

慢性心不全患者の急性増悪期の下
大静脈径計測の臨床的意義

**Clinical Significance of Measuring
Inferior Vena Cava Dimension in
Patients With Acute Exacerbation
of Chronic Heart Failure**

佐々木達哉
久保 隆史*
宮本 哲也*
駒村 和雄*
本多賀津雄
宮武 邦夫*

Tatsuya SASAKI, MD
Takashi KUBO, MD*
Tetsuya MIYAMOTO, MD*
Kazuo KOMAMURA, MD*
Katsuo HONDA, MD
Kunio MIYATAKE, MD, FJCC

Abstract

Objectives. This study determined the clinical significance of measuring the inferior vena cava dimension in patients with heart failure.

Methods. The subjects were 373 patients admitted due to acute exacerbation of chronic heart failure. The relationships were examined between inferior vena cava dimension in the end-expiratory phase on admission and in the stable state and etiology of heart failure, age, New York Heart Association (NYHA) functional classification in the stable state (before exacerbation), body weight, grade of tricuspid regurgitation, left ventricular end-diastolic dimension and left ventricular ejection fraction measured by two-dimensional echocardiography in the stable state and on admission, severity of lung congestion (Killip's classification) on admission, and clinical course during treatment.

Results. The inferior vena cava dimension was not correlated with etiology, age, NYHA functional classification, body weight, left ventricular end-diastolic dimension or left ventricular ejection fraction, but was correlated with the grade of tricuspid regurgitation ($r = 0.78, p < 0.0001$ in the stable state, $r = 0.60, p < 0.0001$ and on admission). The severity of lung congestion did not correlate with inferior vena cava dimension on admission or the increase in inferior vena cava dimension. The increase in body weight on admission was correlated with the increase in inferior vena cava dimension ($r = 0.83, p < 0.0001$), but did not correlate with inferior vena cava dimension on admission. Tricuspid regurgitation grade and inferior vena cava dimension were restored to the stable state when body weight reached stable state after treatment in patients ($n = 202$) with inferior vena cava dimension increased by over 5 mm on admission.

Conclusions. Inferior vena cava dimension in patients with heart failure is correlated with the tricuspid regurgitation grade in the stable state and at acute exacerbation. The increase in inferior vena cava dimension between stable and exacerbated states, but not the actual value, is clinically useful to evaluate patients with acute exacerbation of chronic heart failure.

J Cardiol 2001; 37(6): 309-313

Key Words

Heart failure Ultrasonic diagnosis (inferior vena cava)
Tricuspid regurgitation

大阪厚生年金病院 循環器科: 〒553-0003 大阪市福島区福島4-2-78; *国立循環器病センター 内科心臓血管部門, 大阪
Division of Cardiology, Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Osaka Kosei-nenkin Hospital; * Division of Cardiology,
Department of Internal Medicine, National Cardiovascular Center, Osaka

Address for correspondence: SASAKI T, MD, Division of Cardiology, Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Osaka
Kosei-nenkin Hospital, Fukushima 4-2-78, Fukushima-ku, Osaka 553-0003

Manuscript received January 5, 2001; revised February 26, 2001; accepted March 22, 2001

はじめに

下大静脈径は血管内水分貯留の評価の指標の一つである¹⁾。一方、心不全患者、とくにその急性増悪期の病態評価と治療法選択には、血管内水分貯留の評価およびその適切な是正が重要である。しかし、心不全患者の急性増悪期における下大静脈径の臨床的意義に関しては、いまだ報告されていない。本研究はこのような急性増悪患者の病態評価における下大静脈径計測の臨床的意義を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

対象は1991年1月-1996年12月の6年間に、国立循環器病センター内科緊急病棟に慢性心不全の急性増悪で緊急入院した373例である。対象患者の慢性安定期(急性増悪前)と緊急入院時の下大静脈径(mm)が、基礎心疾患、年齢、慢性安定期のNew York Heart Association(NYHA)機能分類、下大静脈径計測時の体重(kg)、心カラードップラー法による三尖弁逆流の程度、二次元心エコー図法による左室拡張末期径(mm)および左室駆出率(%),入院時の肺うっ血の程度(Killip分類に準じて評価)、治療経過と関連するか否かを後ろ向きに検討した。ただし、基礎心疾患が原発性肺高血圧症、肺性心などの右心不全単独の例ないし先天性心疾患例、および心不全の増悪が明らかな虚血、貧血、脱水、急性腎不全、急性肺梗塞による例は除外した。

下大静脈径の計測に際しては、エコー探触子を肋骨弓下に体幹と平行に当て、臥位で呼気終末時に下大静脈が右房に移行する2cm手前で、その最大直径(mm)を計測した²⁾。なお、計測の時相はA、V波の干渉を避けるために心電図のP波の直前で行い、心房細動例は心電図のQRS波の直前で行った。

三尖弁逆流の程度の評価は過去の報告³⁾に従って4段階法で評価した。

左室拡張末期径および左室駆出率は過去の報告⁴⁾に従って計測した。

各因子の相関関係は対応のないt検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

結 果

対象患者は弁膜症92例、陳旧性心筋梗塞95例、左

Table 1 Parameters of the patients in the stable state and on admission

	Stable state	On admission
IVCD(mm)	13.5 ± 3.5	21.4 ± 3.6
IVCD(mm)	-	7.4 ± 2.5
TR grade	1.5 ± 0.9	2.8 ± 0.3
TR grade	-	1.4 ± 0.9
BW(kg)	-	8.5 ± 3.5

Values are mean ± SD.

IVCD = inferior vena cava dimension; IVCD = increase in IVCD; TR = tricuspid regurgitation; TR = increase in TR; BW = increase in body weight.

室肥大性疾患89例、拡張型心筋症97例の計373例であった。対象患者の慢性安定期と入院時の下大静脈径、三尖弁逆流の程度、入院時の下大静脈径、三尖弁逆流の程度および体重の増加の程度(それぞれ下大静脈径増加値、三尖弁逆流増加値、体重増加値)をTable 1に示す。

下大静脈径は年齢、慢性安定期のNYHA機能分類と相関せず、また計測時の体重、左室拡張末期径、左室駆出率と相関しなかった。しかし、下大静脈径は計測時の三尖弁逆流の程度と相関した(慢性安定期: $r = 0.78$, $p < 0.0001$, 入院時: $r = 0.60$, $p < 0.0001$; Fig. 1)。

入院時の下大静脈径絶対値および下大静脈径増加値は入院時のKillip分類による肺うっ血の程度および体重増加値と相関しなかったが、下大静脈径増加値は、基礎心疾患間で差はなく(Table 2)、かつ体重増加値と相関した($r = 0.83$, $p < 0.0001$; Fig. 2)。

入院時に下大静脈径が慢性安定期に比べて5mm以上増加していた202例では、治療後に下大静脈径が慢性安定期のそれに復した時点で(6.3 ± 4.3 病日)、三尖弁逆流の程度および体重も慢性安定期のそれらの値に復した(Fig. 3)。

考 察

本研究では、心不全患者の下大静脈径は心不全の慢性安定期および急性増悪期ともにその時点での三尖弁逆流の程度と良好に相関し、急性増悪期には治療に伴う下大静脈径の推移が心不全の改善状況をよく反映することを示した。

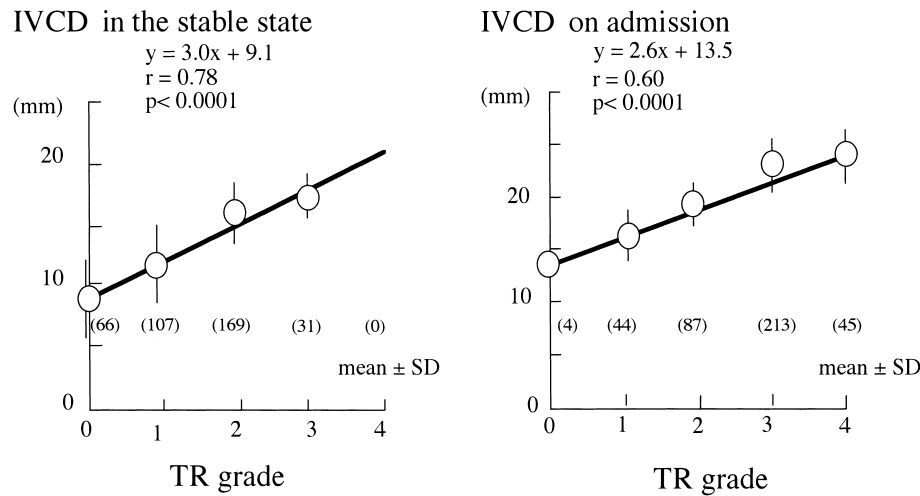


Fig. 1 Correlation between inferior vena cava dimension and tricuspid regurgitation grade in the stable state (left) and on admission (right)
 (): Represents the number of the patients in each grade of tricuspid regurgitation.
 Abbreviations as in Table 1.

Table 2 Inferior vena cava dimension in the stable state and on admission

	<i>n</i>	IVCD in the stable state (mm)	IVCD on admission (mm)	IVCD (mm)
Valvular heart disease	92	15.9 ± 2.3*	22.4 ± 3.0*	6.3 ± 2.5
Hypertrophic heart disease	89	11.8 ± 3.6	18.8 ± 3.5	7.0 ± 2.7
Ischemic heart disease	95	12.0 ± 2.9	18.6 ± 3.7	6.6 ± 2.6
Dilated cardiomyopathy	97	13.6 ± 3.2#	20.4 ± 3.4#	6.8 ± 3.2

Values are mean ± SD. **p* < 0.001 vs hypertrophic heart disease, ischemic heart disease and dilated cardiomyopathy. #*p* < 0.001 vs hypertrophic heart disease, ischemic heart disease.
 Abbreviations as in Table 1.

一般に心不全患者における下大動脈の径，呼吸性変動の程度などの観察は，右房圧⁵⁻⁷⁾，右心機能^{2,8)}および循環血液量^{9,10)}の評価に重要であり，その最大呼気時の径は臥位で約 10 - 20mm が欧米の健常者の正常範囲であるとされている^{5,11)}。しかし，この値は我が国の慢性心不全患者の下大静脈径の値を評価するに際して，必ずしも基準となる値ではないと考えられる。すなわち，下大静脈径は体格によって異なると考えられ，欧米人に比べて体格の劣る日本人では下大静脈径の正常範囲がより小さい値である可能性が高いと考えられる。さらに，下大静脈径は循環血液量に依存するので^{9,10)}，利尿薬などの慢性心不全治療による循環血液量の減少により下大静脈径は小さくなると考えられ，慢性心不全患者の慢性安定期の下大静脈径は健常者のそれよりもさらに小さいことが予想される^{2,5)}。したがって，我が国の慢性心不全患者の下大静脈径の値を

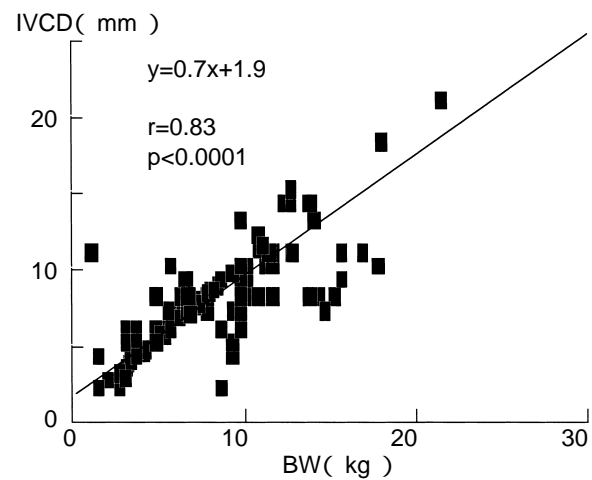


Fig. 2 Correlation between increase in inferior vena cava dimension and in body weight on admission compared to the stable state
 Abbreviations as in Table 1.

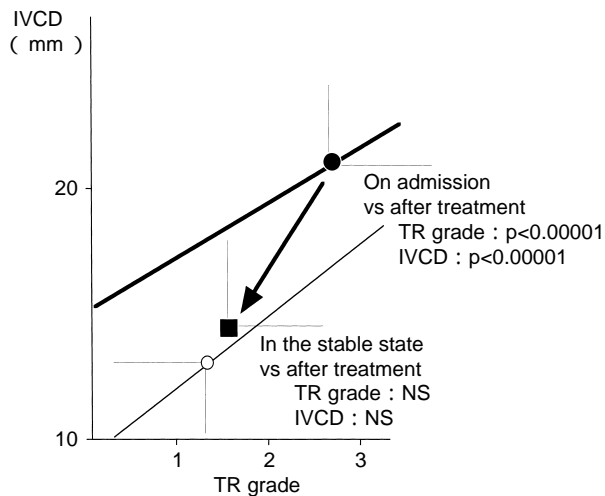


Fig. 3 Changes of the relationship between inferior vena cava dimension and tricuspid regurgitation grade before and after treatment

○ : On admission (before treatment) □ : After treatment.
 ● : In the stable state.
 Correlation lines (solid line: on admission, dotted line: in the stable state) are the same as those shown in Fig. 1.
 Abbreviations as in Table 1.

評価する際の基準値は上記の10-20mmよりも小さな値であると考えられる。本研究では、慢性心不全患者373例の慢性安定期の下大静脈径の平均値は 13.5 ± 3.5 mmであったが、慢性心不全患者の下大静脈径は三尖弁逆流の程度と相関し、三尖弁逆流の程度が増大するほど慢性安定期の下大静脈径は増大した(Fig. 1-左)。したがって、下大静脈径により血管内水分貯留の程度を判断する際に、患者の三尖弁逆流の程度を考慮する必要があると考えられた。このことは心不全増悪期に水分貯留の程度を下大静脈径で判断する際に留意すべきであると考えられる。例えば、Fig. 1によると、症状安定時に三尖弁逆流が3度の心不全患者の下大静脈径が 17.1 ± 1.1 mmであり、症状安定時に三尖弁逆流がない心不全患者の下大静脈径は 8.7 ± 2.3 mmであるので、急性増悪期に下大静脈径が15mmであれば、前者では慢性安定期に比べて血管内脱水、後者では慢性安定期に比べて血管内水分貯留状態であることが示唆される。

Fig. 1において、ある下大静脈径の値に対応する三尖弁逆流の程度が、慢性安定期に比べて急性増悪期には軽度であった。例えば、下大静脈径が17mmに対応する三尖弁逆流の程度は、Fig. 1-左ではおおむね3度

であったが、Fig. 1-右ではおおむね2度であった。その理由に関しては以下のように考察した。

カラードップラー法による三尖弁逆流の重症度評価は、逆流の到達距離による判定法が汎用されている³⁾。しかし、水分貯留によって右房圧が上昇しているような心不全増悪期には、カラードップラー法による三尖弁逆流ジェットの到達距離が実際より短く観察される。したがって、水分貯留によって右房圧がより上昇しているような心不全急性増悪期には、三尖弁逆流の程度が過小評価される可能性がある。しかし、本研究では右房圧を評価していないことにより、本研究の結果のみではその理由の考察は推論の域を出ない。

一方、本研究から、慢性心不全の急性増悪期に下大静脈径の推移から判断して血管内水分貯留があると判断された患者については、治療により下大静脈径が慢性安定期のそれに改善したときに水分貯留が解除されたと判断できた。また下大静脈径増加値と体重増加値が相関したことから(Fig. 2)、慢性安定期と急性増悪期の下大静脈径を計測すれば、患者の病状などにより慢性安定期ないし急性増悪期の体重が不明であっても、急性増悪期の体重から除水によって、どれだけ減量すれば慢性安定期の体水分量まで回復するかを予測することが可能となる。例えば、ある患者の下大静脈径増加値が10mmであれば、Fig. 2から体重増加値が11.6kgと予想され、その患者の心不全病態を修飾する新たな心筋虚血や新たな器質的弁機能不全などを発症していない限り、その患者の心不全増悪の治療に必要な除水の目標値は11.6lと推定される。したがって、本研究により、慢性安定期および急性増悪期の下大静脈径を計測することにより、心不全急性増悪患者の血管内水分貯留の程度を判定しうるのみならず、除水必要量をも推定することが可能であると考えられた。

本研究の限界と問題点

下大静脈径計測値は呼気の止め方により、空腹時か満腹時かという計測の時刻により誤差が生じやすい。本研究は下大静脈径計測値を後ろ向きに検討したものであるため、下大静脈径の計測に際してそれらの点が画一化されていない可能性がある。また、本研究での下大静脈径計測は日常ルーチン検査による結果であり、検者間および検者内の誤差については検討されていない。

一般に、右房圧や血液量の指標としては単なる下大静脈の最大径よりも下大静脈の呼吸性変動の程度の評価が重要であるとされている^{1,2)}。今後、本論文と同

様な病態での下大静脈の呼吸性変動について検討し、下大静脈径の計測との臨床上的有用性を比較検討する必要があると考えられる。

要 約

目 的: 慢性心不全の急性増悪患者の下大静脈径が心不全のいかなる病態を反映するかを検討する。

方 法: 慢性心不全の急性増悪により緊急入院した373例を対象に、心エコー図法による呼気終末時の下大静脈径(mm)が、基礎心疾患、年齢、New York Heart Association(NYHA)機能分類、慢性安定期および入院時の体重、心カラードップラー法による三尖弁逆流の程度、心エコー図法による左室拡張末期径および左室駆出率、入院時の肺うっ血の程度(Killip分類に準じて評価)、治療経過と関連するか否かを検討した。

結 果: 慢性安定期および入院時とも、下大静脈径は基礎心疾患、年齢、NYHA機能分類、体重、左室拡張末期径、左室駆出率と相関せず、三尖弁逆流の程度と相関した(慢性安定期: $r = 0.78$, $p < 0.0001$; 入院時: $r = 0.60$, $p < 0.0001$)。入院時の下大静脈径および慢性安定期に比べた入院時の下大静脈径の増加の程度は、入院時の肺うっ血の程度と相関しなかった。入院時の体重の増加の程度は、入院時の下大静脈径の絶対値とは相関せず、慢性安定期に比べた入院時の下大静脈径の増加の程度と相関した($r = 0.83$, $p < 0.0001$)。入院時に下大静脈径が慢性安定期に比べて5mm以上増加していた202例では、治療後に体重が慢性安定期のそれに復した時点で、三尖弁逆流の程度および下大静脈径も慢性安定期のそれらの値に復した。

結 論: 心不全患者の下大静脈径は慢性安定期、急性増悪期とも三尖弁逆流の程度と相関して、急性増悪期にはその絶対値よりも慢性安定期と比べた変化度が臨床的に重要であると考えられた。

J Cardiol 2001; 37(6): 309 - 313

文 献

- 1) Duvekot JJ, Cheriex EC, Tan WD, Heidendal GAK, Peeters LLH: Measurement of anterior-posterior diameter of inferior vena cava by ultrasonography: A new non-invasive method to assess acute changes in vascular filling state. *Cardiovasc Res* 1994; **28**: 1269 - 1272
- 2) Moreno FLL, Hagan AD, Holmen JR, Pryor TA, Strickland RD, Castle CH: Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *Am J Cardiol* 1984; **53**: 579 - 585
- 3) Miyatake K, Okamoto N, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1982; **66**: 777 - 784
- 4) Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A: Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: Results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; **58**: 1072 - 1083
- 5) Nakao S, Come PC, McKay RG, Ransil BJ: Effects of positional changes on inferior vena caval size and dynamics and correlations with right-sided cardiac pressure. *Am J Cardiol* 1987; **59**: 125 - 132
- 6) Kircher BJ, Homelman RB, Schiller NB: Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol* 1990; **66**: 493 - 496
- 7) Ommen SR, Nishimura RA, Hurrell DG, Klarich KW: Assessment of right atrial pressure with 2-dimensional and Doppler echocardiography: A simultaneous catheterization and echocardiographic study. *Mayo Clin Proc* 2000; **75**: 24 - 29
- 8) Mintz GS, Kotler MN, Parry WR, Iskandrian AS, Kane SA: Real-time inferior vena cava ultrasonography: Normal and abnormal findings and its use in assessing right-heart function. *Circulation* 1981; **64**: 1018 - 1025
- 9) Cheriex EC, Leunissen KML, Janssen JHA, Mooy JMV, van Hooff JP: Echography of the inferior vena cava is a simple and reliable tool for estimation of 'dry weight' in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1989; **4**: 563 - 568
- 10) Kusaba T, Yamaguchi K, Oda H: Echography of the inferior vena cava for estimating fluid removal from patients undergoing hemodialysis. *Jpn J Nephrol* 1996; **38**: 119 - 123
- 11) Rein AJJT, Lewis N, Forst L, Gotsman MS, Lewis BS: Echocardiography of the inferior vena cava in healthy subjects and in patients with cardiac disease. *Isr J Med Sci* 1982; **18**: 581 - 585