

# ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỔI CHỨC NĂNG THẤT PHẢI BẰNG CHỈ SỐ TEI Ở BỆNH NHÂN THÔNG LIÊN NHĨ KIỂU LỖ THỨ HAI

Nguyễn Tuấn Hải\*

Trương Thanh Hương\*, Nguyễn Lâm Việt\*

## TÓM TẮT

**Mục tiêu:** (1) Đánh giá biến đổi chỉ số Tei thất phải ở bệnh nhân TLN lỗ thứ hai, (2) Tìm hiểu mối tương quan giữa chỉ số Tei và áp lực động mạch phổi đo trên siêu âm và trên thông tim. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** 36 bệnh nhân TLN lỗ thứ hai có chỉ định đóng lỗ thông và 30 người bình thường được làm siêu âm Doppler tim đo chỉ số Tei thất phải. **Kết quả:** Chỉ số Tei thất phải ở bệnh nhân TLN lỗ thứ hai cao hơn rõ rệt so với người bình thường ( $0,30 \pm 0,04$  so với  $0,21 \pm 0,02$ ,  $p < 0,05$ ). Có mối tương quan tuyến tính chặt chẽ giữa chỉ số Tei thất phải, đặc biệt là thời gian giãn đồng thể tích, với áp lực thất phải tâm thu, và áp lực động mạch phổi tâm thu đo trên siêu âm Doppler và thông tim. **Kết luận:** Chỉ số Tei thất phải là thông số có ý nghĩa đánh giá rối loạn chức năng thất phải toàn bộ ở bệnh nhân thông liên nhĩ lỗ thứ hai.

**Từ khóa:** Chức năng thất phải, chỉ số Tei thất phải, siêu âm Doppler, thông liên nhĩ.

## SUMMARY

**Value of Tei index for assessing right ventricular function in patients with ostium secundum atrial septal defect**

Prospective assesment of a nongeometric Doppler – derived index of combined systolic and diastolic ventricular function was performed in 36 patients with ostium secundum atrial septal defect (ASD) and 30 age – matched healthy subjects. Tei index was defined as the sum of isovolumetric contraction time and isovolumetric relaxation time divided by ejection time and was measured from conventional right ventricular (RV) outflow and inflow Doppler velocity profiles.

The study showed:

- The RV Tei index was significantly

greater in patients with ostium secundum ASD compared to healthy subjects. ( $0,30 \pm 0,04$  vs  $0,21 \pm 0,02$ ,  $p < 0,05$ ).

- The RV Tei index was significantly related to systolic pulmonary artery pressure measured with Doppler and to systolic right ventricular pressure, systolic pulmonary pressure measured with hemodynamic method.

The Tei index is a feasible approach to use when assessing global RV function in patients with ostium secundum ASD.

**Key words:** right ventricular function, Tei index, Doppler echocardiography, atrial septal defect.

## I- ĐẶT VẤN ĐỀ

Tâm thất phải và chức năng thất phải trong các bệnh tim mắc phải, cũng như bệnh tim bẩm sinh hiện đang là vấn đề thu hút được sự quan tâm của nhiều thầy thuốc lâm sàng. Tuy nhiên, hình thái giải phẫu phức tạp cũng như đặc điểm đổ đầy thất thay đổi theo hô hấp là những trở ngại chính trong đánh giá chức năng thất phải [7].

Thông liên nhĩ (TLN) là một trong những bệnh tim bẩm sinh thường gặp nhất, chiếm gần 10% các dị tật bẩm sinh ở trẻ sơ sinh và khoảng 30% đối tượng người lớn bị TBS. Đây cũng là một bệnh có ảnh hưởng lên chức năng thất phải khá rõ rệt.

Năm 1996, C. Tei và cộng sự đã công bố một chỉ số siêu âm Doppler tim mới gọi tắt là *Chỉ số Tei* (hay *Chỉ số chức năng cơ tim*) để đánh giá phối hợp cả chức năng tâm thu và chức năng tâm trương của tâm thất. Chỉ số này được tính bằng tổng thời gian co đồng thể tích và thời gian giãn đồng thể tích, chia

\*Viện Tim mạch Việt Nam

cho thời gian tổng máu, do vậy không phụ thuộc vào dạng hình học của tâm thất và độc lập với tần số tim, cũng như với huyết áp [5, 7].

Chỉ số Tei thất phải là một thông số phản ánh đồng thời cả chức năng tâm thu và chức năng tâm trương thất phải khá chính xác, có thể thăm dò nhiều lần và thực hiện ngay tại giường bệnh, kỹ thuật không quá phức tạp. Vì vậy, chúng tôi thực hiện đề tài nhằm những mục tiêu sau:

1. *Tìm hiểu biến đổi chức năng thất phải ở bệnh nhân thông liên nhĩ kiểu lỗ thứ hai qua đánh giá chỉ số Tei thất phải.*

2. *Tìm hiểu mối tương quan giữa chỉ số Tei thất phải ở bệnh nhân thông liên nhĩ kiểu lỗ thứ hai với áp lực động mạch phổi, áp lực thất phải đo trên siêu âm Doppler tim và qua thông tim thăm dò huyết động.*

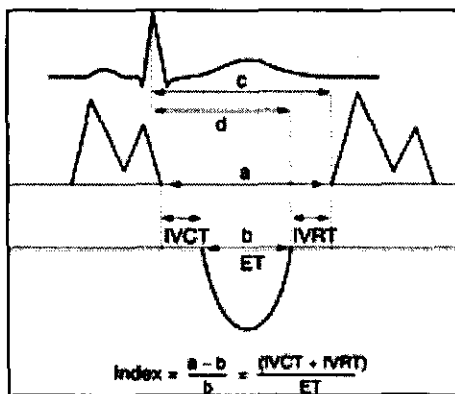
## II- ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

• 1. **Đối tượng nghiên cứu:** 36 bệnh nhân thông liên nhĩ lỗ thứ hai có chỉ định đóng lỗ TLN bằng dụng cụ hoặc phẫu thuật, và nhóm chứng là 30 người tình nguyện không có bệnh tim mạch thực tổn, tương đương với

nhóm bệnh về tuổi, giới, cân nặng, chiều cao. Bệnh nhân được chọn vào nghiên cứu theo trình tự thời gian từ tháng 11/2005 đến tháng 2/2006. Tiêu chuẩn loại trừ là TLN kèm theo các dị tật bẩm sinh và/hoặc mắc phải khác ở trong/ngoài tim, hoặc TLN kèm theo các rối loạn nhịp tim.

2. **Phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu tiến cứu, cắt ngang, mô tả. Tất cả các bệnh nhân đều được hỏi bệnh, khám lâm sàng tỷ mỉ, làm bệnh án theo mẫu, làm điện tâm đồ, siêu âm Doppler tim qua thành ngực và/hoặc qua thực quản chẩn đoán xác định TLN, thông tim thăm dò huyết động.

Siêu âm Doppler tim đo chỉ số Tei thất phải: Được tiến hành tại Phòng siêu âm, Viện Tim mạch quốc gia, trên máy siêu âm hiệu ALOCA 5000 với hai loại đầu dò 3,5 MHz và 5 MHz. Máy có bộ phận in ảnh trên giấy ảnh và ghi băng video. Chỉ số Tei thất phải được đo bằng siêu âm Doppler xung dựa vào dòng chảy qua van ba lá và van động mạch phổi. Các số liệu được đo từ 3 – 5 lần liên tiếp rồi lấy giá trị trung bình.



**Hình 1:** Minh họa cách đo chỉ số Tei thất phải trên siêu âm Doppler xung (IVCT: thời gian co đồng thể tích, IVRT: thời gian giãn đồng thể tích, ET: thời gian tổng máu)

3. **Xử lý số liệu:** Số liệu được thu thập và xử lý bằng các phần mềm thống kê y học SPSS 13.00 và EPI INFO 6.04 trên máy tính. Kết quả được thể hiện dưới dạng bảng hoặc đồ thị thống kê thích hợp, dưới dạng giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn. Sử dụng hệ số tương quan r để đánh giá tương quan tuyến tính giữa hai biến.

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 1. Kết quả một số thông số siêu âm Doppler tim ở hai nhóm nghiên cứu

**Bảng 1:** Một số thông số siêu âm - Doppler tim ở hai nhóm nghiên cứu

Thông số	Nhóm chứng	Nhóm TLN
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Nhĩ trái (mm)	26,73 $\pm$ 4,06	32,03 $\pm$ 4,03
Động mạch chủ (mm)	25,27 $\pm$ 4,03	24,58 $\pm$ 3,60
D <sub>d</sub> (mm)	43,87 $\pm$ 4,26	39,36 $\pm$ 4,33
D <sub>s</sub> (mm)	27,17 $\pm$ 3,98	25,55 $\pm$ 4,08
V <sub>d</sub> (ml)	87,60 $\pm$ 18,53	74,95 $\pm$ 16,93
V <sub>s</sub> (ml)	29,57 $\pm$ 8,98	23,15 $\pm$ 9,06
EF (%)	66,83 $\pm$ 5,39	68,70 $\pm$ 7,29
Đường kính thất phải (mm)	17,27 $\pm$ 2,94	29,97 $\pm$ 5,82 <sup>¥</sup>
ĐK thất phải/ĐK thất trái	0,39 $\pm$ 0,06	0,77 $\pm$ 0,18 <sup>¥</sup>
Gốc động mạch phổi (mm)	17,96 $\pm$ 2,49	25,02 $\pm$ 3,76 <sup>¥</sup>
Áp lực ĐMP tâm thu (mmHg)	25,40 $\pm$ 2,71	37,83 $\pm$ 8,58 <sup>¥</sup>
Qp/Qs	0,89 $\pm$ 0,17	3,10 $\pm$ 1,18 <sup>¥</sup>

(¥: khác biệt có ý nghĩa thống kê với  $p < 0,01$  so với nhóm chứng)

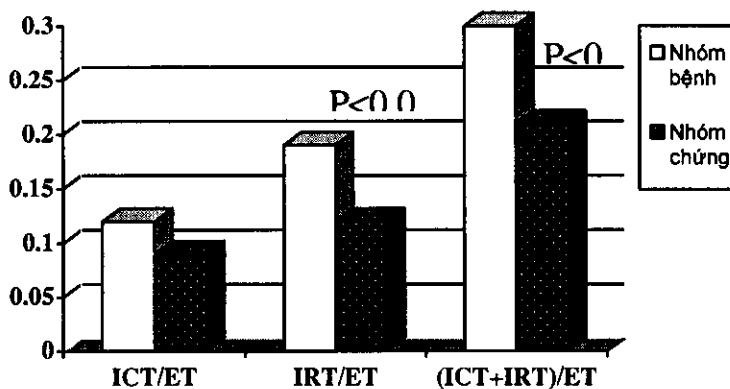
Bệnh nhân thông liên nhĩ có ĐK thất phải, ĐK động mạch phổi, tỷ lệ Qp/Qs và áp lực tâm thu động mạch phổi tăng rõ rệt so với người bình thường.

#### 2. Kết quả siêu âm Doppler xung đo chỉ số Tei thất phải

**Bảng 2 :** Chỉ số Tei thất phải ở các nhóm đối tượng nghiên cứu

THÔNG SỐ	Nhóm chứng (n = 30)	Nhóm TLN (n = 36)	p
Thời gian tổng máu TGTM (ms)	301,80 $\pm$ 22,64	281,11 $\pm$ 19,46	< 0.001
Thời gian co đồng thể tích TGCDTT (ms)	26,04 $\pm$ 5,79	33,05 $\pm$ 5,29	< 0.001
Thời gian giãn đồng thể tích TGGĐTT(ms)	36,57 $\pm$ 5,67	51,58 $\pm$ 8,39	< 0.001
TGCDTT + TGGĐTT (ms)	62,60 $\pm$ 8,22	84,64 $\pm$ 12,52	< 0.001
Chỉ số Tei thất phải	0,21 $\pm$ 0,02	0,30 $\pm$ 0,04	< 0,05

Chỉ số Tei thất phải ở bệnh nhân thông liên nhĩ lỗ thứ hai là 0,30  $\pm$  0,04, lớn hơn rõ rệt so với người bình thường, với khoảng tin cậy 95% và  $p < 0,05$ .



**Biểu đồ:** So sánh các tỷ lệ thành phần của chỉ số Tei thất phải giữa hai nhóm nghiên cứu

Kết quả so sánh các tỷ lệ thành phần của chỉ số Tei thất phải cho thấy: Tỷ lệ TGGĐTT/TGTM (*IRT/ET*) của nhóm thông liên nhĩ lớn hơn rõ rệt so với nhóm chứng:  $0,19 \pm 0,02$  so với  $0,12 \pm 0,01$  ( $p < 0,05$ ).

**3. Tương quan giữa chỉ số Tei thất phải và áp lực ĐMP tâm thu đo bằng siêu âm Doppler tim ở các bệnh nhân thông liên nhĩ:**

**Bảng 3:** Phương trình tương quan giữa áp lực ĐMP tâm thu và chỉ số Tei

X y	Thông số	r	$y = ax + b$
ALĐMP tâm thu	Thời gian tổng máu (ms)	-0,08	
	Thời gian co đồng thể tích (ms)	0,46	$y = 0,75x + 13,09$
	Thời gian giãn đồng thể tích (ms)	0,57	$y = 0,58x + 7,81$
	Chỉ số Tei thất phải	0,64	$y = 126,77x - 0,19$

Áp lực động mạch phổi tâm thu đo trên siêu âm Doppler tim có mối tương quan vừa với chỉ số Tei thất phải và thời gian giãn đồng thể tích, với  $p < 0,05$ .

**4. Tương quan giữa chỉ số Tei thất phải và áp lực thất phải, áp lực ĐMP đo trên thông tim ở bệnh nhân thông liên nhĩ**

**Bảng 4:** Phương trình tương quan giữa chỉ số Tei thất phải và các thông số thông tim phải ở nhóm bệnh nhân thông liên nhĩ

Thông số		r	$y = ax + b$	
Chỉ số Tei thất phải	Áp lực thất phải (n = 19)	Tâm thu	0,79	$y = 0,003x + 0,17$
		Tâm trương	0,41	$y = 0,022x + 0,29$
		Trung bình	0,41	$y = 0,003x + 0,24$
	Áp lực ĐMP (n = 33)	Tâm thu	0,81	$y = 0,004x + 0,17$
		Tâm trương	0,56	$y = 0,005x + 0,24$
		Trung bình	0,69	$y = 0,005x + 0,20$

Chỉ số Tei thất phải có mối tương quan chặt chẽ với áp lực thất phải tâm thu, áp lực động mạch phổi tâm thu; và áp lực động mạch phổi trung bình, với  $p < 0,05$ .

#### IV. BÀN LUẬN

##### 1. Đánh giá biến đổi chỉ số Tei thất phải ở bệnh nhân TLN lỗ thứ hai

Chỉ số Tei là tổng của hai tỷ lệ: thời gian co đồng thể tích/thời gian tổng máu (TGCĐTT/TGTM) và thời gian giãn đồng thể tích/thời gian tổng máu (TGGĐTT/TGTM). Rối loạn chức năng tâm thu biểu thị bằng sự kéo dài của thời gian co đồng thể tích, thường kèm theo sự rút ngắn thời gian tổng máu. Từ đó tỷ lệ TGCĐTT/TGTM phản ánh rối loạn chức năng tâm thu thất phải toàn diện hơn là TGCĐTT, tương tự như vậy, tỷ lệ TGGĐTT/TGTM phản ánh rối loạn chức năng tâm trương thất phải toàn diện hơn TGGĐTT. Vì vậy, việc đo chỉ số Tei giúp đánh giá chức năng toàn bộ của tâm thất [6]. Kết quả nghiên cứu cho thấy bệnh nhân thông liên nhĩ có thời gian tổng máu thất phải ngắn hơn rõ rệt, trong khi thời gian co đồng thể tích và thời gian giãn đồng thể tích của thất phải kéo dài hơn rõ rệt so với nhóm chứng. Kết quả là chỉ số Tei thất phải cao hơn rõ rệt so với người bình thường, chứng tỏ ở bệnh nhân thông liên nhĩ, chức năng thất phải giảm so với người bình thường.

Rối loạn chức năng thất phải ở bệnh nhân thông liên nhĩ trước hết có liên quan đến rối loạn chức năng tâm trương, biểu hiện bằng sự kéo dài thời gian giãn đồng thể tích thất phải. Thời gian giãn đồng thể tích kéo dài một mặt, là biểu hiện trực tiếp của tổn thương giãn của cơ thất phải trong thì tâm trương do quá trình tăng gánh thể tích thất phải kéo dài [3]. Mặt khác, khi có tăng áp lực động mạch phổi, thời gian cần thiết để áp lực thất phải sau khi van động mạch phổi đã đóng lại, giảm xuống bằng áp lực nhĩ phải càng bị kéo dài thêm ra. Trong nghiên cứu của chúng tôi, thời gian giãn đồng thể tích

thất phải ở bệnh nhân thông liên nhĩ là thông số thành phần thay đổi rõ rệt nhất so với nhóm chứng, tỷ lệ TGGĐTT/TGTM cũng lớn hơn rõ rệt so với nhóm chứng. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của B.W.Eidem và cộng sự (TGGĐTT của nhóm TLN =  $76 \pm 11$  ms so với  $49 \pm 9$  ms ở nhóm chứng,  $p < 0,001$ ). Tuy nhiên, khác với chúng tôi, các tác giả trên không tìm thấy những biến đổi rõ rệt của thời gian co đồng thể tích và thời gian tổng máu thất phải. Điều này có thể giải thích do đối tượng nghiên cứu của B.W.Eidem là những bệnh nhân thông liên nhĩ chưa có tăng áp lực thất phải hay tăng áp lực động mạch phổi [3].

Tăng gánh thể tích thất phải đơn thuần với áp lực thất phải bình thường là tổn thương bệnh học tiên phát của thông liên nhĩ. Trong điều kiện này, sự khác biệt về độ đàn hồi (*compliance*) giữa thất phải và thất trái (tồn tại trong suốt thì tâm trương) gây ra luồng shunt trái - phải và làm tăng thể tích đổ đầy thất phải. Phân số tổng máu thất phải được bảo tồn mặc dù tăng thể tích đổ đầy cuối tâm trương và cuối tâm thu. Tuy bệnh nhân được dung nạp trong một thời gian dài, nhưng tăng gánh thể tích thất phải với tăng lưu lượng phổi dần dần gây biến đổi cấu trúc, chức năng hệ mạch phổi, gây tăng áp lực động mạch phổi và dẫn đến suy chức năng thất phải trên lâm sàng. Sự kéo dài thời gian co đồng thể tích chứng tỏ bệnh nhân thông liên nhĩ trong nghiên cứu của chúng tôi đã có rối loạn chức năng tâm thu thất phải. Thời gian co đồng thể tích thất phải kéo dài do cần nhiều thời gian hơn để tâm thất phải tạo ra một áp lực đủ lớn gây mở van động mạch phổi. Mặt khác, quá trình co cơ đẳng tích cũng bắt đầu sớm hơn khi có tăng áp lực cuối tâm trương thất phải, nguyên nhân có thể do sự giao nhau sớm hơn của đường cong áp lực

nhĩ phải và thất phải [7]. Bên cạnh đó, khi có tăng áp lực động mạch phổi, thời gian tổng máu thất phải của người bệnh thông liên nhĩ cũng ngắn lại rõ rệt. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Lâm Việt trên đối tượng bệnh nhân tăng áp lực động mạch phổi [1].

## 2. Đánh giá tương quan giữa chỉ số Tei thất phải với áp lực động mạch phổi đo trên siêu âm Doppler và thông tim ở bệnh nhân TLN lỗ thứ hai

Kết quả thu được ở bảng 2.3 cho thấy, trên siêu âm Doppler tim, áp lực động mạch phổi tâm thu có tương quan vừa với thời gian giãn đồng thể tích ( $r = 0,57$ ) và chỉ số Tei thất phải ( $r = 0,64$ ). Còn khi khảo sát mối tương quan với các thông số áp lực thu được qua thông tim, chúng tôi thấy có mối tương quan chặt chẽ giữa chỉ số Tei thất phải với áp lực tâm thu thất phải ( $r = 0,79$ ,  $p < 0,001$ ), áp lực động mạch phổi tâm thu ( $r = 0,81$ ,  $p < 0,001$ ) và áp lực động mạch phổi trung bình ( $r = 0,69$ ,  $p < 0,001$ ), tương đồng với các kết quả nghiên cứu của S.Gorlulu. Nguyên nhân có thể do việc đánh giá áp lực động mạch phổi dựa vào dòng hở ba lá, hoặc dòng hở phổi trên siêu âm Doppler tim thường cho kết quả thấp hơn giá trị thực, vì áp lực buồng nhĩ phải cũng sẽ tăng lên dưới tác động của quá trình tăng gánh thể tích kéo dài. Khi đó, áp lực nhĩ phải là cao hơn mức 10 mmHg được sử dụng để ước tính áp lực tâm thu động mạch phổi trên siêu âm tim.

Như vậy, chỉ số Tei thất phải ở bệnh nhân thông liên nhĩ có mối tương quan rõ rệt với áp lực động mạch phổi. Kết quả này cũng phù hợp với nhận định của các nghiên cứu của Gorlulu, Ishii: Chức năng thất phải ở bệnh thông liên nhĩ liên quan chủ yếu với các thông số của giường mạch phổi [4,5].

Trong các thành phần của chỉ số Tei, kết quả nghiên cứu cho thấy mối tương quan khá

chặt chẽ giữa thời gian giãn đồng thể tích với áp lực thất phải tâm thu ( $r = 0,66$ ,  $p < 0,001$ ), áp lực động mạch phổi tâm thu ( $r = 0,67$ ,  $p < 0,001$ ) và áp lực động mạch phổi trung bình ( $r = 0,56$ ,  $p < 0,05$ ). Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của P.Caso [2] và S.Gorlulu [4]. Đề cập về mối tương quan này có thể giải thích như sau: Với một tần số giãn nhất định, áp lực động mạch phổi tăng sẽ làm thời gian cần thiết để áp lực thất phải sau khi đóng van động mạch phổi giảm xuống bằng áp lực nhĩ phải bị kéo dài ra. Nghiên cứu của C.Tei cũng đã chứng minh mối tương quan chặt chẽ giữa thời gian giãn đồng thể tích và tốc độ giảm áp lực thất tối đa ( $- dp/dt$ ) [7,8]. Bên cạnh đó, thời gian giãn đồng thể tích kéo dài là biểu hiện trực tiếp của tổn thương giãn trong thì tâm trương của cơ tim, xảy ra đồng thời với tăng hậu gánh thất phải do độ cứng động mạch phổi gây ra. Trong nghiên cứu của S.Gorlulu trên 33 bệnh nhân thông liên nhĩ, độ cứng động mạch phổi có mối tương quan khá rõ rệt với thời gian giãn đồng thể tích. Từ đó có thể thấy chức năng tâm trương thất phải ở bệnh nhân TLN chịu ảnh hưởng bởi sự tăng hậu gánh thất phải.

## V- KẾT LUẬN

1. Bệnh nhân thông liên nhĩ lỗ thứ hai có biến đổi chức năng thất phải rõ rệt, phản ánh qua chỉ số Tei thất phải lớn hơn rõ rệt so với người bình thường:  $0,30 \pm 0,04$  so với  $0,21 \pm 0,02$  ( $p < 0,05$ ).

2. Chỉ số Tei thất phải, và đặc biệt là thời gian giãn đồng thể tích ở bệnh nhân thông liên nhĩ lỗ thứ hai có mối tương quan chặt chẽ với áp lực động mạch phổi tâm thu đo trên siêu âm Doppler tim, với áp lực thất phải tâm thu và áp lực động mạch phổi tâm thu đo trên thông tim.

Chỉ số Tei thật phải là thông số có ý nghĩa đánh giá rối loạn chức năng thất phải toàn bộ ở bệnh nhân thông liên nhĩ.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Lâm Việt.** Góp phần nghiên cứu một số thông số siêu âm về động mạch phổi ở người bình thường và người có tăng áp động mạch phổi. *Luận án phó tiến sĩ y học, Hà Nội*, (1994).
2. **Caso P., Galderisi M., Cioppa C., et al.** Association between myocardial right ventricular relaxation time and pulmonary arterial pressure in chronic obstructive lung disease: analysis by pulsed Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr* **14** (2001), 970-977.
3. **Eidem B.W., O'Leary P.W., Tei C. and Seward J.B.** Usefulness of the myocardial performance index for assessing right ventricular function in congenital heart disease. *Am J Cardiol* **86** (2000), 654-658.
4. **Gorgulu S., Eren M., Uslu N., Ozer O. and Nurkalem Z.** The determinants of right ventricular function in patients with atrial septal defect. *International Journal of Cardiology, In Press, Corrected Proof, Available online 26 October 2005*,
5. **Ishii M., Eto G., Tei C., Tsutsumi T., Hashino K, Sugahara Y, Himeno W, Muta H., Furui J., Akagi T. et al.** Quantitation of the global right ventricular function in children with normal heart and congenital heart disease: a right ventricular myocardial performance index. *Pediatr Cardiol* **21** (2000), 416-421.
6. **Won-Ho Kim, Otsuji Y., Yuasa T., Minagoe S., and Tei C.** Evaluation of right ventricular dysfunction in patients with cardiac amyloidosis using tei index. *Journal of the American Society of Echocardiography*. Volume 17, Issue 1, January 2004, 45 - 49.
7. **Tei C.** New noninvasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* **26** (1995), 135-136.
8. **Tei C., Nishimura R.A., Seward J.B. and Tajik A.J.** Noninvasive Doppler- derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr* **10** (1997), 169-178.