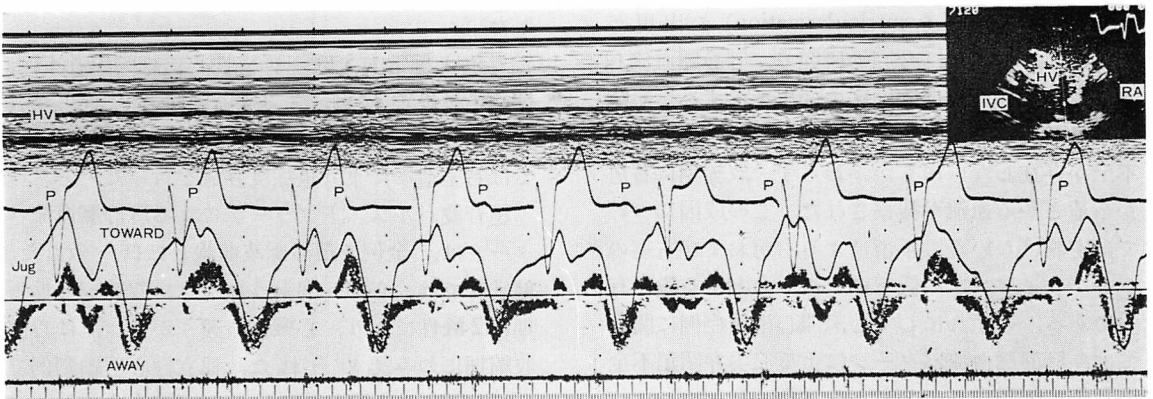


Fig. 13. Simultaneous recording of the jugular phlebogram and Doppler signal in the hepatic vein of a patient with pacemaker rhythm.

The pattern of Doppler hepatic vein flow mimicks that of the jugular phlebogram in each beat.

不全の診断が可能となり、さらにその定量化の試みもなされるようになってきた。三尖弁閉鎖不全の重症度評価については、逆流シグナルを右房内でマッピングする方法^{15,16)}、肝静脈あるいは上大静脈での血流パターンにより重症度評価を行う方法³⁾などが報告されている。

肝静脈内でのドプラー血流パターンについては、収縮期に肝静脈内で右房から遠ざかる血流が認められれば、三尖弁閉鎖不全と診断するとする報告が多い。さらに重症度評価についても、右房から遠ざかる収縮期の血流パターン分析により、可能であるとしている^{1,2)}。しかしながら、今回の

我々の研究では、三尖弁閉鎖不全を合併しない心房細動例でも、右房から遠ざかる収縮期の血流が認められ、軽度の三尖弁閉鎖不全を伴った心房細動例との鑑別は困難であった。さらに、洞調律の軽症三尖弁閉鎖不全例では、肝静脈血流パターンは正常パターンを呈し、肝静脈血流パターンから、洞調律の軽症三尖弁閉鎖不全の診断は困難であった。以上の事実より、軽症三尖弁閉鎖不全での逆流血流は右房内の三尖弁近傍に限局しており、肝静脈血流パターンに影響を与えないものと考えられた。

一方、重症三尖弁閉鎖不全では、洞調律例、心

房細動例とも収縮期に右房から遠ざかる速い血流が認められ, そのピークは収縮末期から拡張早期にあった. この時相の遅れは, 三尖弁を通過した逆流血流が肝静脈に到達するのに時間を要するためと考えられた. とくに, 洞調律例では収縮早期から中期にかけては右房から遠ざかる血流は認められず, 逆に右房に向かう血流が認められ, 三尖弁逆流を反映すると考えられる右房から遠ざかる血流は, 収縮末期から拡張早期にかけて認められた. このように, 重症の三尖弁閉鎖不全においては, 肝静脈1箇所血流パターンを観察することで, その評価が可能であると考えられた.

開心術後には頸静脈波曲線のx谷が浅くなったり, 心室化波形(ventricularization)の出現が知られている¹⁷⁾が, 今回の研究で, 肝静脈血流パターンも頸静脈波曲線同様の変化を示すことが認識された. すなわち, 開心術後には, 三尖弁閉鎖不全が存在しないにもかかわらず, 収縮期に右房から遠ざかる血流が観察された. この成因については定説はないが, 手術による右房および右室のコンプライアンスの低下によるものとする説が有力である. いずれにしても, 開心術後症例に関しては, 肝静脈血流パターンによる三尖弁閉鎖不全の評価は困難であると考えられた.

結 論

1. 肝静脈血流パターンによる三尖弁閉鎖不全の診断は, 重症例では可能であった. 軽症例では, 正常な肝静脈血流パターンを示すものが多かった. これは, 逆流血流が三尖弁近傍の右房内に限局し, 肝静脈まで影響を及ぼさないためと考えられた.
2. 開心術後には, 肝静脈血流パターンにより三尖弁閉鎖不全の評価は困難であった.
3. 肝静脈血流パターンは頸静脈波曲線ときわめて類似していた.

以上より, 肝静脈内の血流は右房の内圧, 容積, 右房および右室のコンプライアンスなどにより規定されるものであり, 三尖弁閉鎖不全の評価

に用いるには, 一定の限界が存在すると結論した.

要 約

超音波パルス・ドプラー法を用いての肝静脈血流パターンを分析する方法は, 超音波ビーム方向と肝静脈の走行がほぼ平行になるため, 肝静脈内の血流の正確な測定を可能にした.

今回の研究の目的は, 超音波パルス・ドプラー法を用いて肝静脈血流パターンを分析する方法により, 三尖弁閉鎖不全の定量的評価が可能かどうかを検討することであった. さらに, 肝静脈血流パターンと頸静脈波曲線との関係も合わせて検討した.

対象は健康人5例, 孤立性心房細動患者4例, 開心術後患者27例, 三尖弁閉鎖不全を伴った各種心疾患34例である. 三尖弁閉鎖不全例については右室造影により重症度評価を行った.

超音波パルス・ドプラー法による肝静脈血流パターンは, 全例で頸静脈波曲線とほぼ一致した. 健康者では, 心臓へ向かう血流は, 収縮期と拡張期の2峰性であり, 心臓から遠ざかる血流は心房収縮期にのみ認められた. 孤立性心房細動例では, 収縮期に心臓へ向かう流れが減少するか, 逆に心臓から遠ざかる血流が認められた. 開心術後患者では, 洞調律でも収縮期の心臓へ向かう血流が減少するか, 逆に心臓から遠ざかる血流が大多数の例で観察された. 重症三尖弁閉鎖不全では, 収縮期に心臓から遠ざかる速い血流パターンが得られた. 洞調律で中等症の三尖弁閉鎖不全では, 収縮期の心臓へ向かう流れが減少した.

以上より, 肝静脈血流パターンにより重症三尖弁閉鎖不全の評価は可能であったが, 開心術後患者や心房細動例での三尖弁閉鎖不全の重症度評価には, 一定の限界が存在すると結論した.

文 献

- 1) 戸出浩之, 遠田栄一, 井田嘉博, 狩野美智子, 磯部光章, 榎田光夫, 小泉克己, 山口 徹, 古田昭一,

- 町井 潔：肝静脈ドプラ血流パターンによる三尖弁閉鎖不全重症度評価の検討。日超医講演論文集 **41**: 747-748, 1982
- 2) Garcia-Dorado D, Falzgraf S, Almazán A, Delcán JL, López-Bescós L, Menarguez L: Diagnosis of functional tricuspid insufficiency by pulsed-wave Doppler ultrasound. *Circulation* **66**: 1315-1321, 1982
 - 3) Sakai K, Nakamura K, Satomi G, Kondo M, Hirosawa K: Evaluation of tricuspid regurgitation by the blood flow pattern in the hepatic vein using a pulsed Doppler technique. *J Cardiography* **13**: 33-43, 1983
 - 4) Pennestri F, Loperfido F, Salvatori MP, Mongiaro R, Ferrazza A, Guccione P, Manzoli U: Assessment of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler ultrasonography of the hepatic veins. *Am J Cardiol* **54**: 363-368, 1984
 - 5) 立木 楷, 宮沢光瑞, 石川欽司, 羽根田 隆, 池田成昭, 白土邦男, 村口 至, 林 健郎, 香取 際: 色素希釈法による三尖弁逆流の定量法について。心臓 **4**: 1297-1306, 1972
 - 6) Lieppe W, Behar US, Scallion R, Kisslo JA: Detection of tricuspid regurgitation with two-dimensional echocardiography and peripheral vein injections. *Circulation* **57**: 128-132, 1978
 - 7) 天野恵子, 坂本二哉, 羽田勝征, 山口経男, 石光敏行, 足立秀樹: コントラストエコー造影法: 弁閉鎖不全への適用。 *J Cardiography* **9**: 697-716, 1979
 - 8) 中村一彦, 黒岩宜親, 片岡 一, 黒岩義文, 福田陽一郎, 古川重治, 宮原健吉, 橋本修治: コントラストエコー法による三尖弁閉鎖不全の診断(三尖弁部位のコントラストエコー法の意義について)。日超医講演論文集 **35**: 79-80, 1979
 - 9) 尾崎正治, 半田洋治, 岡部光久, 内藤秀敏, 部坂浩二, 高橋徹郎, 曾田一也, 大田宜弘: 末梢静脈注入コントラストエコー法による三尖弁閉鎖不全診断の問題点: 健常者における偽陽性例について。 *J Cardiography* **10**: 173-186, 1980
 - 10) Tei C, Shah PM, Ormiston JA: Assessment of tricuspid regurgitation by directional analysis of right atrial systolic linear reflux echoes with contrast M-mode echocardiography. *Am Heart J* **103**: 1025-1030, 1982
 - 11) Meltzer RS, Van Hoogenhuyzen DCA, Serruys PW, Haalebos MMP, Hugenholtz PG, Roelandt J: The diagnosis of tricuspid regurgitation by contrast echocardiography. *Circulation* **63**: 1093-1099, 1981
 - 12) Wise NK, Myers S, Fraker TD, Stewart JA, Kisslo JA: Contrast M-mode ultrasonography of inferior vena cava. *Circulation* **63**: 110-1103, 1981
 - 13) Meltzer RS, McGhie J, Roelandt J: Inferior vena cava echocardiography. *J Clin Ultrasound* **10**: 47-51, 1982
 - 14) 吉田 清, 吉川純一, 加藤 洋, 柳原皓二, 奥町富久丸, 小泉克己, 白鳥健一, 浅香隆久, 稲波 宏: コントラストエコー法による三尖弁閉鎖不全の重症度評価の問題点。日超医講演論文集 **42**: 125-126, 1981
 - 15) 岡本光師, 宮武邦夫, 木下直和, 榊原 博, 川副浩平, 藤田 毅, 太田光重, 小塚隆弘, 仁村泰治超音波パルスドプラ法による三尖弁閉鎖不全の非襲的逆流程度評価。 *J Cardiography* **11**: 727-740, 1981
 - 16) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* **66**: 777-784, 1982
 - 17) Matsuhisa M, Ohki T, Niki Y, Taniguchi T, Niki T, Mori H, Sawada S: Abnormal interventricular septal motion after heart surgery: A comparative study with jugular pulse tracing. *J Cardiography* **6**: 691-704, 1976