

# LỊCH SỬ SIÊU ÂM TIM

PGS.TS PHẠM NGUYỄN VINH

- ❖ Từ lâu, người ta đã nhận thấy dơi bay tìm mồi được dù trong đêm tối
- ❖ Lazzaro Spallanzani (1773) thực nghiệm: dù bịt mắt, dơi vẫn bay tìm mồi được.
- ❖ Hartridge (1920) đưa ra giả thuyết: dơi phóng ra sóng siêu âm.
- ❖ Ludwig & Struthers (1949): dùng sóng siêu âm dò sỏi mật và vật lạ trong cơ của chó.
- ❖ Wild và Reid (1952) chẩn đoán 18 ca u vú bằng siêu âm
- ❖ Edler & Hertz đầu tiên ứng dụng écho ở tim :
  - Đo vách tim (1953), tràn dịch màng tim (1954)
  - 1955 : đánh giá và theo dõi sau mổ hẹp hai lá
  - 1955 : tìm ra u nhầy ở nhĩ trái bằng siêu âm.
  - Từ 1956 : tinh thể thạch anh được thay bằng barium titanate

# LỊCH SỬ SIÊU ÂM TIM

- Hertz & Olofsson (1960) : máy siêu âm tim 2 chiều (bi-dimensional echocardiograph)
- Bom (1972) : Hoàn thiện siêu âm 2 chiều
- Hsu Chih Chang (1961) làm sách đầu tiên về siêu âm chẩn đoán
- Mỹ: nghiên cứu siêu âm từ 1961 (Reid & Joyner)
- Feigenbaum (1963): đo cung lượng thất bằng siêu âm
- Satomura (1956): ứng dụng Doppler vào tim
- Liv Hattle (Na Uy) (1970) có công lớn trong ứng dụng lâm sàng Doppler
- Omoto (1982) Doppler màu.

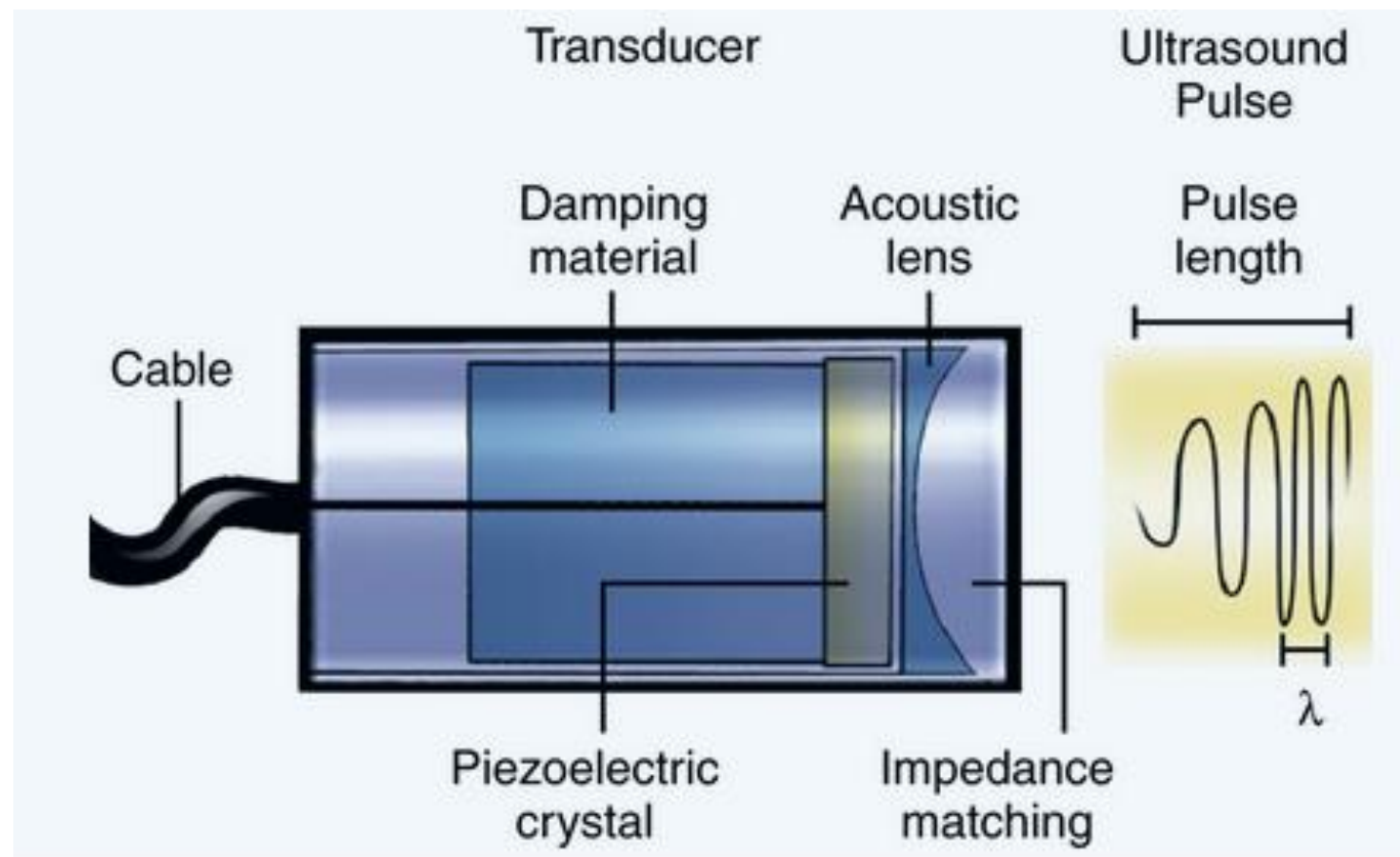
# KỸ THUẬT KHÁM NGHIỆM BẰNG SIÊU ÂM TIM

PGS.TS PHẠM NGUYỄN VINH

## Các kỹ thuật siêu âm tim

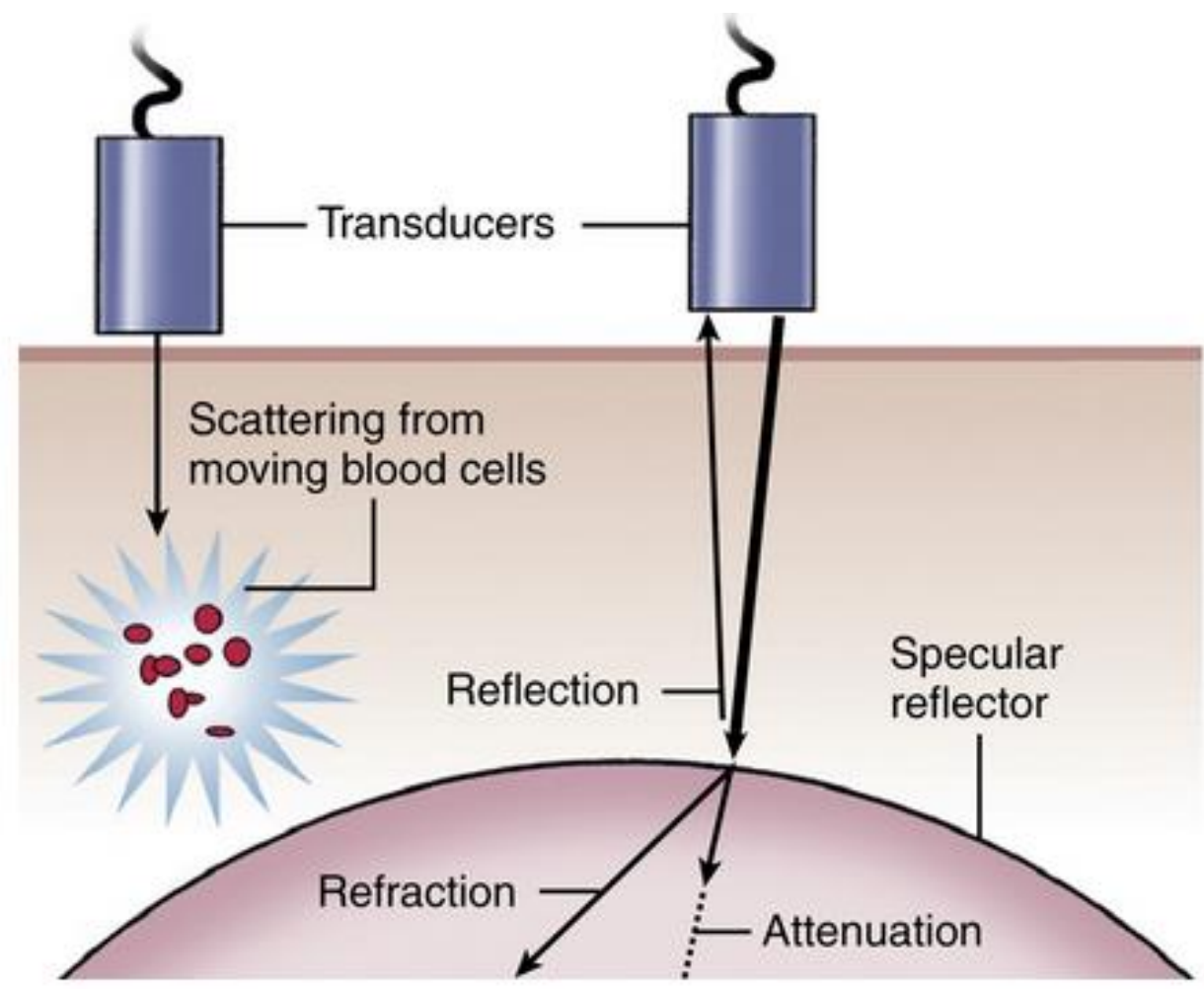
- SAT qua thành ngực
- SAT qua thực quản
- SAT trong buồng tim
- SAT trong lòng mạch máu
- SAT trong lòng động mạch vành
- SAT thai nhi
- SAT 3 chiều

# Sơ đồ đầu dò siêu âm

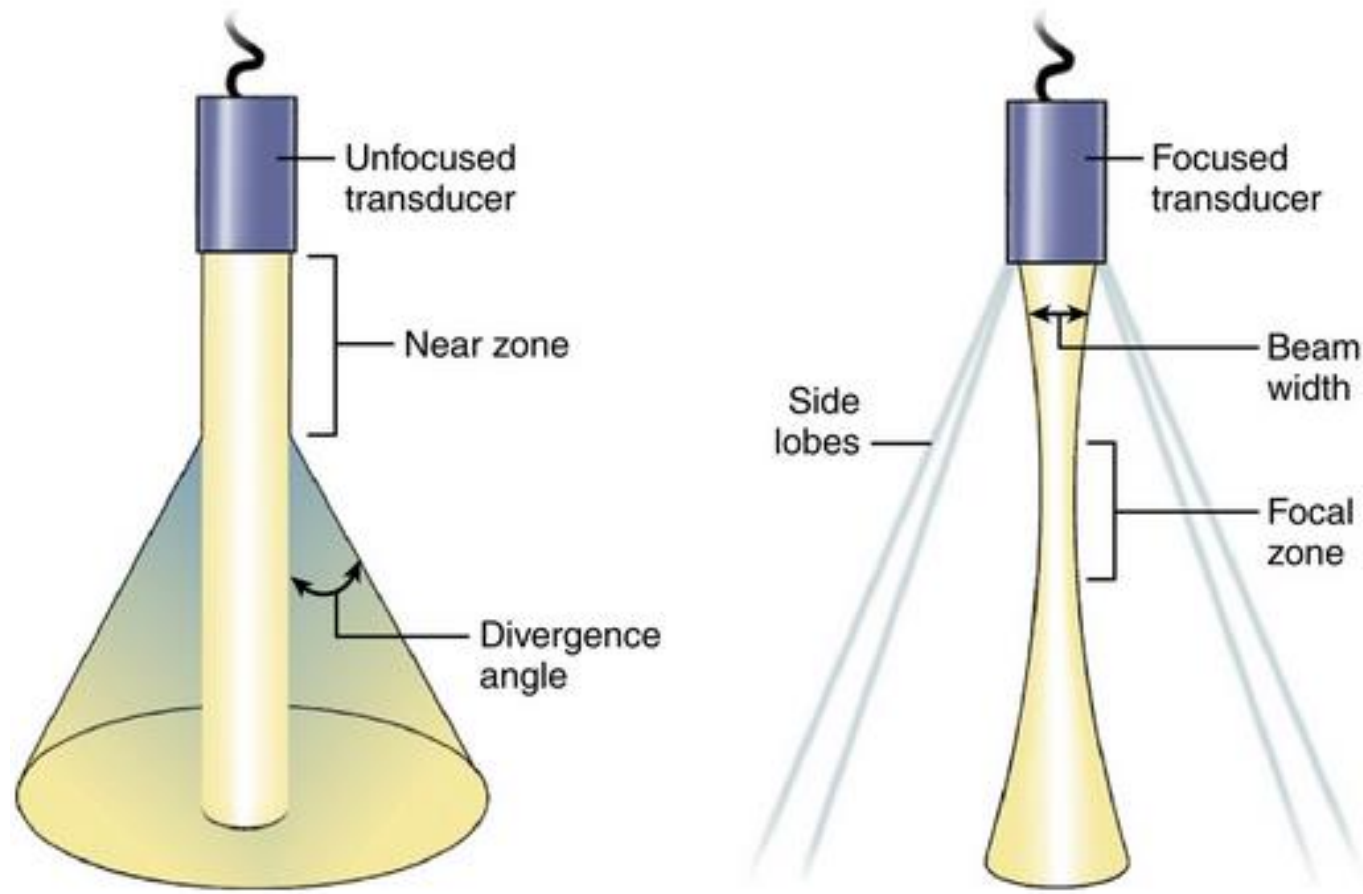




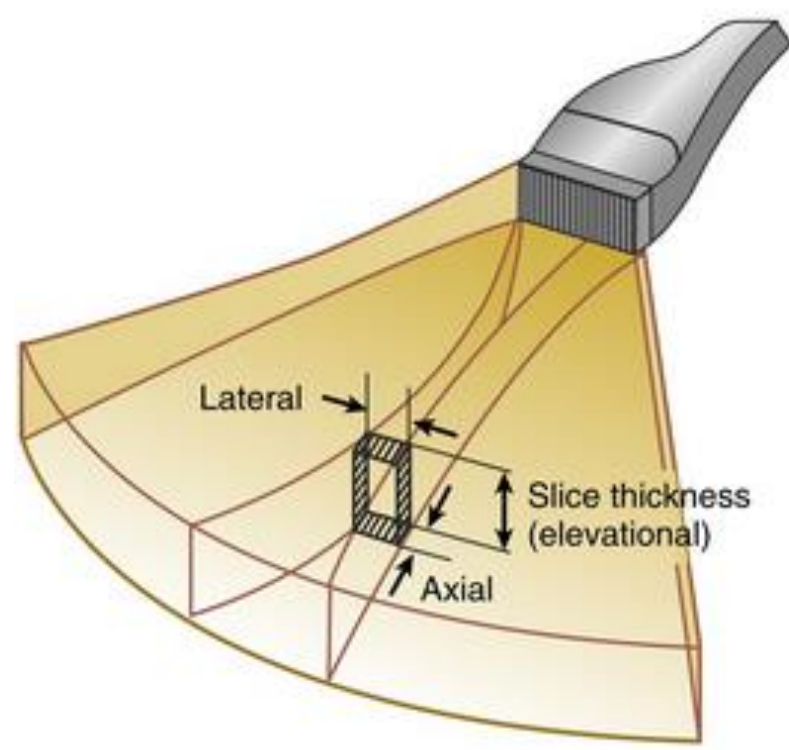
# Sơ đồ tương tác giữa siêu âm và mô cơ thể



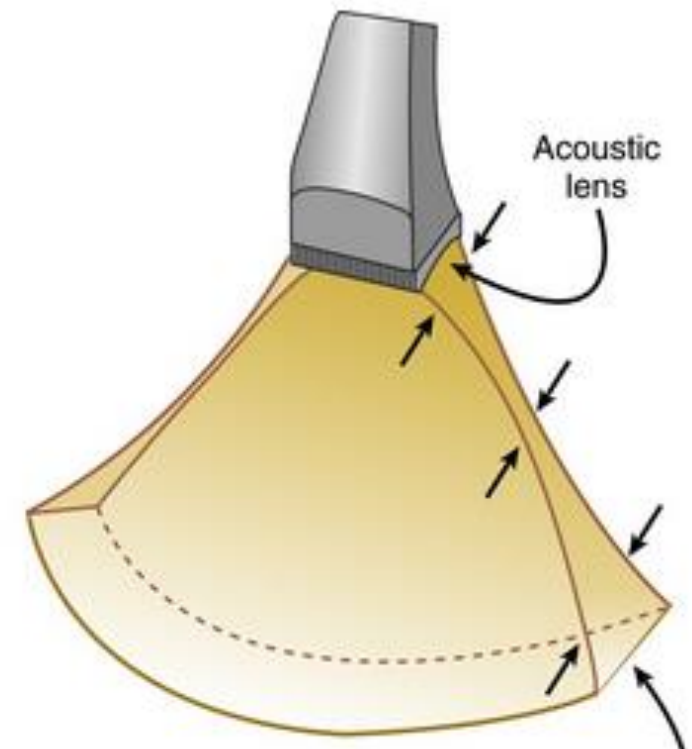
# Sơ đồ chùm tia siêu âm từ đầu dò không khu trú (trái) và đầu dò khu trú (phải)



# Chùm tia và bề dày các nhát cắt của siêu âm 3D

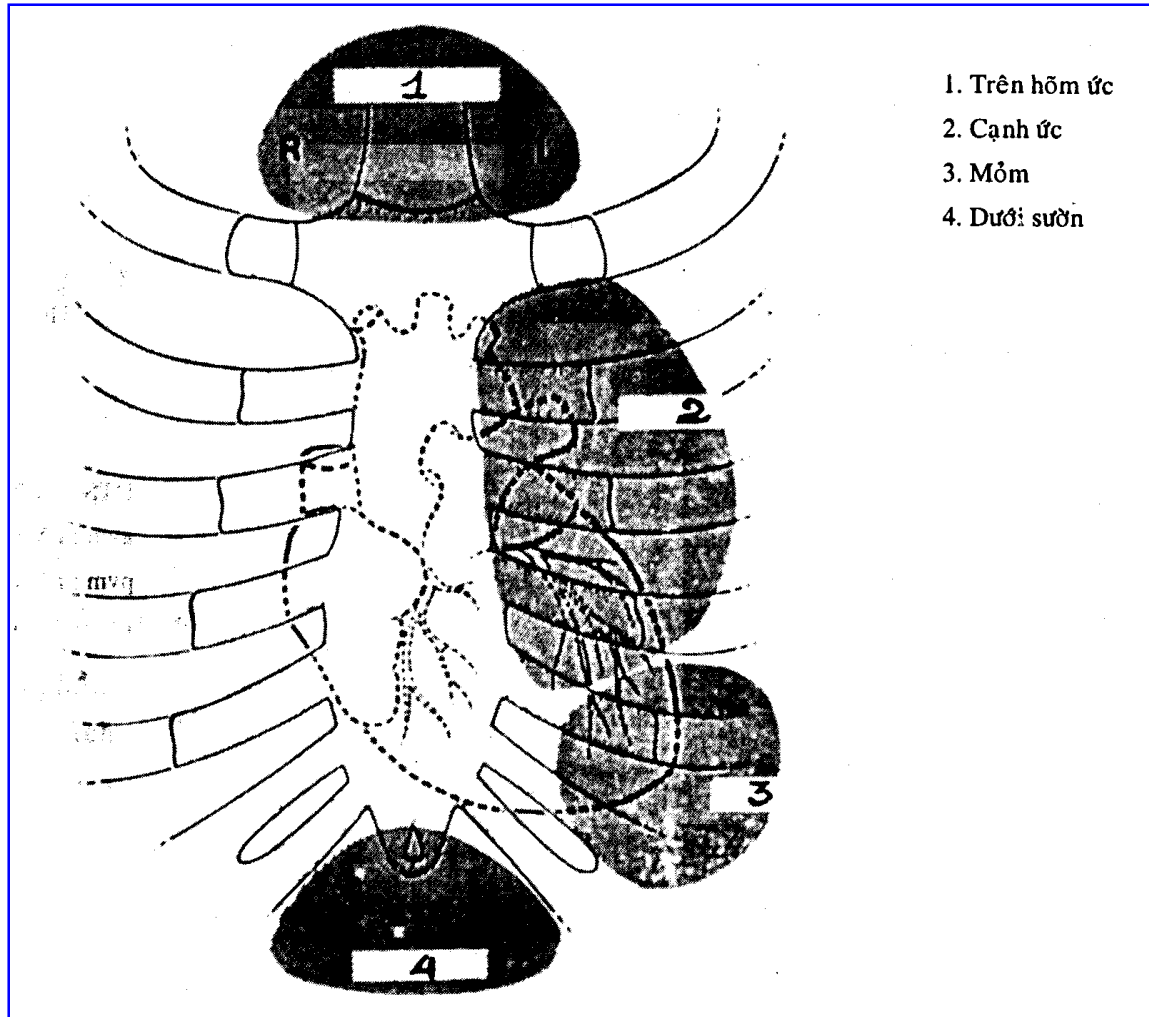


A Resolution components in 3D space

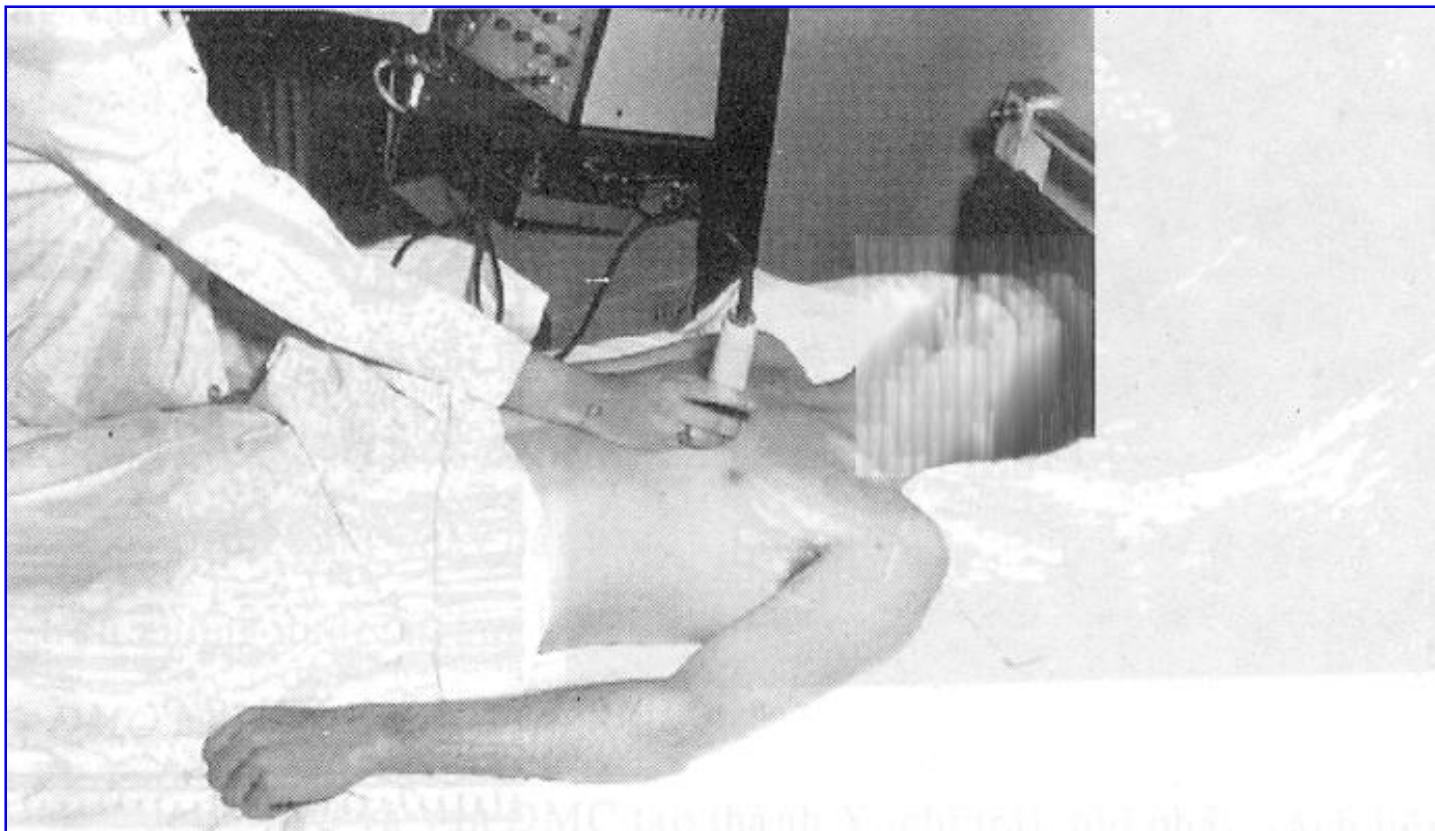


B Elevational profile of ultrasound beam with depth

# Các vị trí ở ngực để khảo sát siêu âm 4 mặt cắt cơ bản.

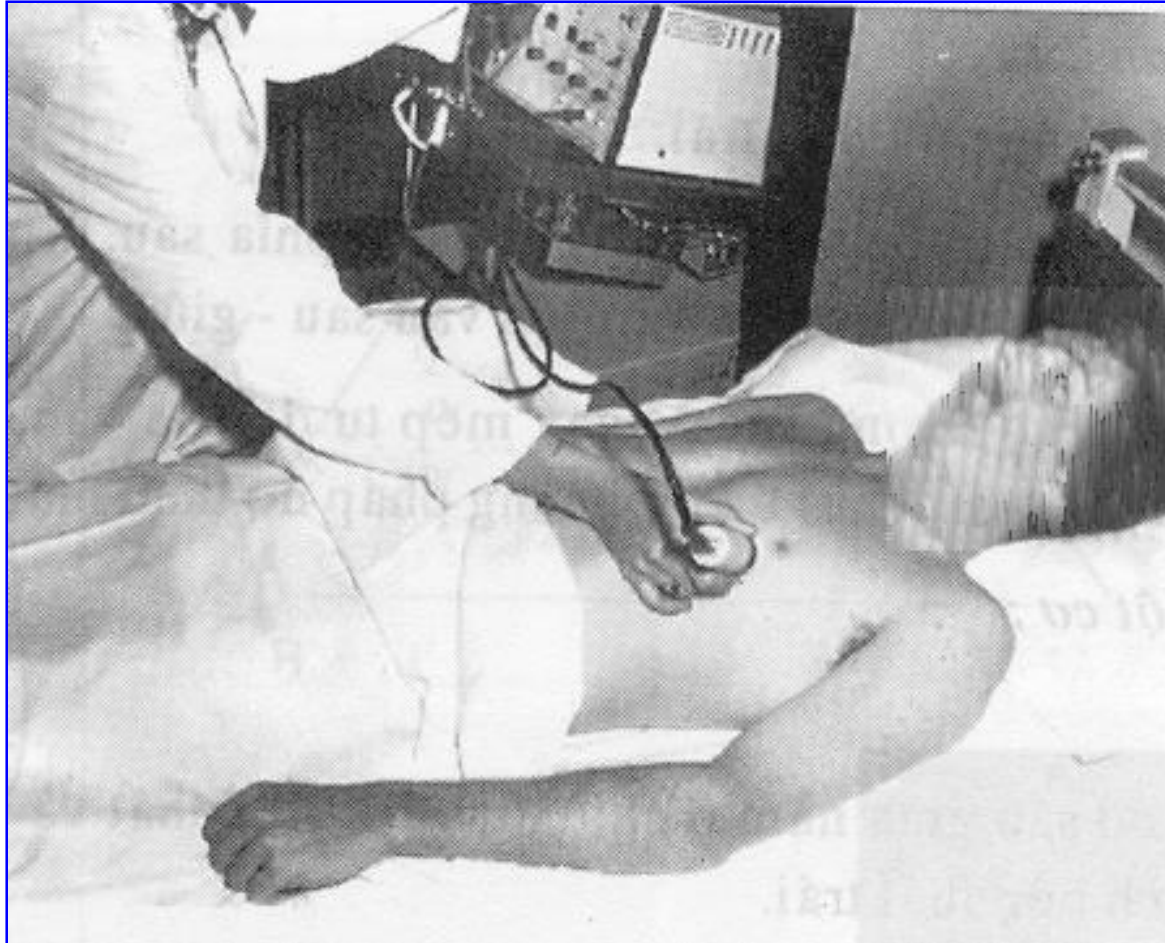


# Vị trí của đầu dò ở đường cắt cạnh ức bên trái.

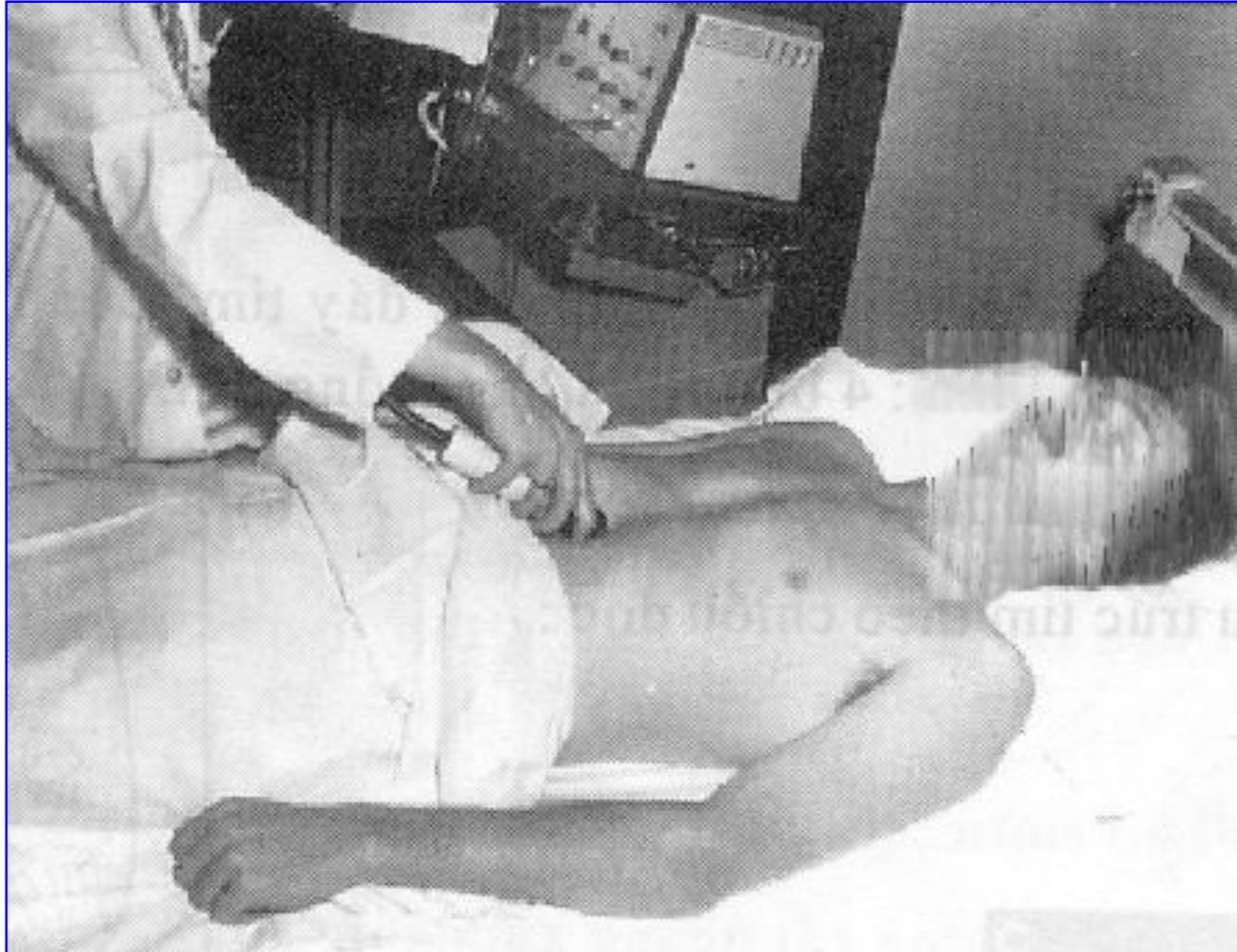




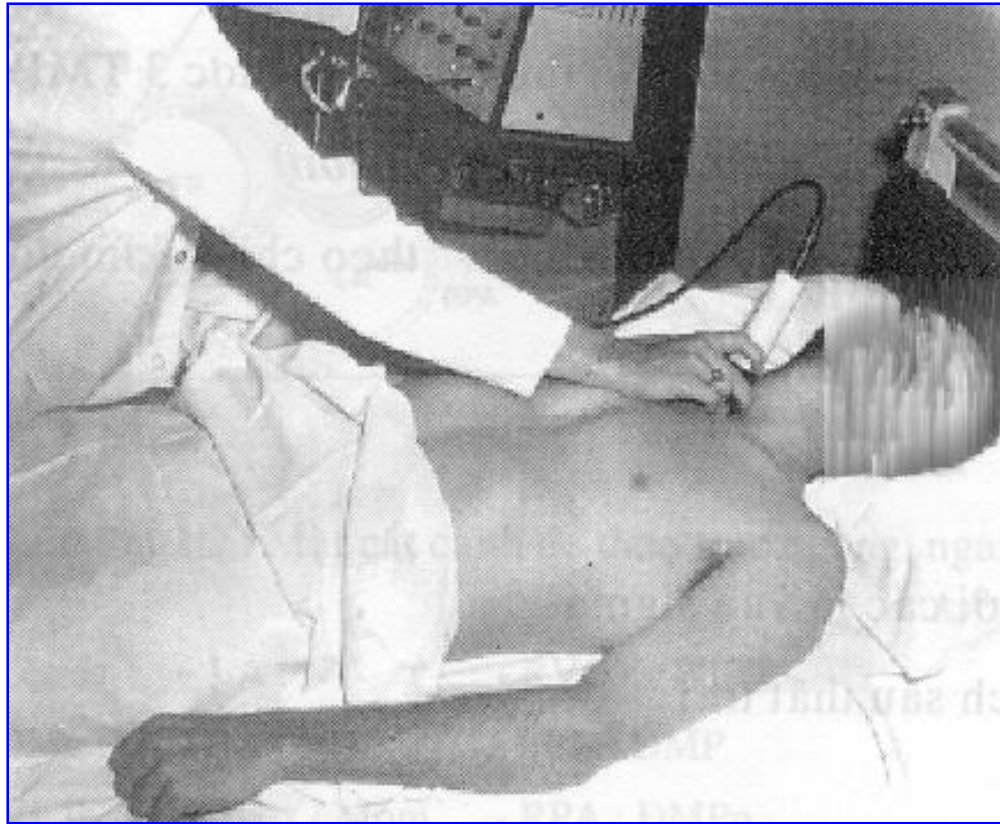
# Vị trí của đầu dò ở đường cắt từ mỏm tim.



# Vị trí của đầu dò ở đường cắt dưới sườn.



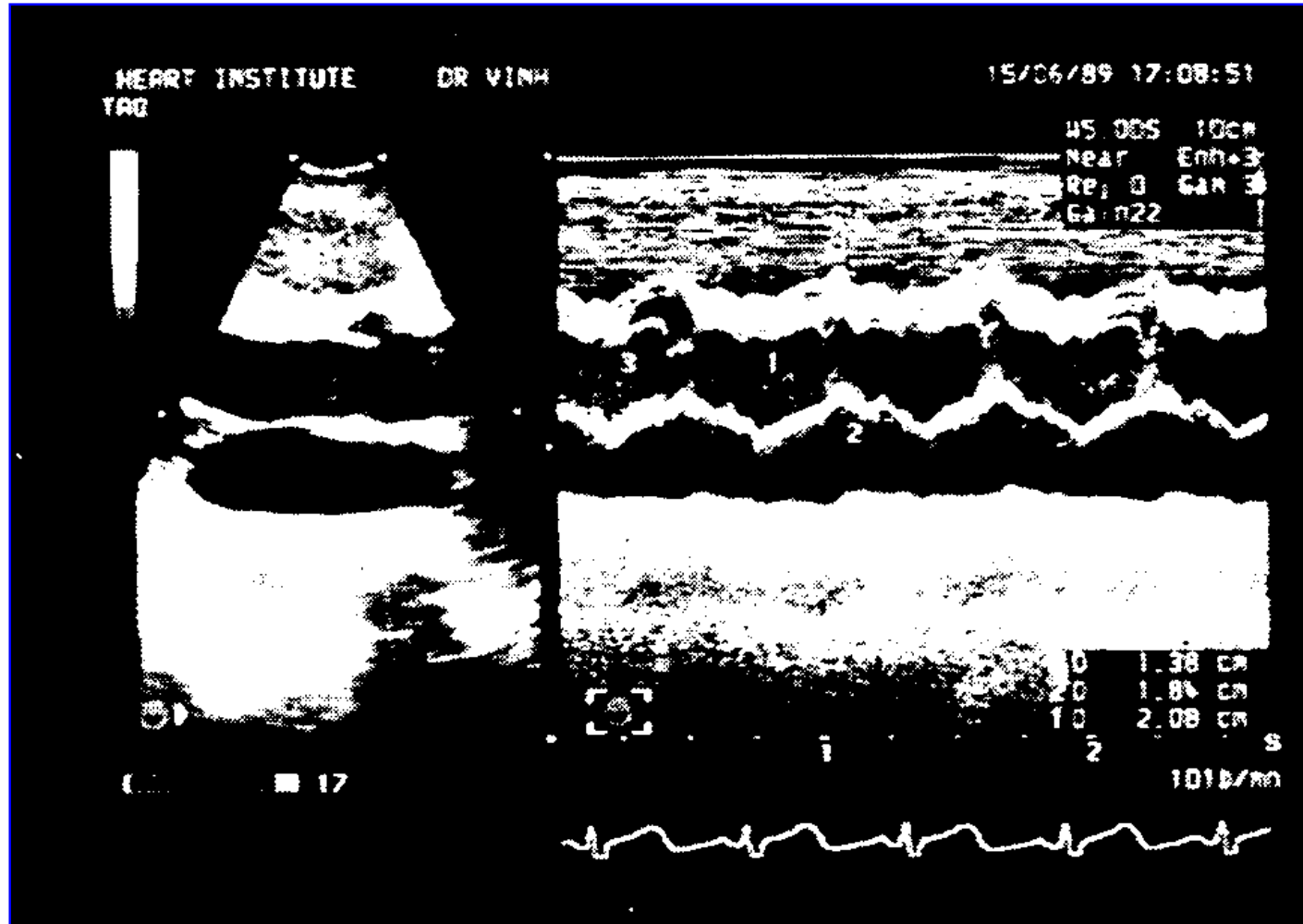
# Vị trí của đầu dò ở đường cắt trên hố ức.





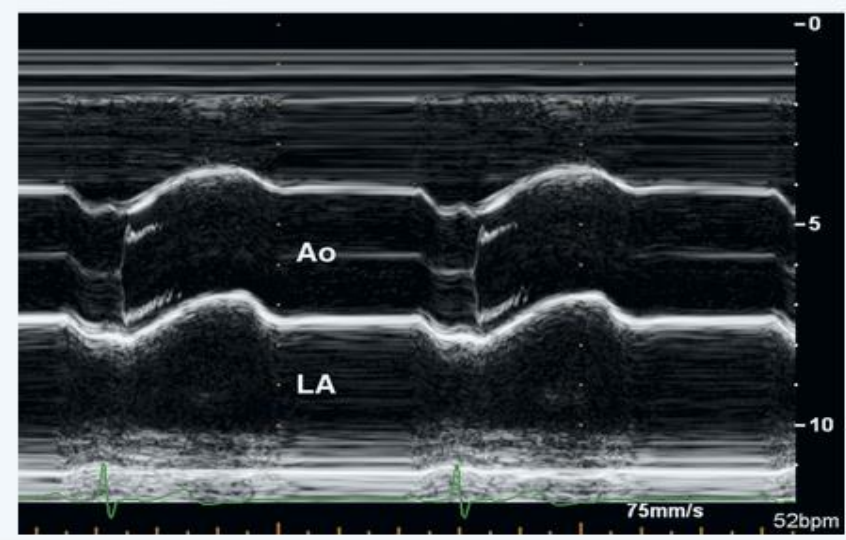
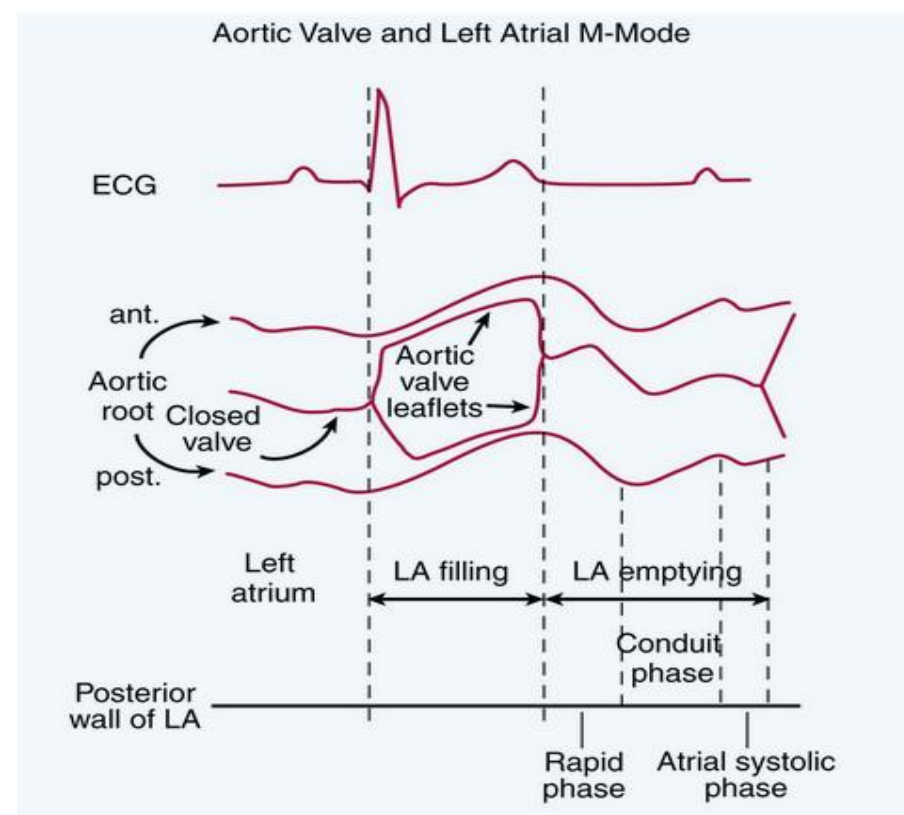
- **Siêu Âm một chiều**  
(TM - Time motion echocardiography)
  
- **Siêu âm 2 chiều**  
(2D - Bi dimensional echocardiography)
  
- **Siêu âm Doppler :**
  - \* Doppler xung
  - \* Doppler liên tục
  - \* Doppler màu

# Khảo sát TM ngang van ĐMC

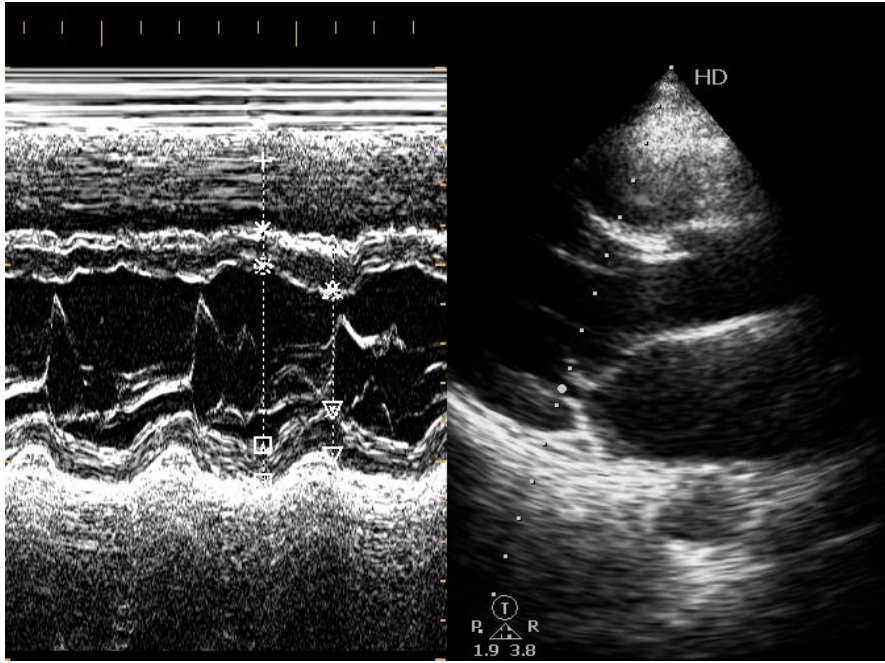


# Van ĐMC mở ghi bằng TM

TL: Otto CM. textbook of Clinical echocardiography. Elsevier 2013, 5<sup>th</sup> ed. p. 1-30



# Khảo sát TM ngang thất trái. Các trị số buồng tim đo được giúp lượng giá chức năng tim.



$$PXCR = \frac{TTTTr - TTTTh}{TTTTr} \quad (\text{bt} = 28 - 42 \%)$$

TTTTr : đường kính thất trái cuối TT

TTTTTh : đường kính thất trái cuối TTh

$$PXTM = \frac{ThTTTTr - ThTTTTTh}{ThTTTTr} \quad (\text{bt} > 55\%)$$

ThTTTTr : Thể tích cuối tâm trương

ThTTTTTh : Thể tích cuối tâm thu

\* Tỷ lệ bề dày cuối tâm trương của vách thất trái:

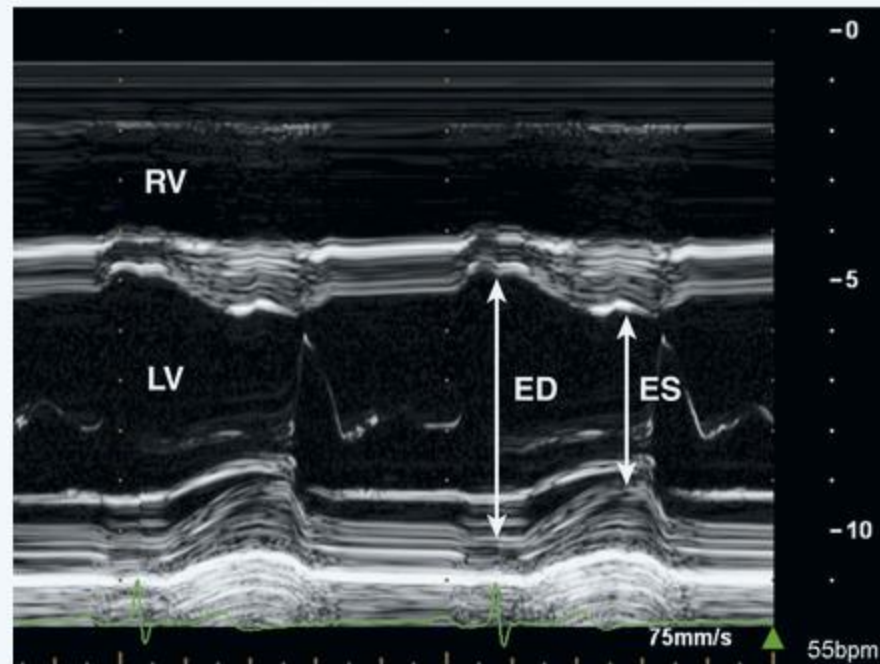
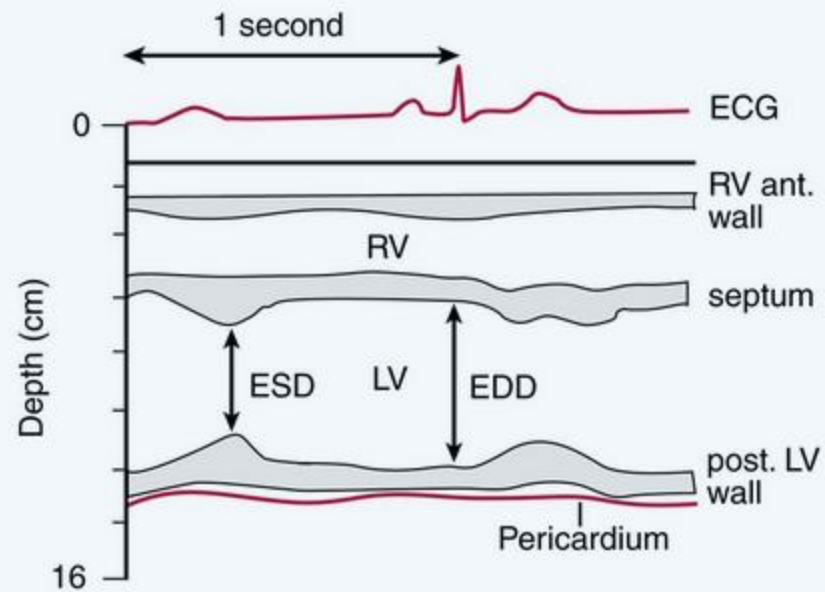
$$\frac{VLT}{VSTT} \quad (\text{bt} : 0,9 - 1,3)$$

VLT : Vách liên thất

VSTT : Vách sau thất trái

# Thất trái đo bằng TM

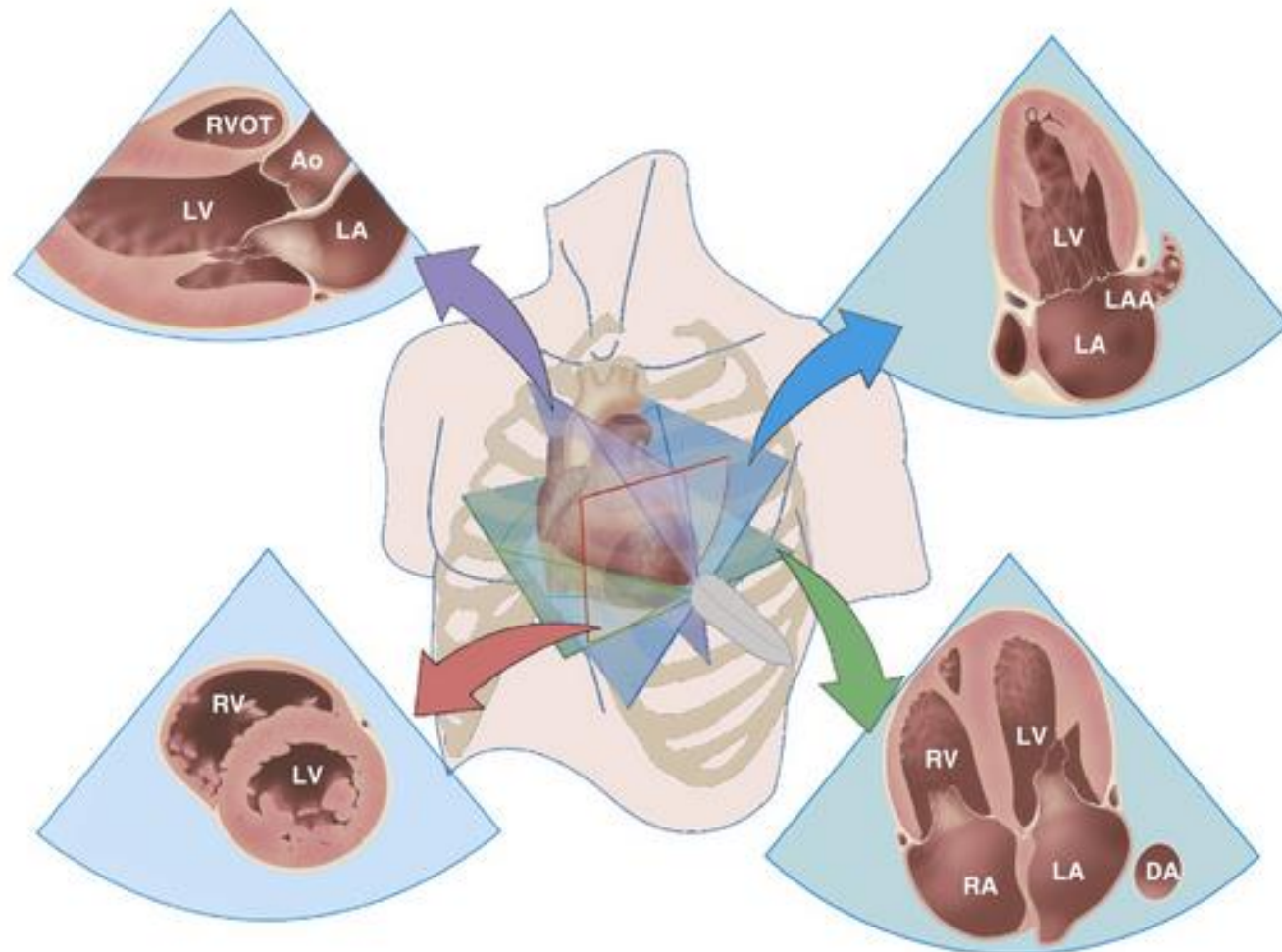
TL: Otto CM. textbook of Clinical echocardiography. Elsevier 2013, 5<sup>th</sup> ed. p. 1-30



## Siêu âm hai chiều (2D)

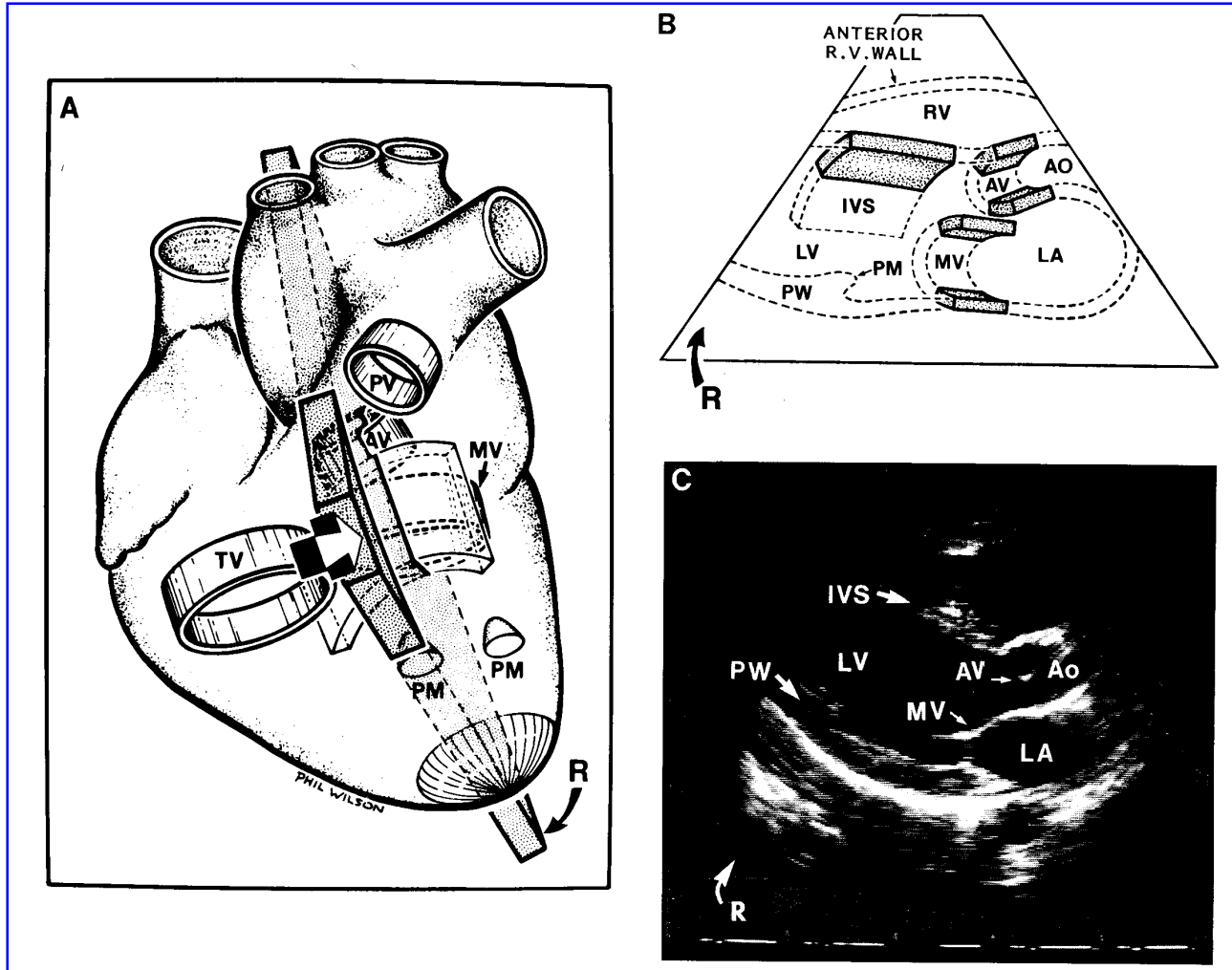
- Khảo sát vận động của các cấu trúc của tim.
- 4 mặt cắt cơ bản:
  - + cạnh ức
  - + mỏm tim
  - + dưới bờ sườn hay dưới mỏm ức
  - + trên hố ức

# Các mặt cắt cơ bản/ SATQTN



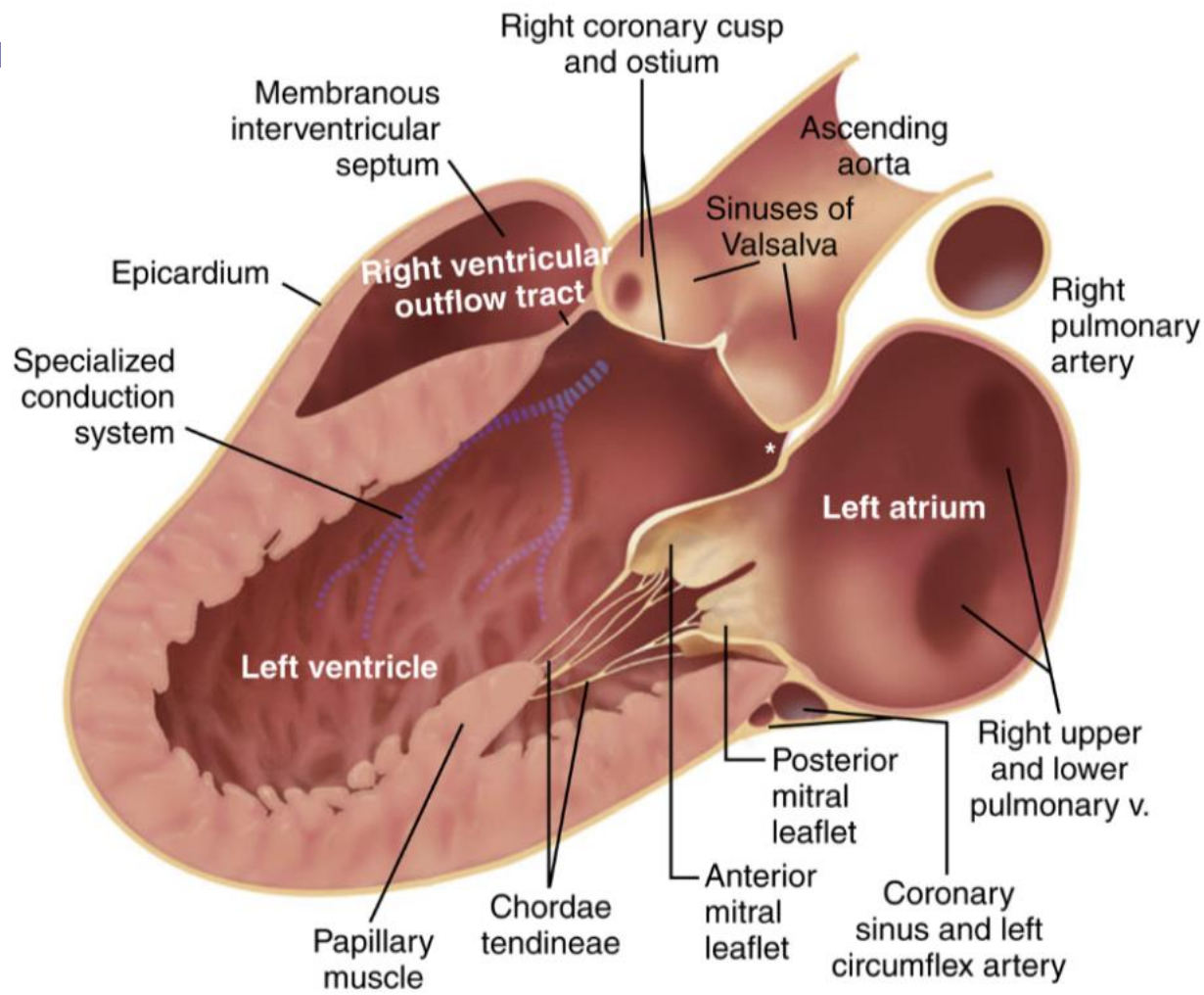


# Siêu âm hai chiều : mặt cắt cạnh ỨC TRỰC DỌC

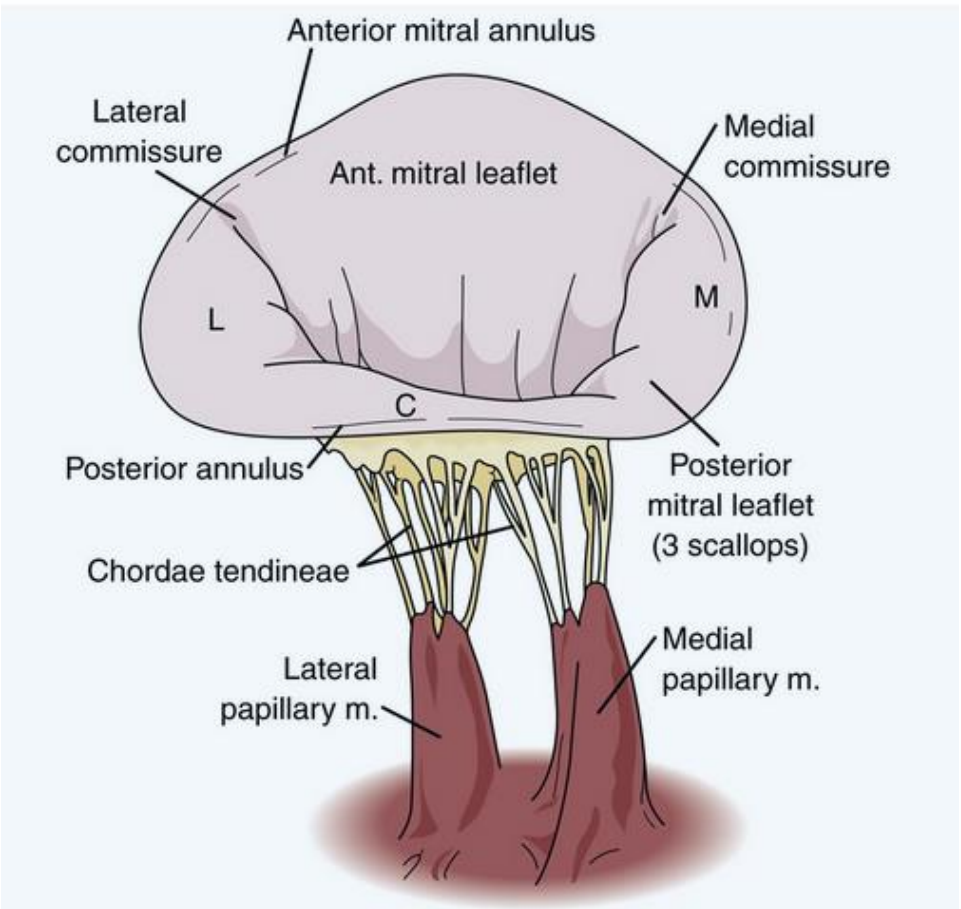
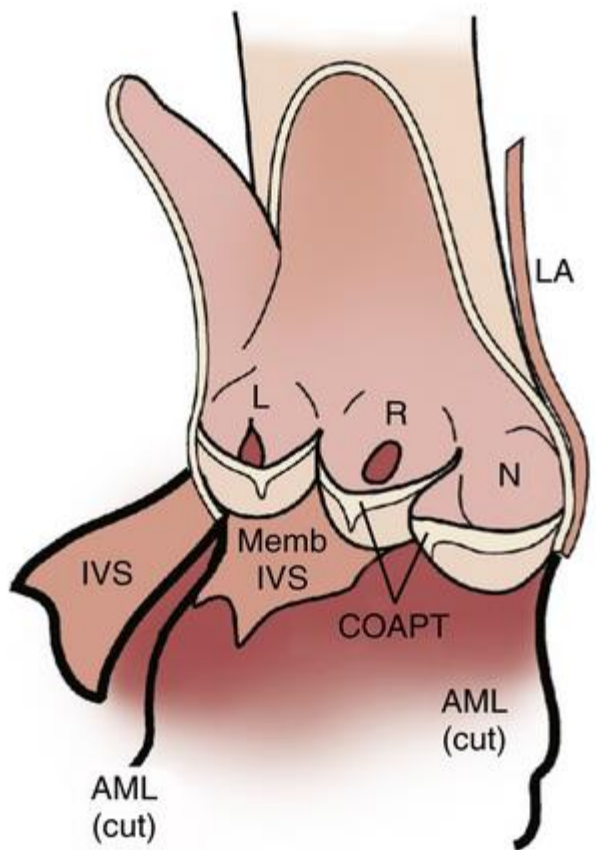




# Giải phẫu học tim/ mặt cắt trực dọc

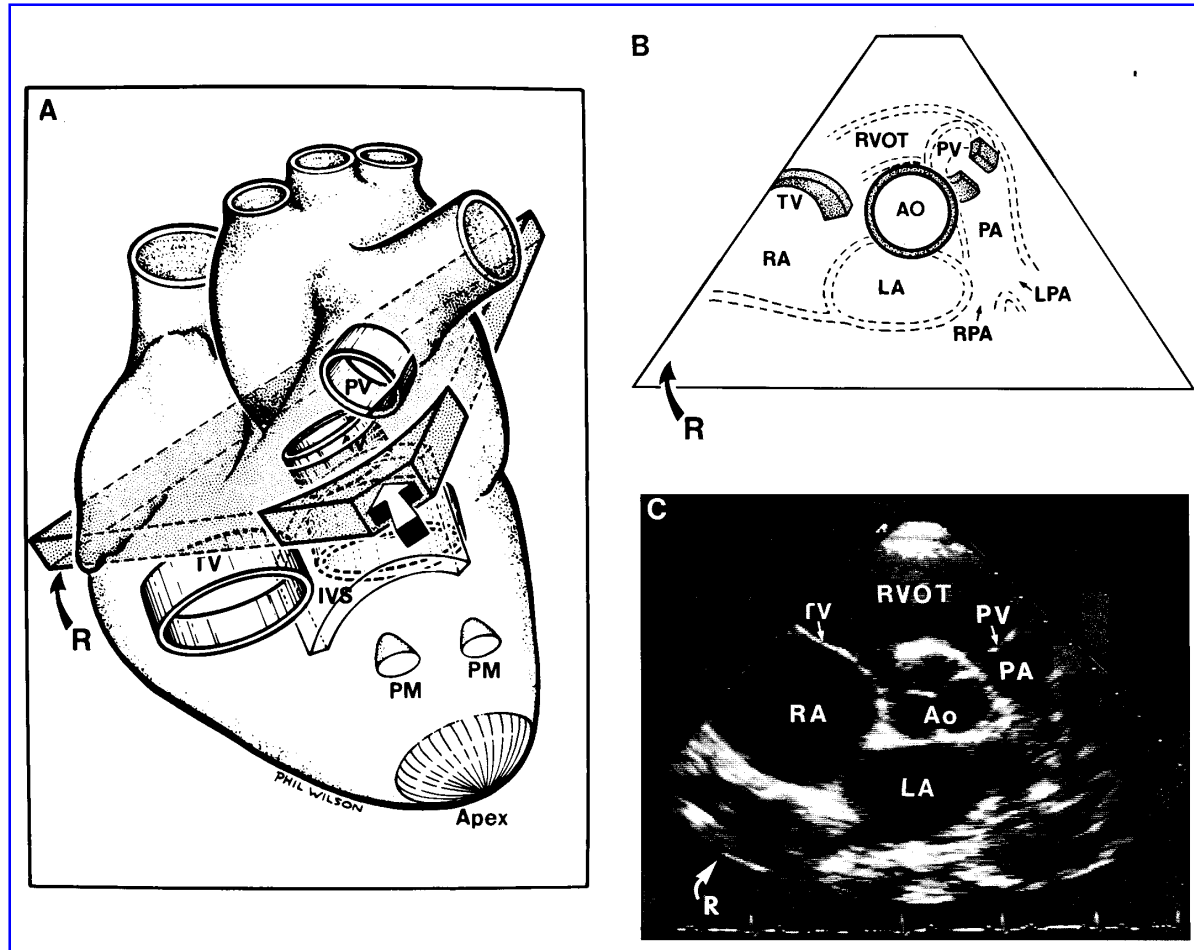


# Giải phẫu học van ĐMC và van 2 lá



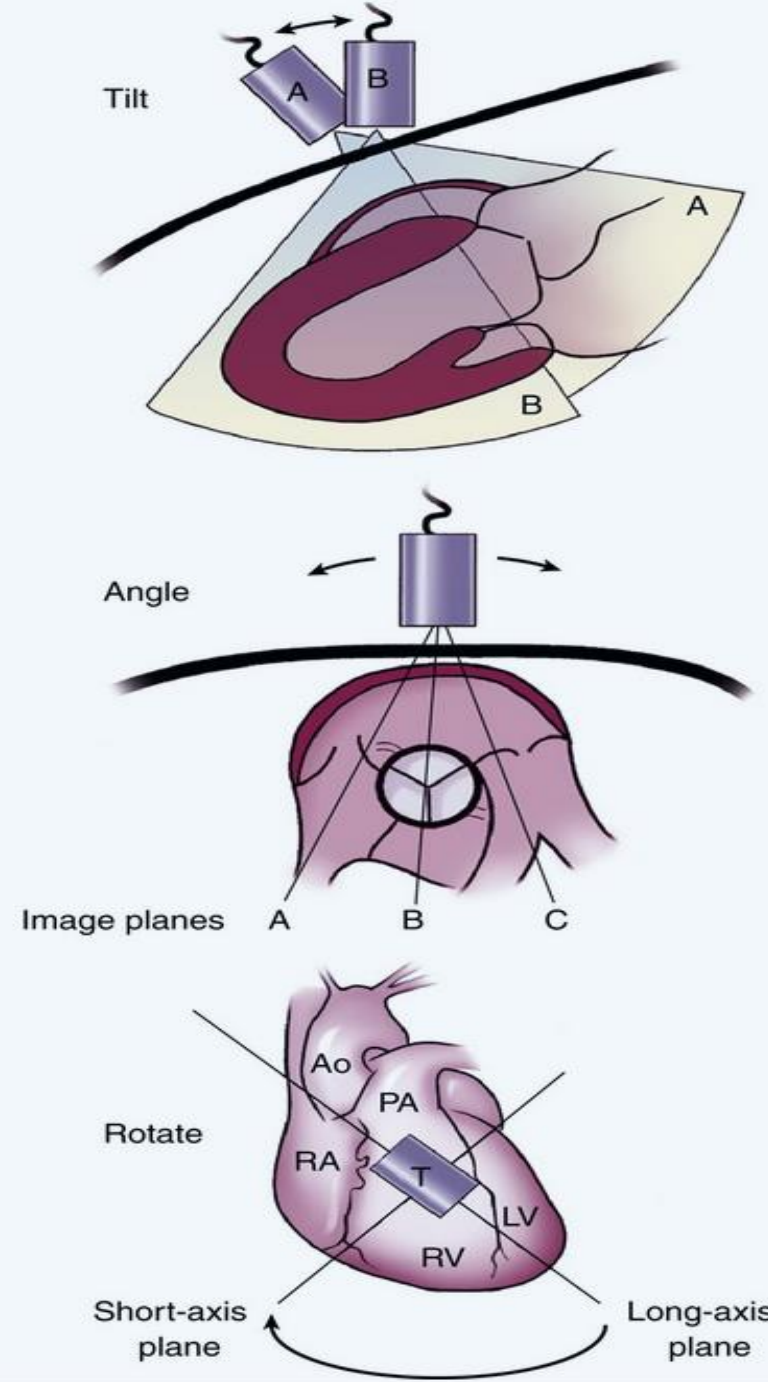
TL: Otto CM. textbook of Clinical echocardiography. Elsevier 2013, 5<sup>th</sup> ed. p. 1-30

# Siêu âm hai chiều : mặt cắt cạnh ực trực ngang, ngang van ĐMC

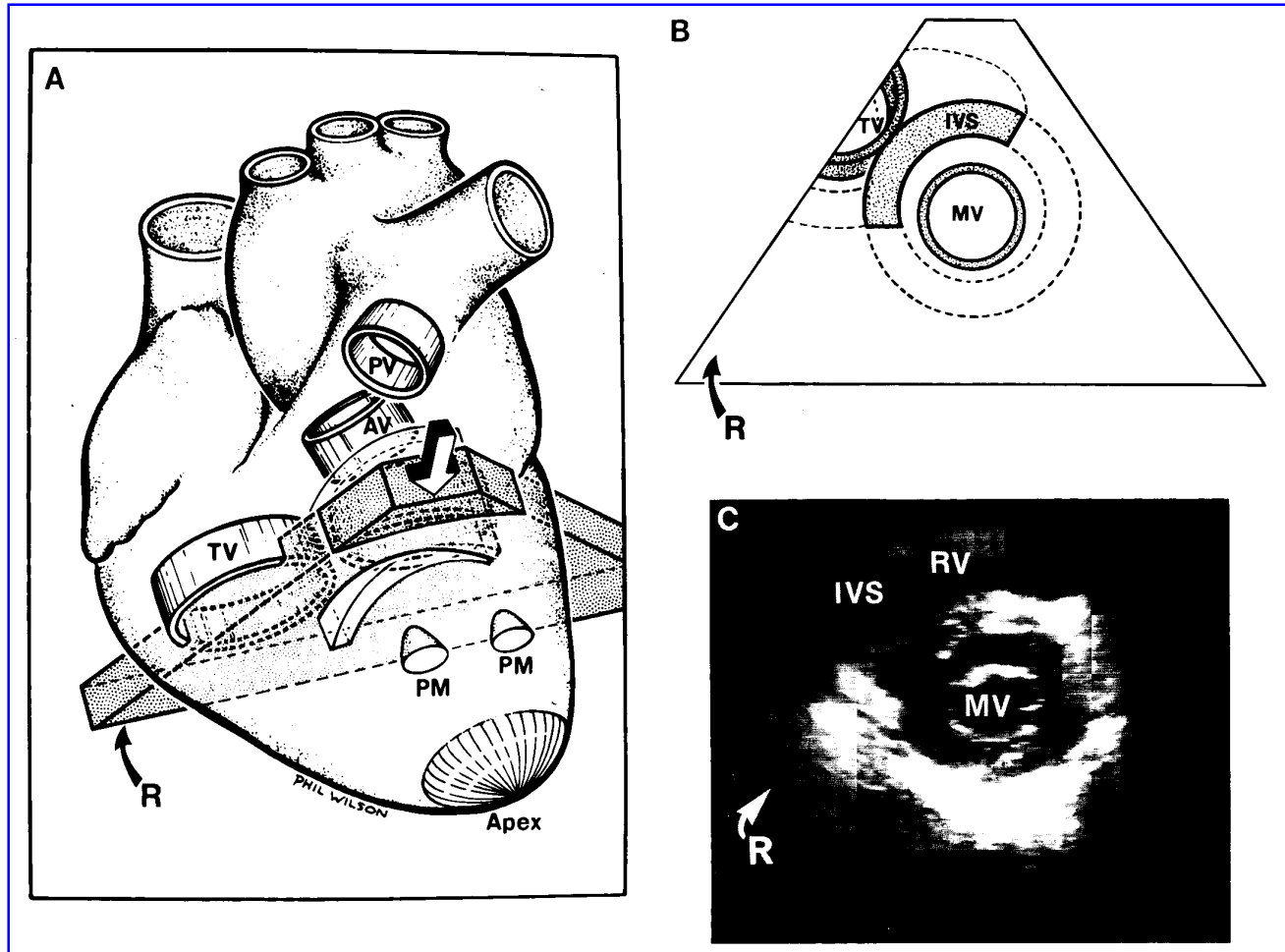


# Vận động đầu dò

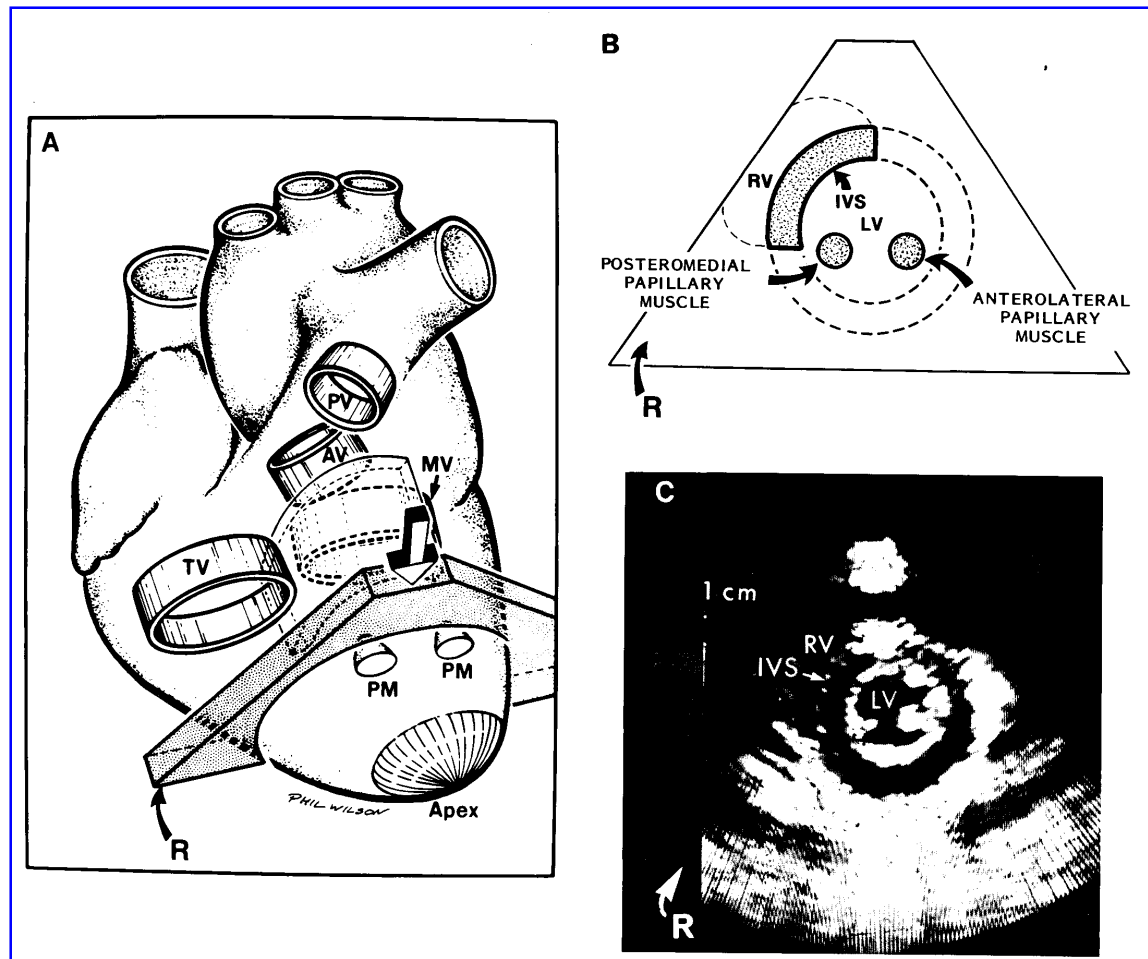
TL: Otto CM. textbook of Clinical echocardiography. Elsevier 2013, 5<sup>th</sup> ed. p. 1-30



# Siêu âm hai chiều : mặt cắt cạnh ỨC TRỰC NGANG, ngang van 2 lá

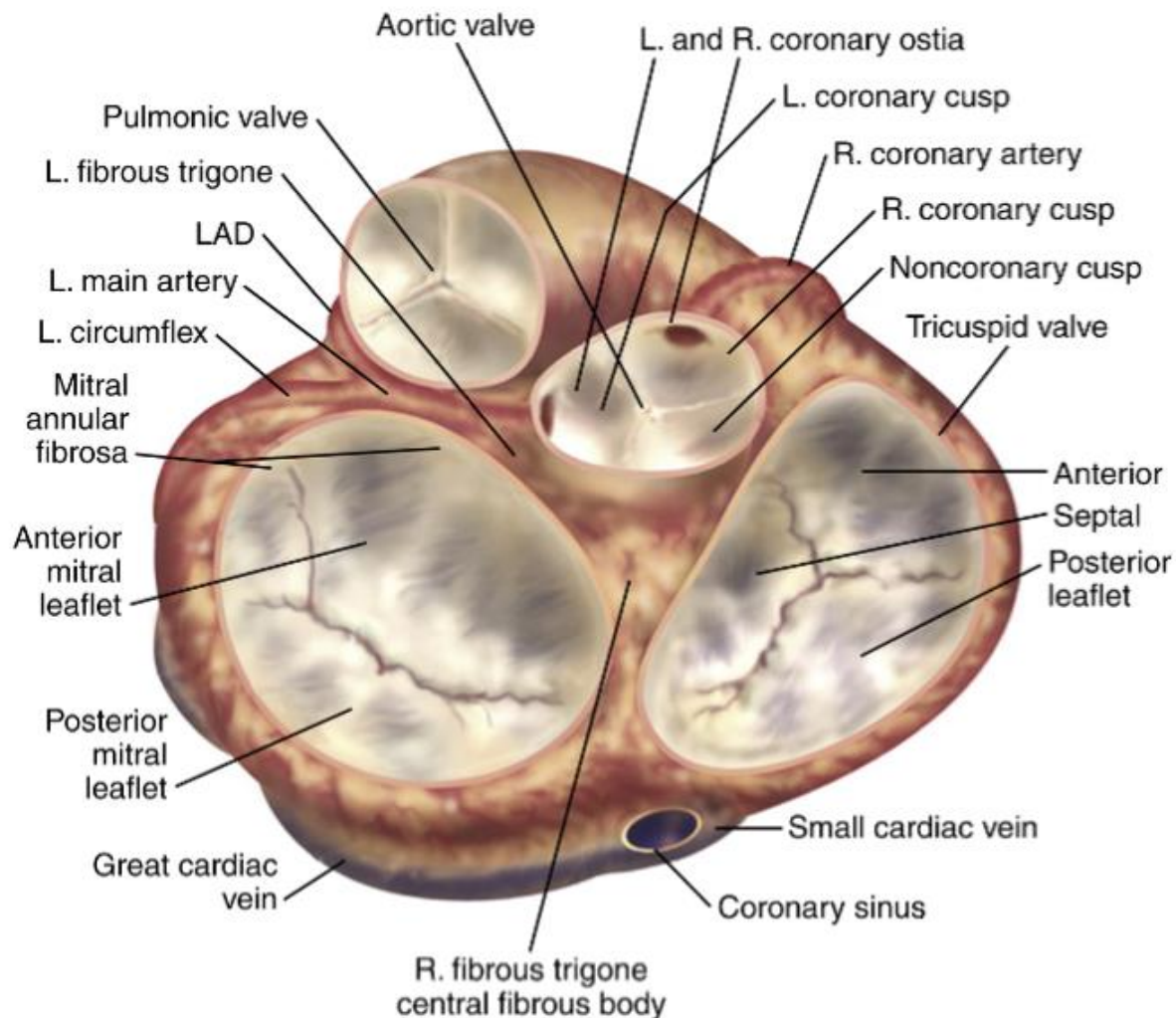


# Siêu âm hai chiều : mặt cắt cạnh ức trực ngang, ngang cột cơ

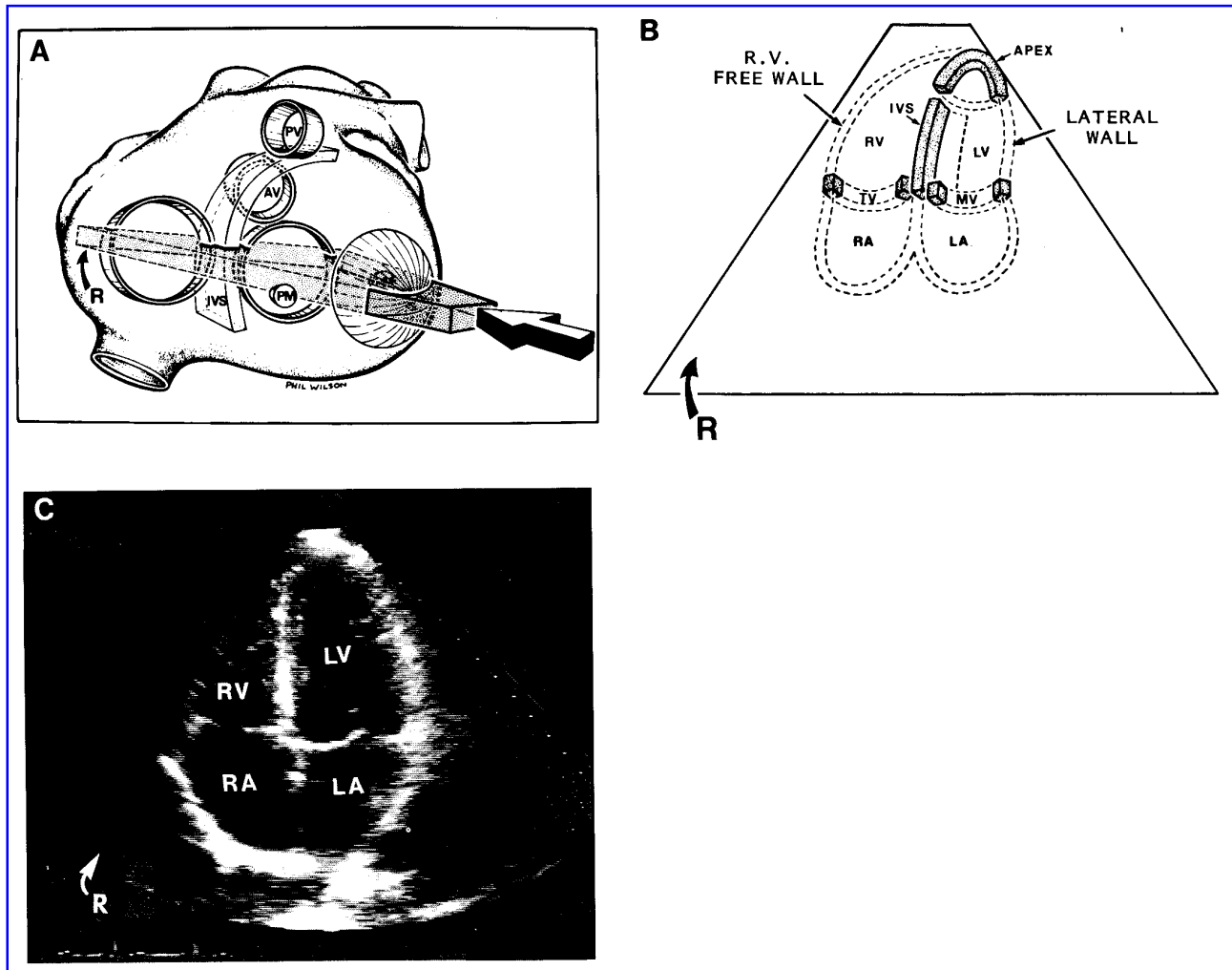




# Tương quan cơ thể học giữa các van tim

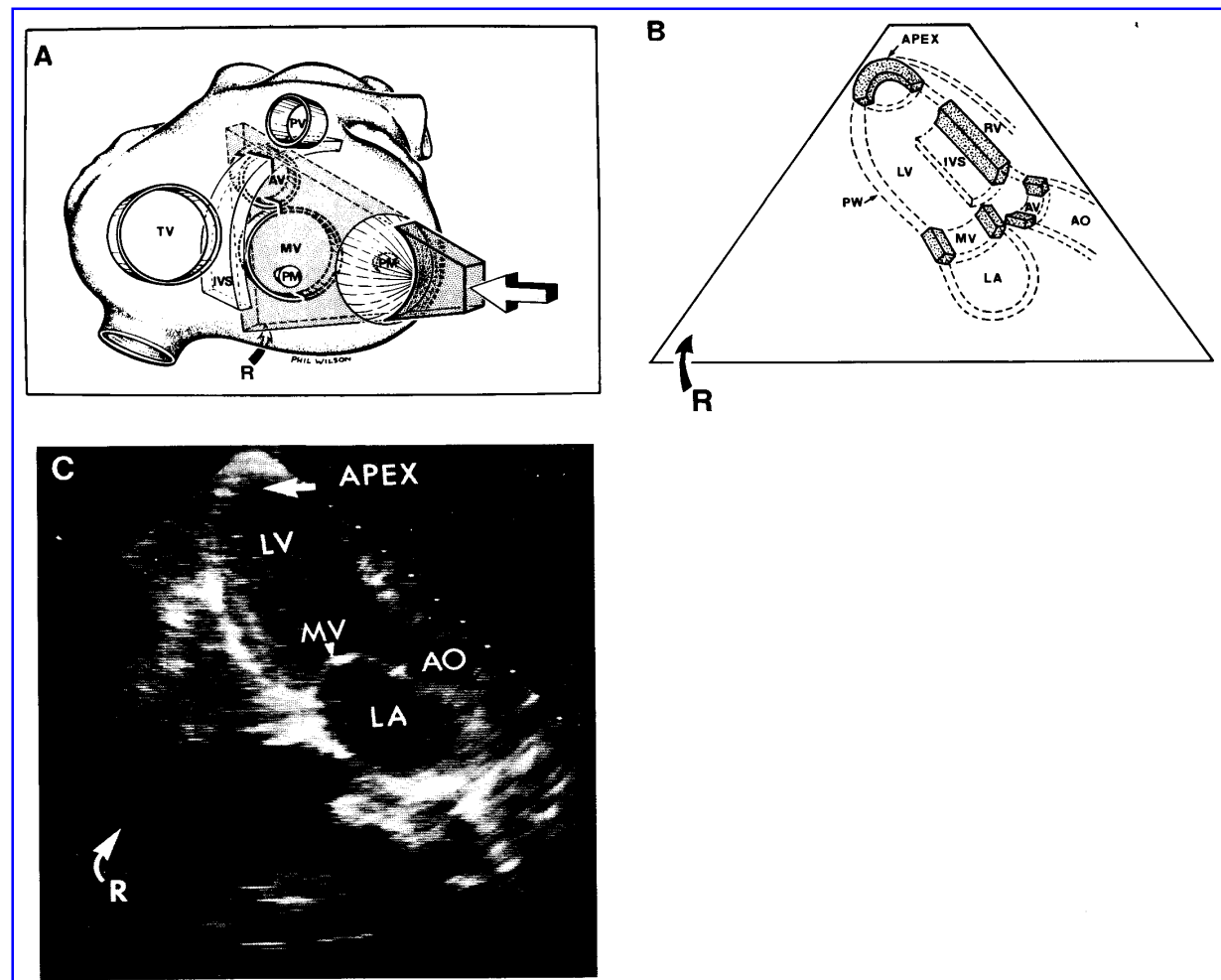


# Siêu âm hai chiều : mặt cắt 4 buồng từ mỏm

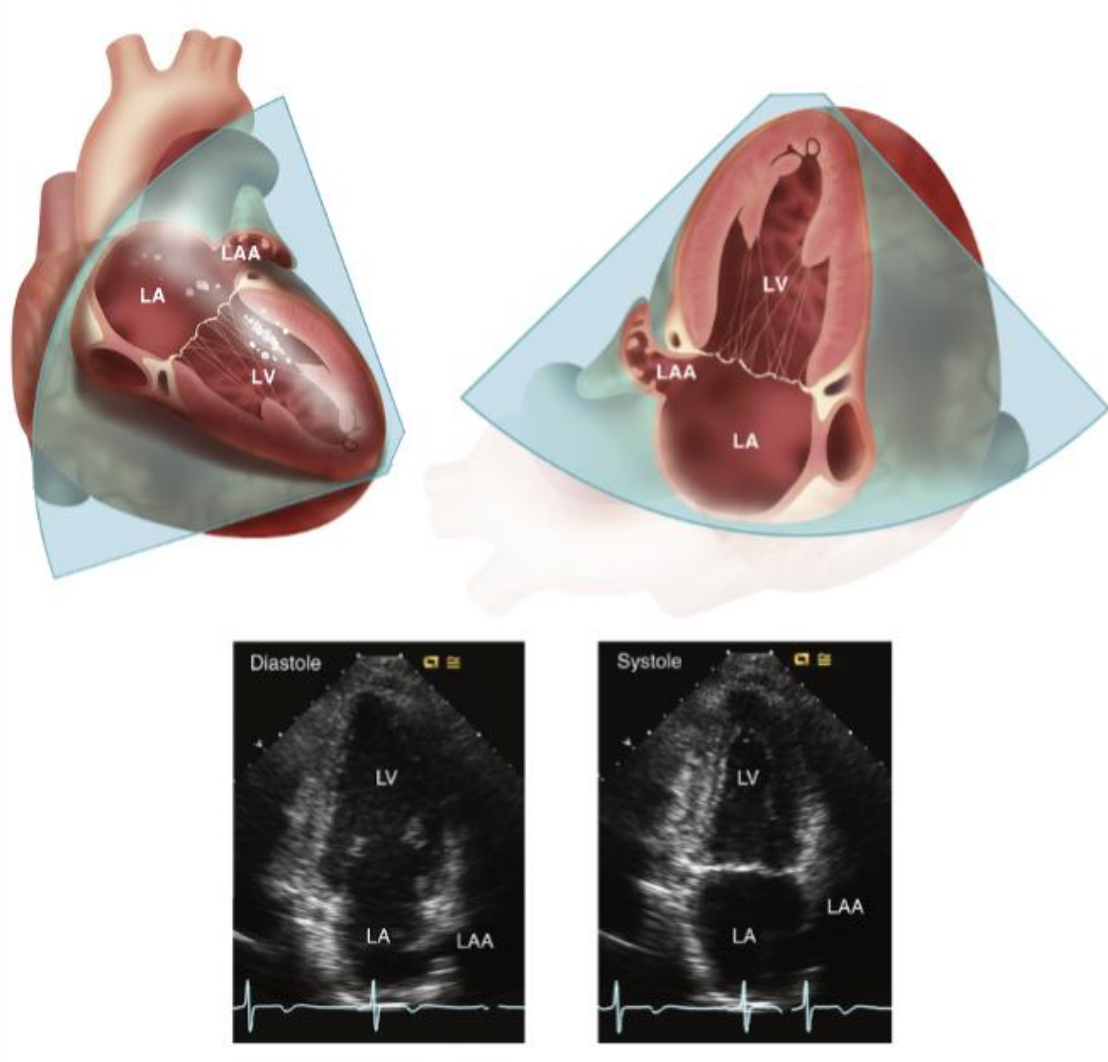




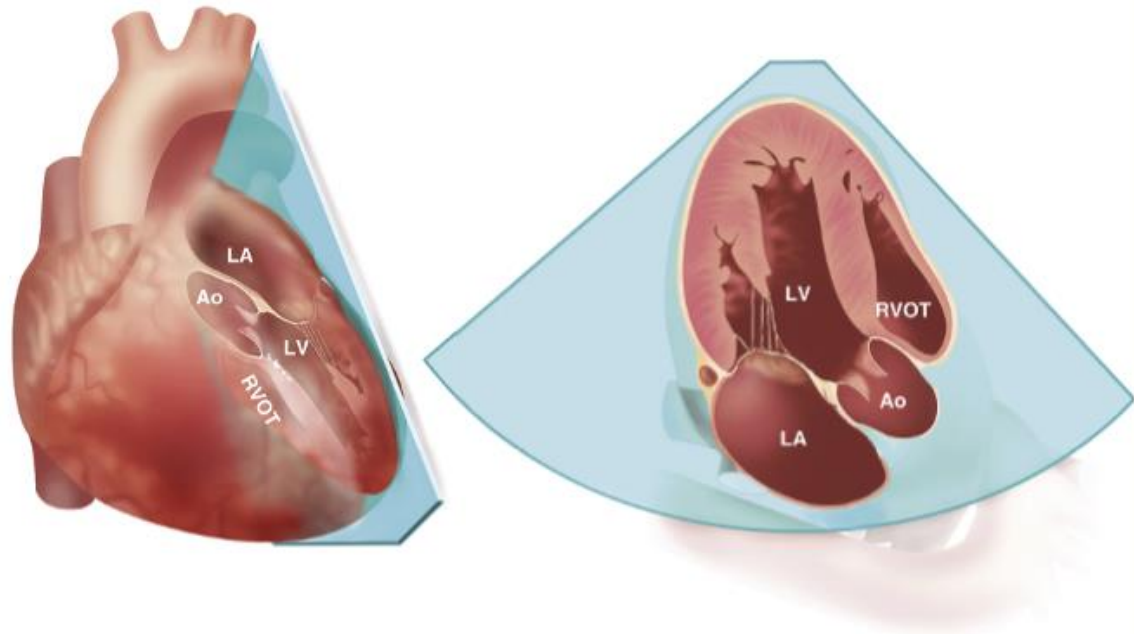
# Siêu âm hai chiều : mặt cắt 3 buồng từ mỏm



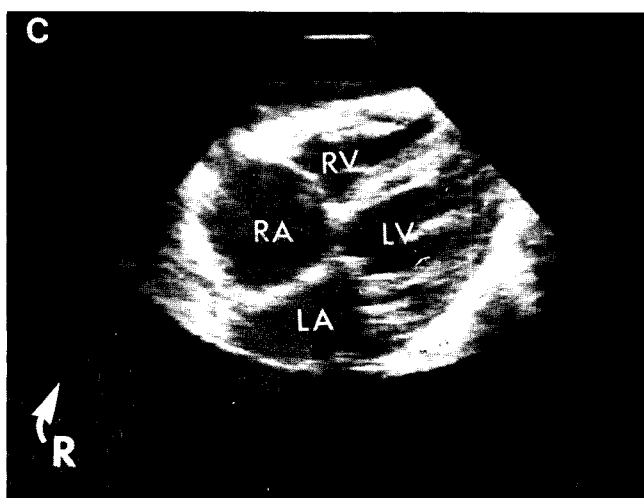
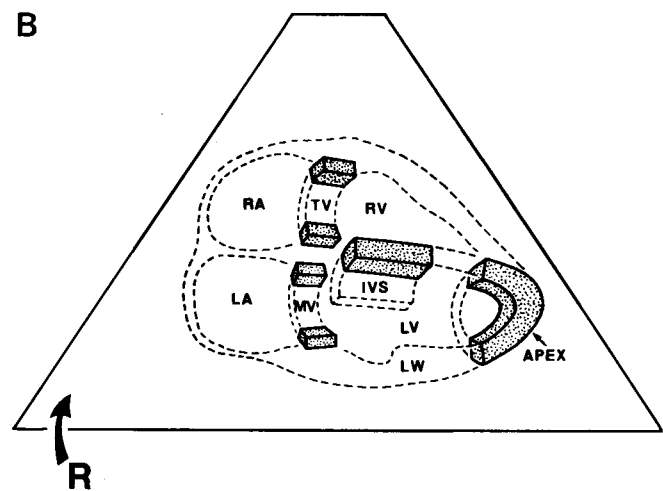
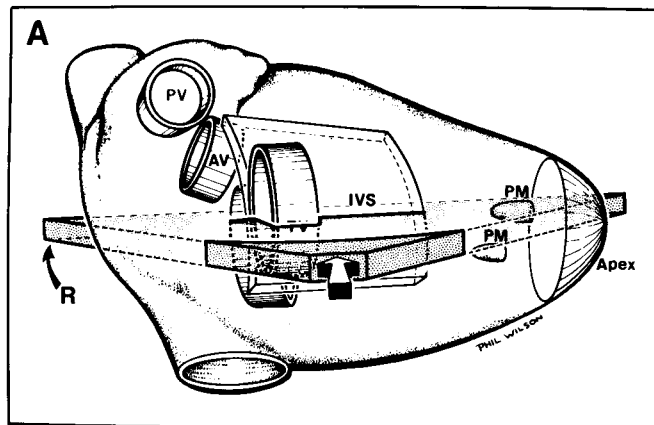
# Mặt cắt 2 buồng từ mỏm



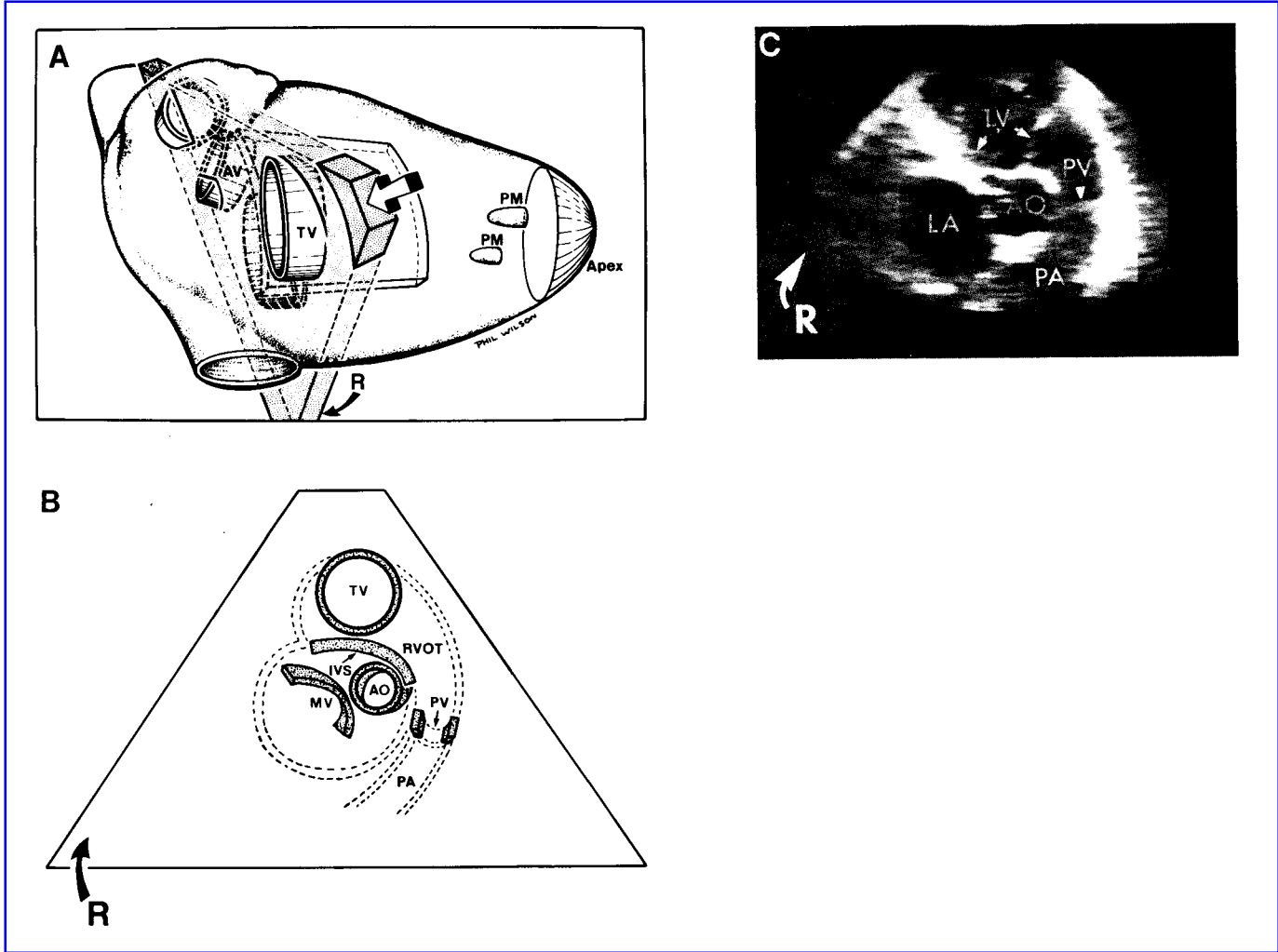
# Mặt cắt trục dọc từ mỏm (Apical long-axis view)



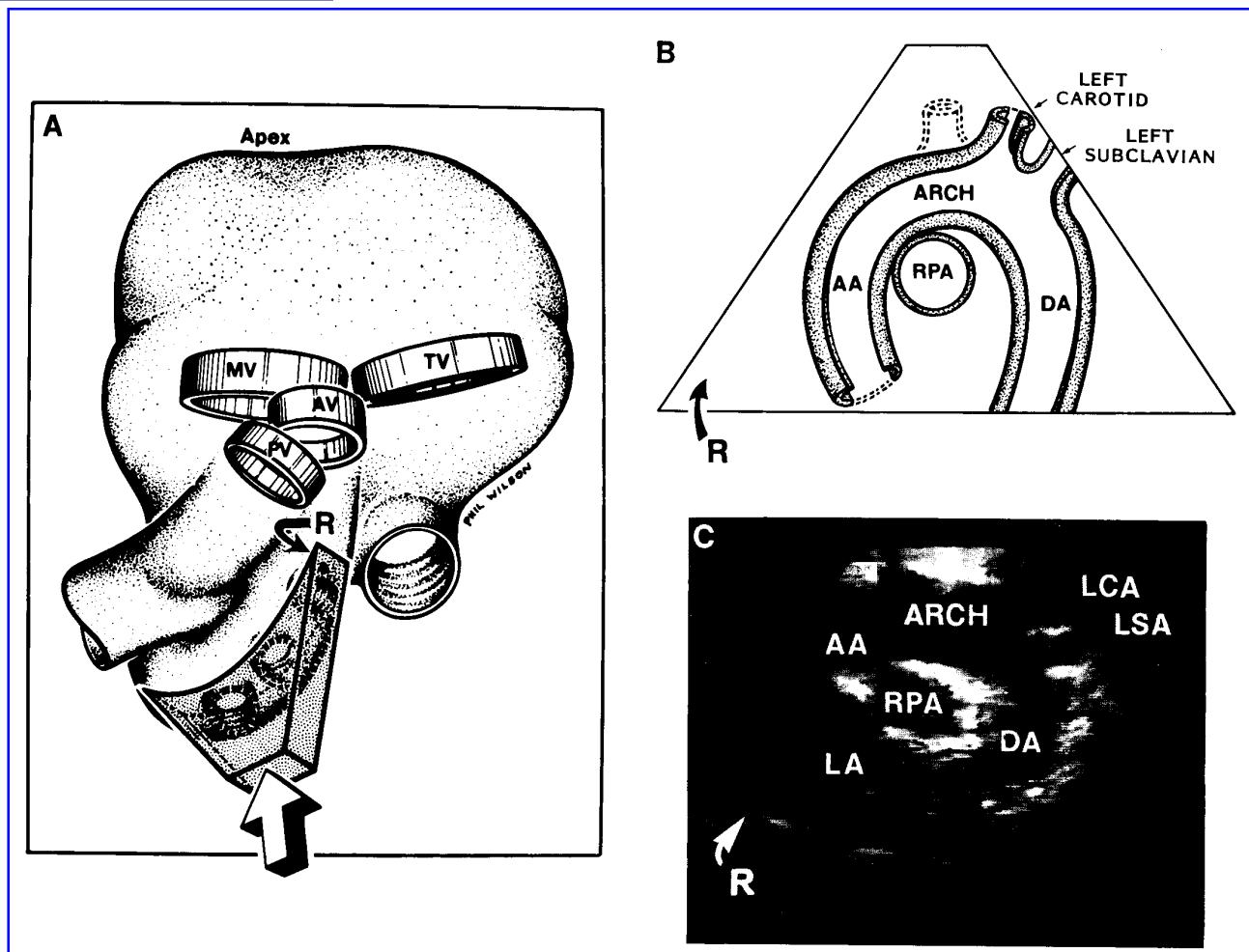
# Siêu âm hai chiều : mặt cắt 4 buồng dưới sườn



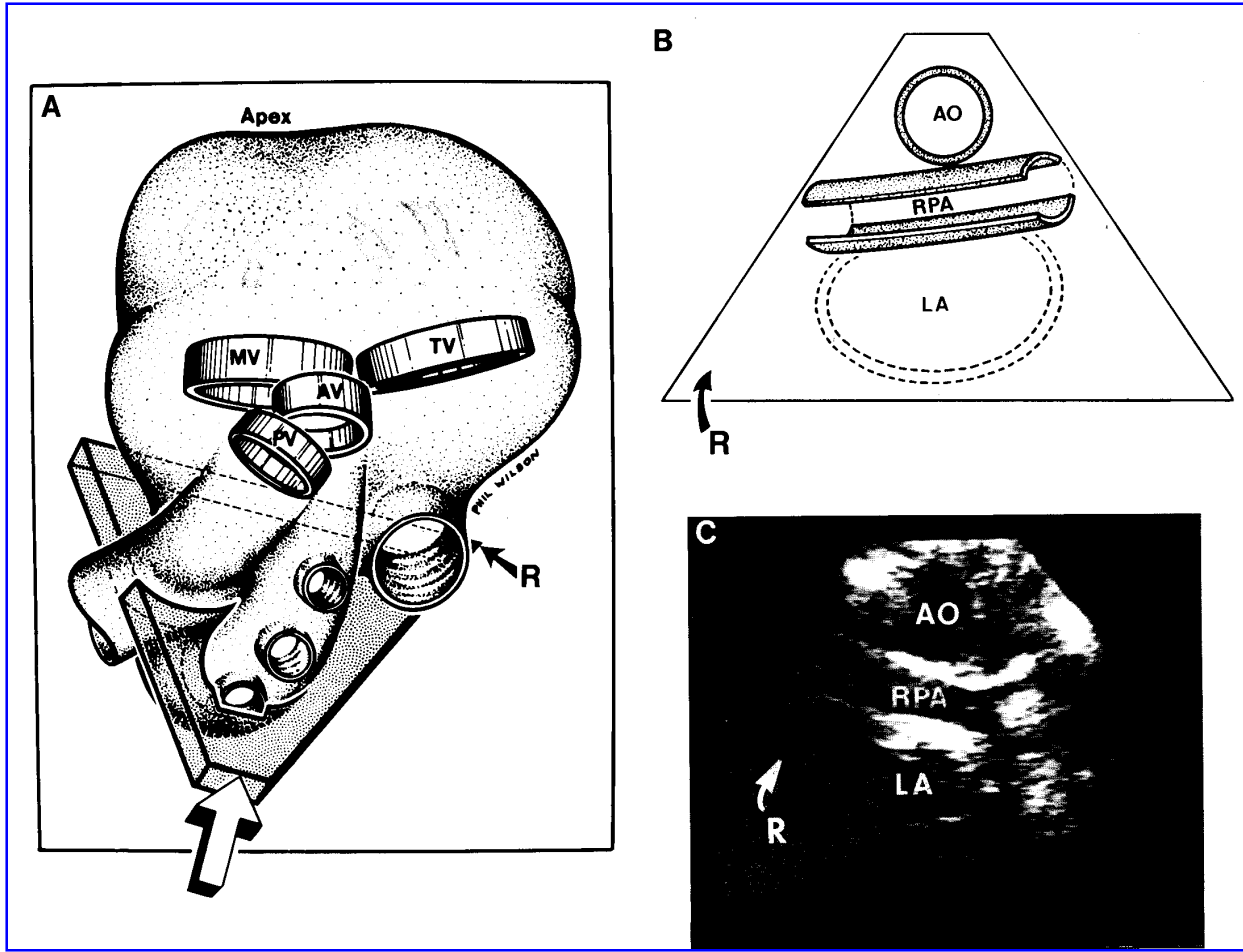
# Siêu âm hai chiều : mặt cắt dưới sườn theo trục ngang



# Siêu âm hai chiều : mặt cắt cơ bản trên hõm ức



# Siêu âm hai chiều : mặt cắt theo trục ngang ĐMC



# SO SÁNH GIỮA SIÊU ÂM 2D VÀ DOPPLER

	<b>2D</b>	<b>Doppler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>-Mục tiêu siêu âm</li><li>-Mục tiêu chẩn đoán</li><li>-Kiểu thông tin</li><li>-Đường cắt lý tưởng</li><li>-Tần số đầu dò ưa thích</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mô</li><li>Giải phẫu học</li><li>Cấu trúc</li><li>Thẳng góc</li><li>Cao</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Máu</li><li>Sinh lý học</li><li>Chức năng</li><li>Song song</li><li>Thấp</li></ul>

TL : Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's echocardiography, 6<sup>th</sup> ed 2005. Lippincott Williams & Wilkins, p. 32



# KỸ THUẬT KHÁM NGHIỆM BẰNG SIÊU ÂM TIM

## SIÊU ÂM DOPPLER

Vận tốc máu trong buồng tim và mạch máu .

$$F_d = 2F_o \times V \times \cos q / C \quad \text{hay}$$

$$V = \frac{F_d \times C}{2 F_o \cos q}$$

$F_o$  : Chùm phát ra

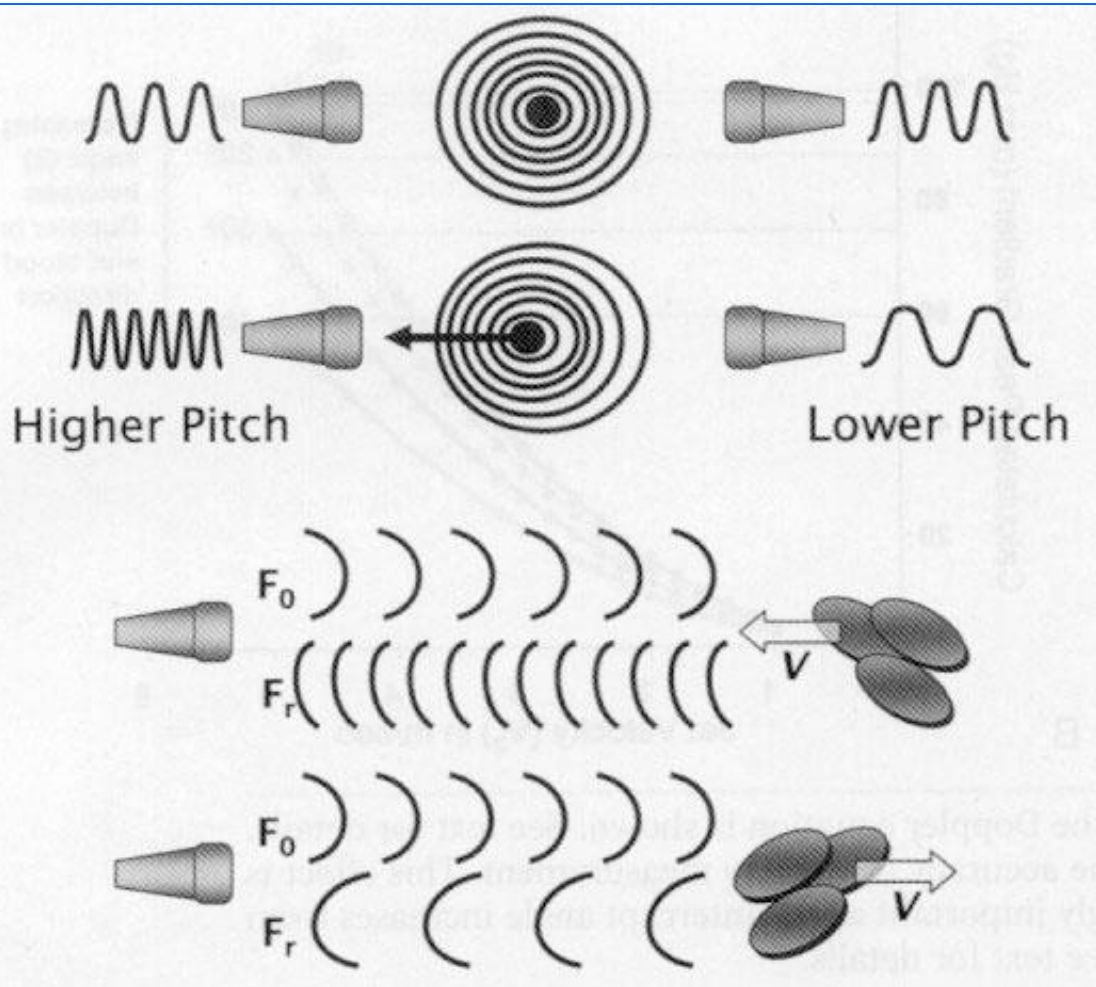
$F_d$  : Chuyển dịch Doppler

$q$  : Góc tạo bởi chùm tia Doppler phát ra và hướng dòng máu

$C$  : Hằng số

$V$  : Vận tốc dòng máu

# NGUYÊN LÝ CƠ BẢN CỦA HIỆN TƯỢNG DOPPLER



- Pitch = Frequency = tần số
- $F_0$  (emitted frequency) = tần số tia phóng ra
- $F_r$  (reflected frequency) = tần số tia phản hồi

TL : Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T.  
Feigenbaum's echocardiography, 6<sup>th</sup> ed 2005.  
Lippincott Williams & Wilkins, p. 33

# KỸ THUẬT KHÁM NGHIỆM BẰNG SIÊU ÂM TIM SIÊU ÂM DOPPLER

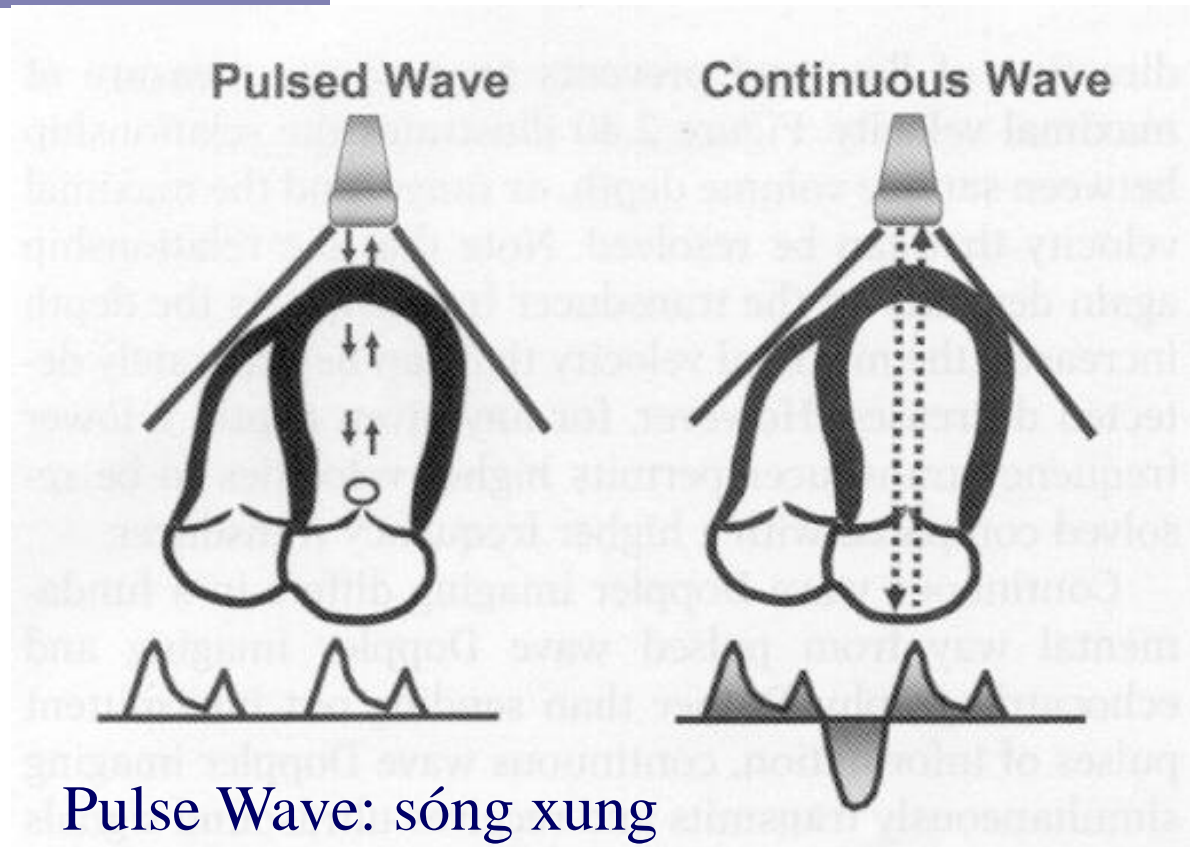
## 1. Phân tích các biểu hiện Doppler

- Bảng nghe
- Bảng hình ảnh

## 2. Các hệ thống ghi Doppler

- Doppler xung (Pulsed Doppler)
  - LPRF, HPRF - Hiện tượng phủ trùm (Aliasing)  
(LPRF : Low Pulsed Repetition Frequency)
- Doppler liên tục (Continuous Doppler)
- Doppler màu (Color Doppler)

# SỰ KHÁC BIỆT GIỮA DOPPLER XUNG VÀ DOPPLER LIÊN TỤC

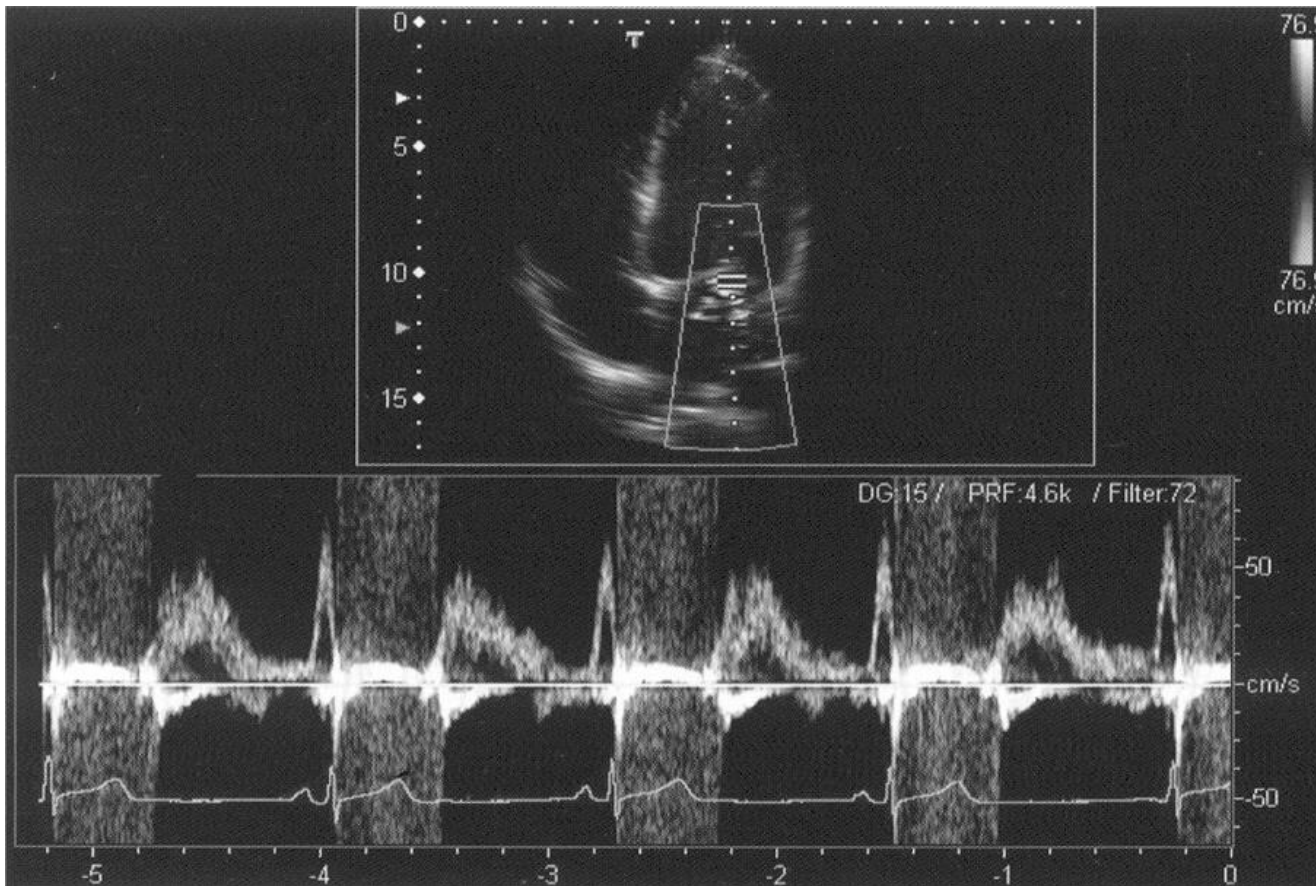


Pulse Wave: sóng xung

Continuous Wave: sóng liên tục

TL : Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's echocardiography, 6<sup>th</sup> ed 2005. Lippincott Williams & Wilkins, p.

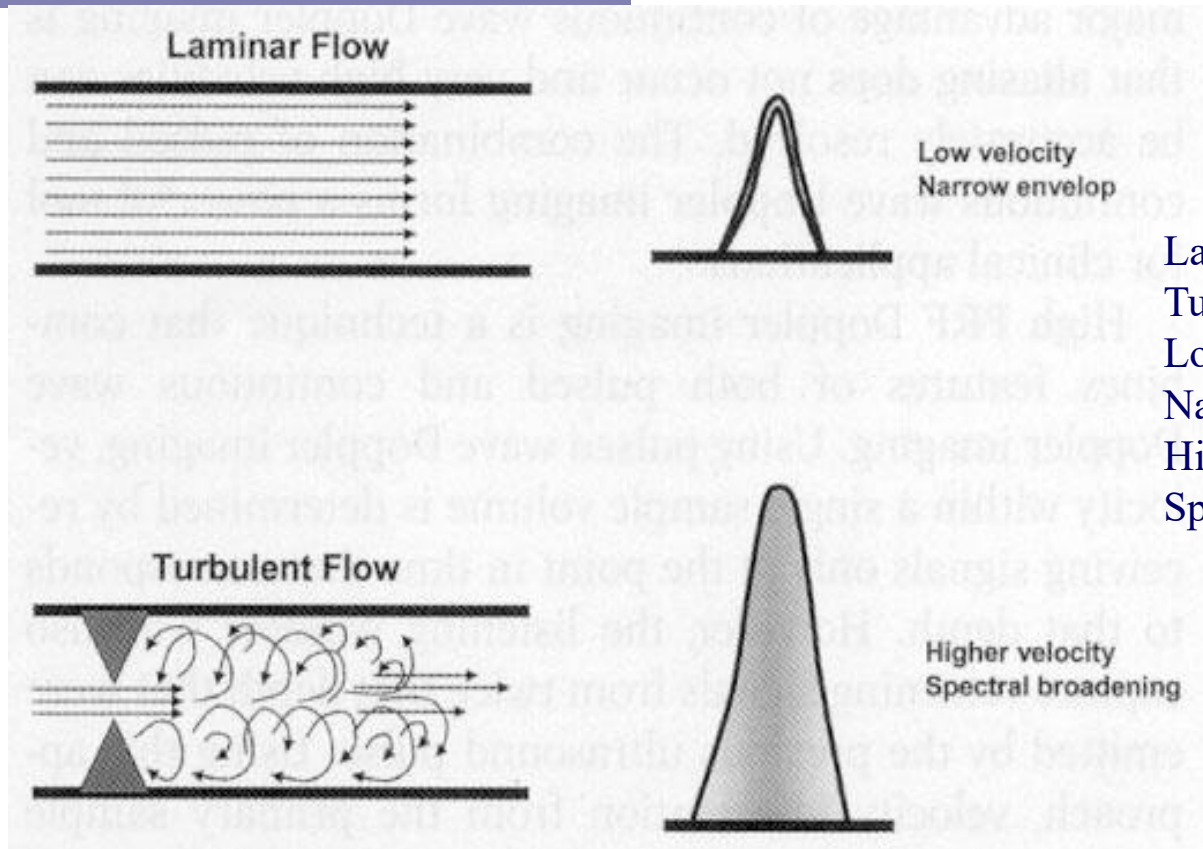
# MỘT VÍ DỤ VỀ HIỆN TƯỢNG PHỦ TRÙM (ALIASING)



TL : Feigenbaum H, Armstrong WF,  
Ryan T. Feigenbaum's  
echocardiography, 6<sup>th</sup> ed 2005.  
Lippincott Williams & Wilkins, p.  
36

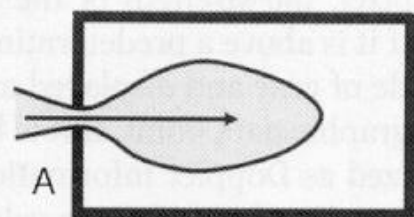


# VẬN TỐC DÒNG CHẢY TĂNG, PHỔ DOPPLER RỘNG HƠN

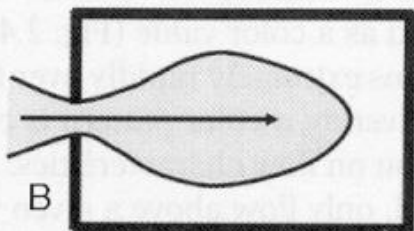


Laminar Flow: Dòng chảy lớp  
Turbulent Flow: Dòng chảy xoáy  
Low velocity: Vận tốc thấp  
Narrow envelop: phổ hẹp  
Higher velocity: Vận tốc cao hơn  
Spectral broadening: phổ rộng

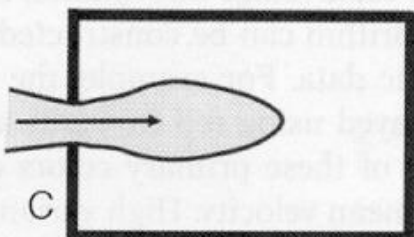
# TƯƠNG QUAN GIỮA DIỆN TÍCH LỖ HỞ VỚI VẬN TỐC DÒNG CHẢY VÀ TÍNH HIỆU DOPPLER MÀU



Small ROA  
High velocity jet  
Jet area = X



Moderate ROA  
Greater flow volume  
Jet area > X



Large ROA  
Lower velocity of flow  
Jet area < X

ROA: Regurditant orifice area (diện tích lỗ hở phụt ngược)

High velocity jet: vận tốc dòng chảy cao

Greater flow volume: thể tích dòng chảy lớn

Lower velocity of flow: thể tích dòng chảy nhỏ

TL : Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's echocardiography, 6<sup>th</sup> ed 2005. Lippincott Williams & Wilkins, p. 40

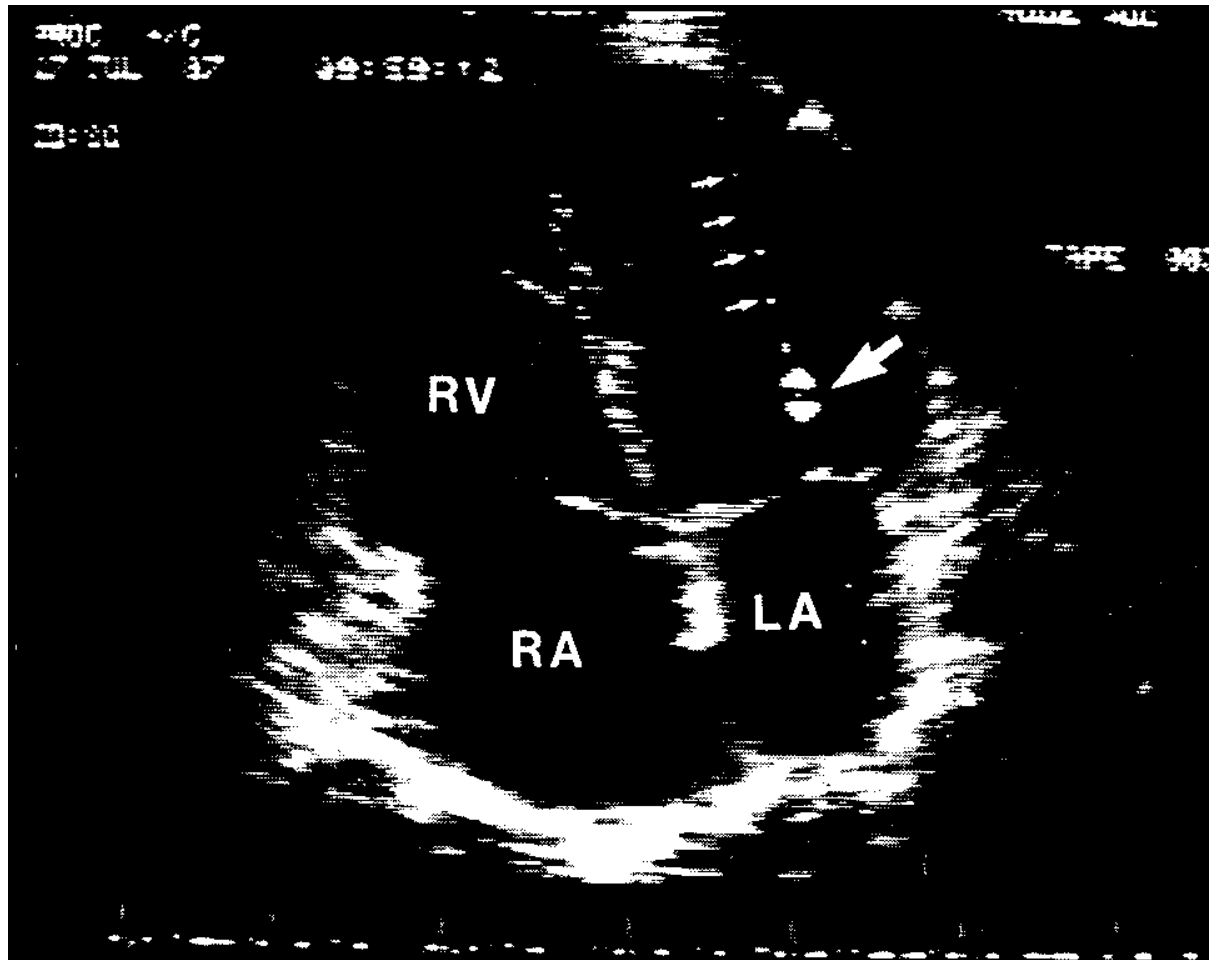


# KỸ THUẬT KHÁM NGHIỆM BẰNG SIÊU ÂM TIM SIÊU ÂM DOPPLER: KHẢO SÁT CÁC DÒNG BÌNH THƯỜNG

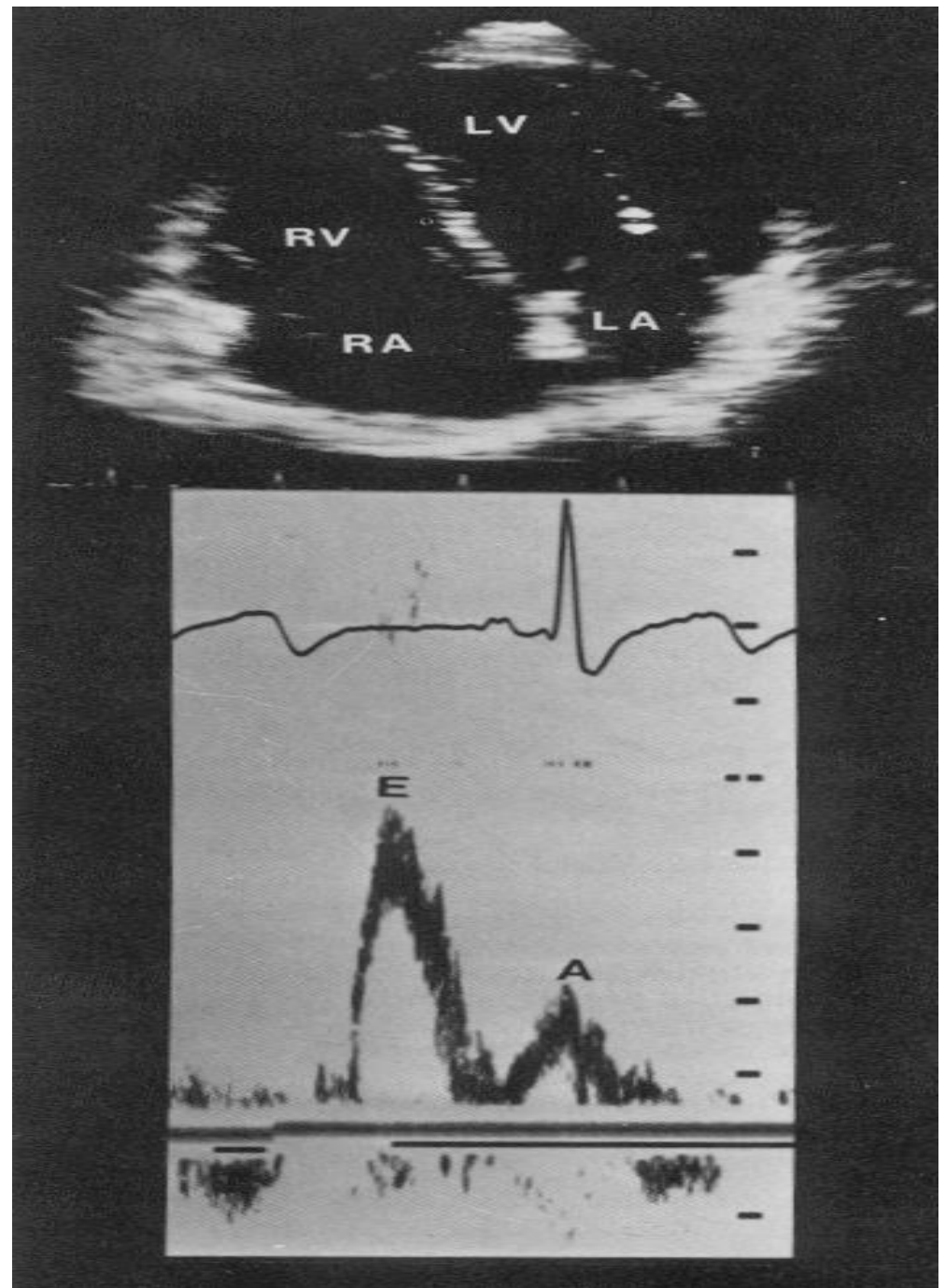
- Dòng van 2 lá :
  - \* Sóng E; sóng A
  - \*  $E/A > 1$
  - \* V sóng E: 0,9m / giây (0,6 - 1,3 m/giây)
- Dòng ĐMC : V = 1,35 m/giây (1 - 1,7 m/giây)
- Dòng 3 lá : V = 0,5 m/giây (0,3 - 0,7 m/giây)
- Dòng ĐMP : V = 0,75 m/giây (0,6 - 0,9 m/giây)

## KỸ THUẬT KHÁM NGHIỆM BẰNG SIÊU ÂM TIM

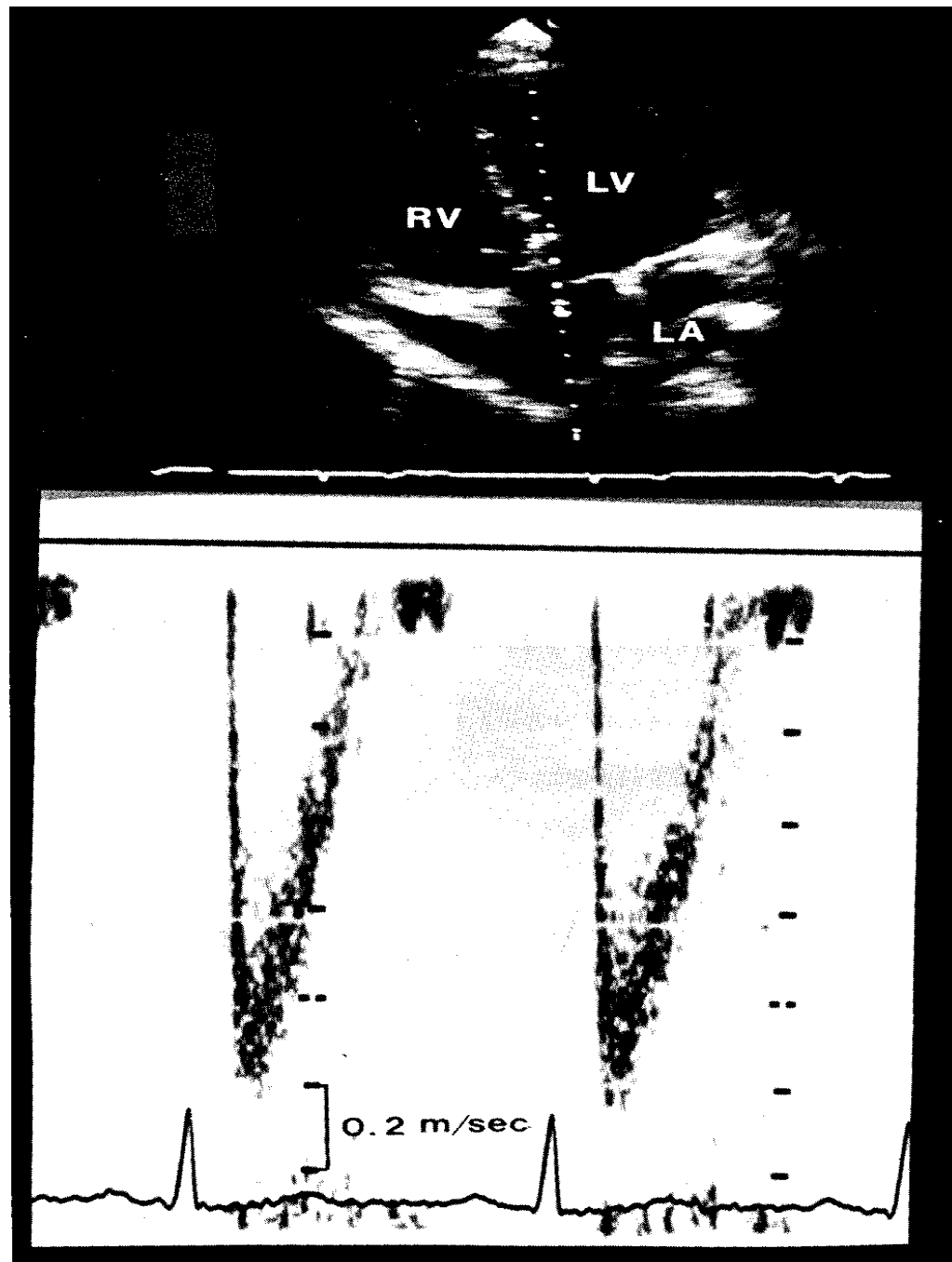
### DOPPLER XUNG: CON TRỎ (CURSOR) VÀ MẪU ĐỊNH VỊ (SAMPLE VOLUME LOCATOR)



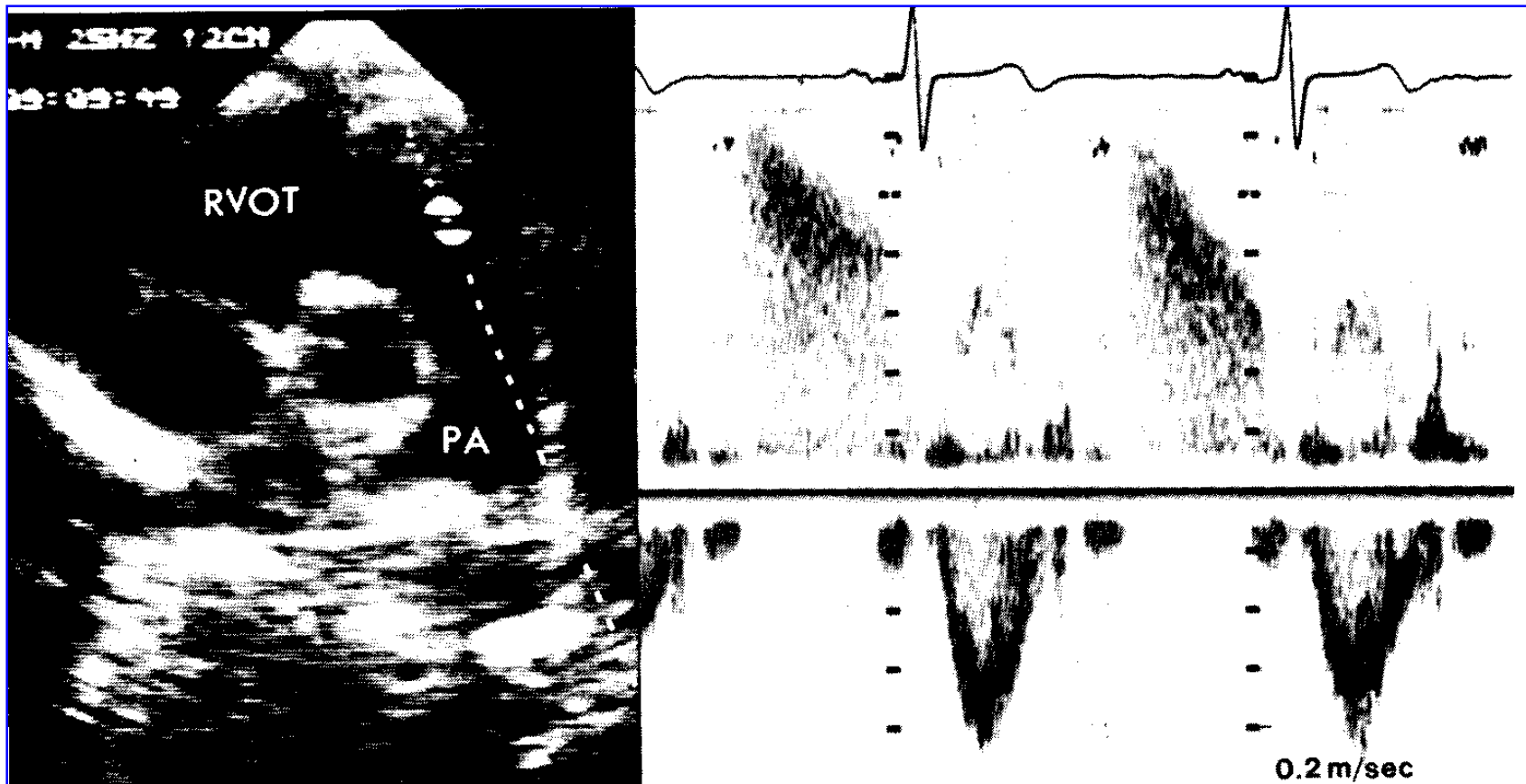
# DOPPLER DÒNG VAN 2 LÁ (NHĨ TRÁI --> THẤT TRÁI)



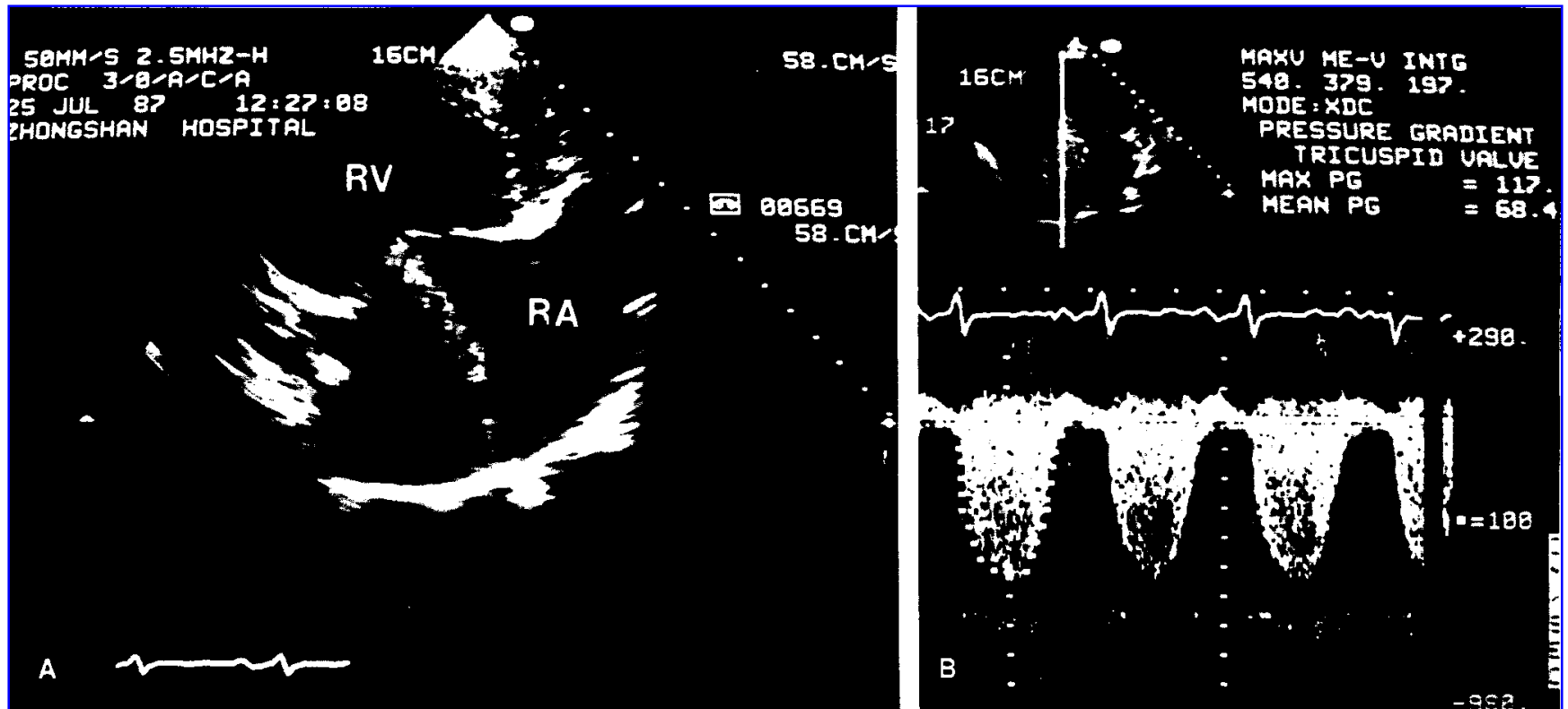
# DOPPLER DÒNG MÁU QUA VAN ĐMC



# DOPPLER DÒNG MÁU QUA VAN ĐMP



# DOPPLER DÒNG HỞ VAN 3 LÁ





# ÁP DỤNG LÂM SÀNG CỦA DOPPLER TIM

- Đo diện tích mở van 2 lá:

**Công thức Liv Hattle  $S = 220 / PHT$**

PHT = Pressure Half Time

- Độ chênh áp lực ngang van:

**Công thức Bernouilli giản lược :  $\Delta P = 4V^2$**

- Đo diện tích mở van bằng phương trình liên tục:

$$V1 \times S1 = V2 \times S2$$

# ÁP DỤNG LÂM SÀNG CỦA DOPPLER TIM

- Đo cung lượng tim:

$$CLT = TPVTM \times DT \times TS$$

TPVTM : Tích phân vận tốc máu theo thời gian VTI  
(Velocity time integral)

DT : Diện tích van (cm<sup>2</sup>)

TS : Tần số tim

- Phát hiện dòng chảy thông trong tim (Shunts):

TD: TLN, TLT,...

- Đo áp lực ĐMP
- Phát hiện và định lượng hở van

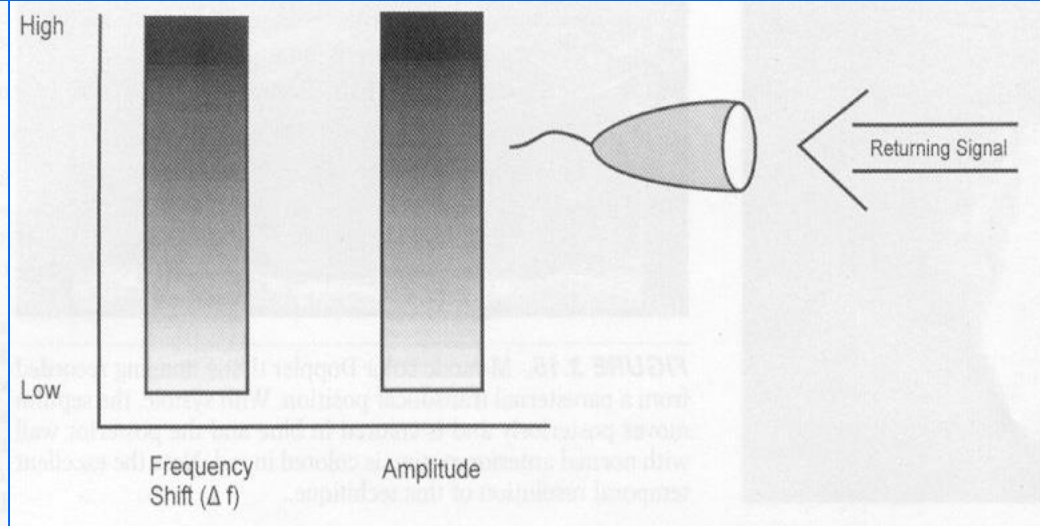
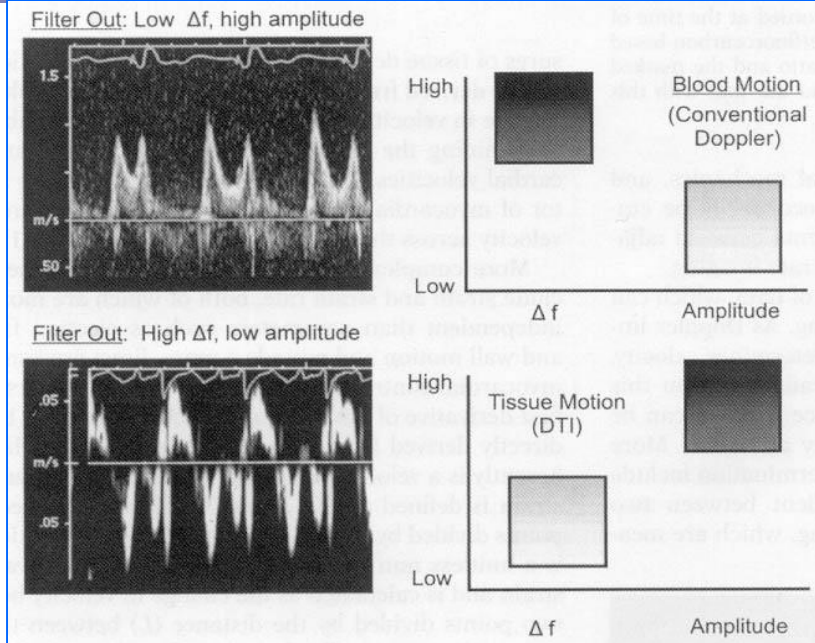
# CÁC KỸ THUẬT MỚI

- Siêu âm tim trong lòng ĐMV
- Siêu âm trong buồng tim
- Siêu âm tim 3 chiều
- Doppler mô cơ tim (Tissue Doppler Imaging-TDI)

# DOPPLER MÔ CƠ TIM

- Củng nguyên tắc Doppler dòng máu
- Mục tiêu : mô cơ tim thay vì hồng cầu

# NGUYÊN TẮC DOPPLER MÔ CƠ TIM



Amplitude: biên độ

Frequency shift ( $\Delta f$ ): tần số chuyển dịch

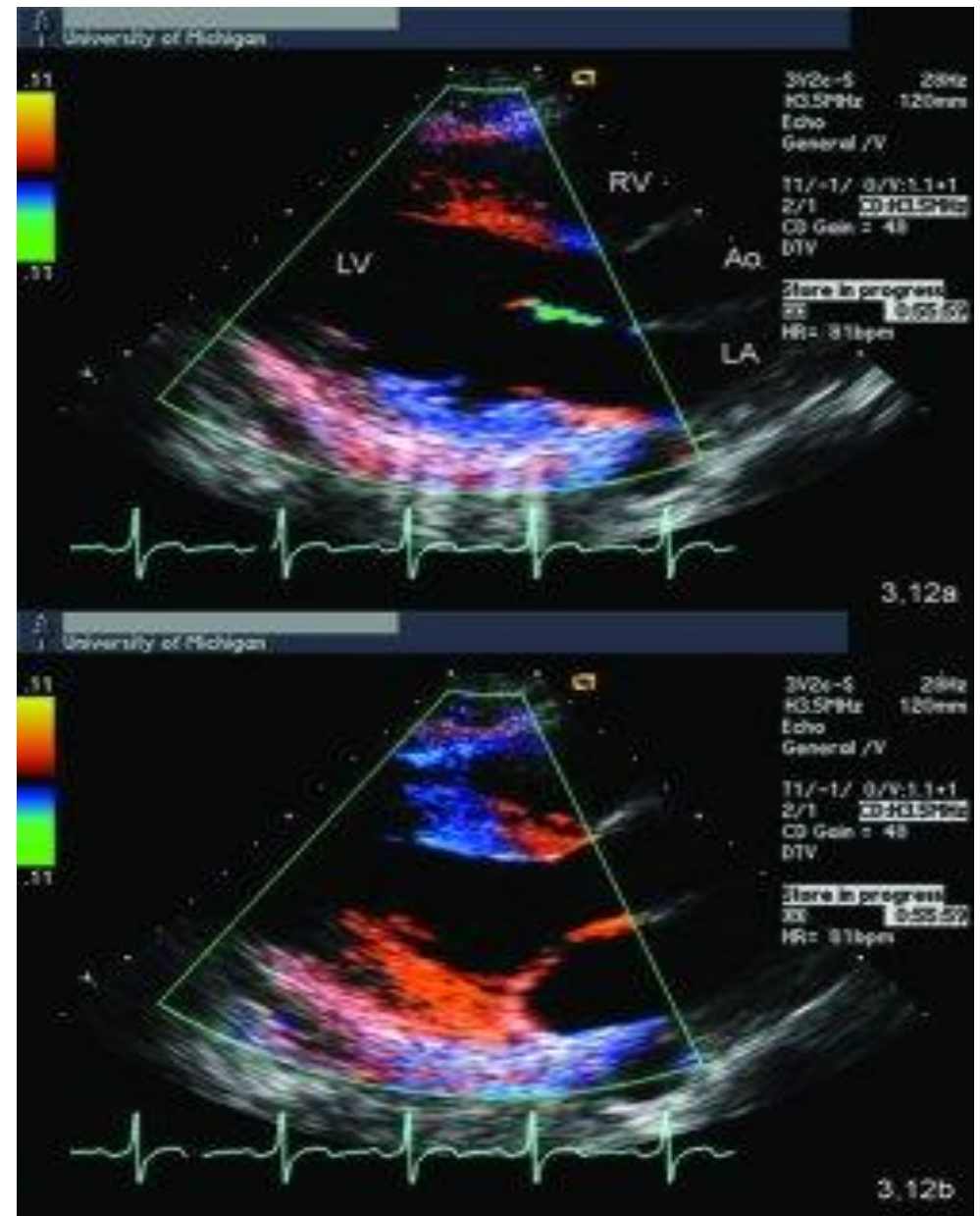
Returning signal: tín hiệu phản hồi

Filter out: mức lọc; low  $\Delta f$ : tần số chuyển dịch thấp

Low amplitude: biên độ thấp; Blood Motion: vận động của máu

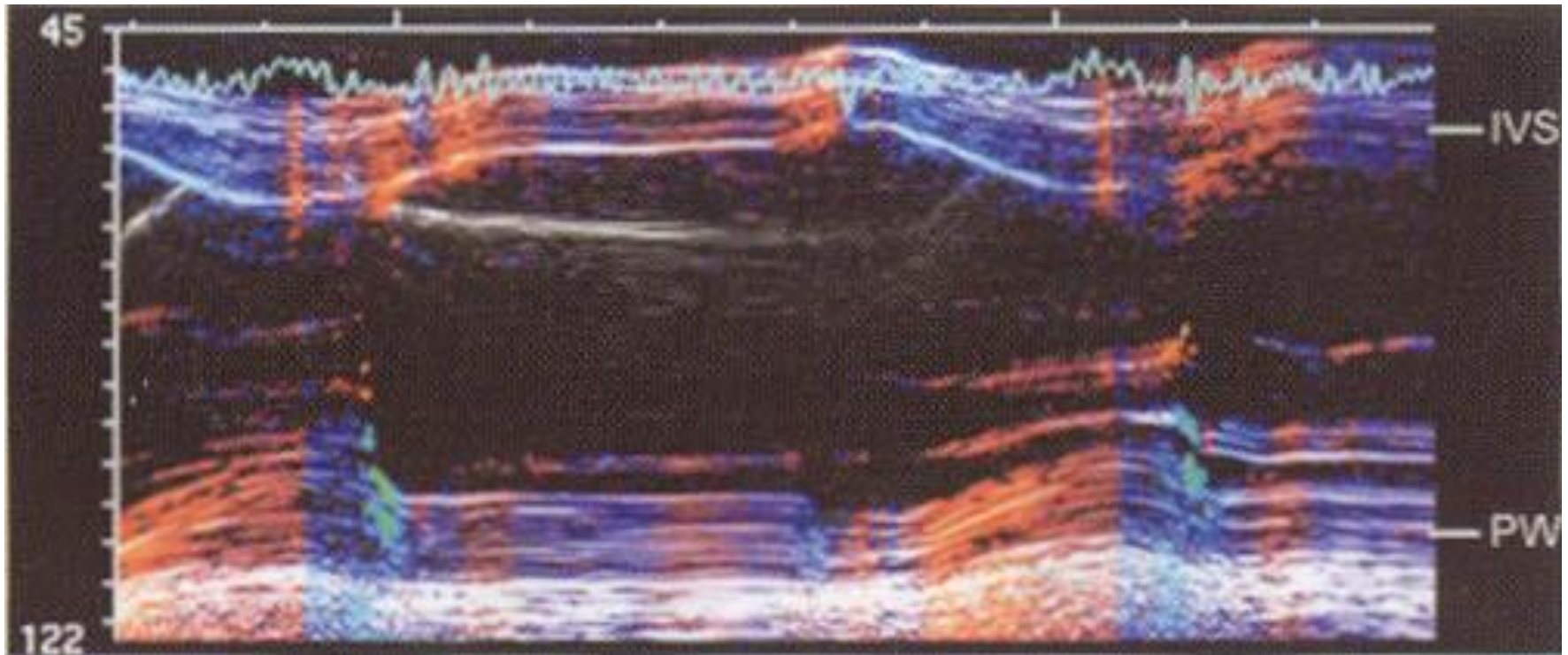
Tissue motion: vận động của mô

**DOPPLER MÔ CƠ TIM :  
MÔ CƠ TIM XA ĐẦU DÒ  
MÀU XANH, VỀ PHÍA  
ĐẦU DÒ (TÂM THU) CHO  
MÀU ĐỎ**



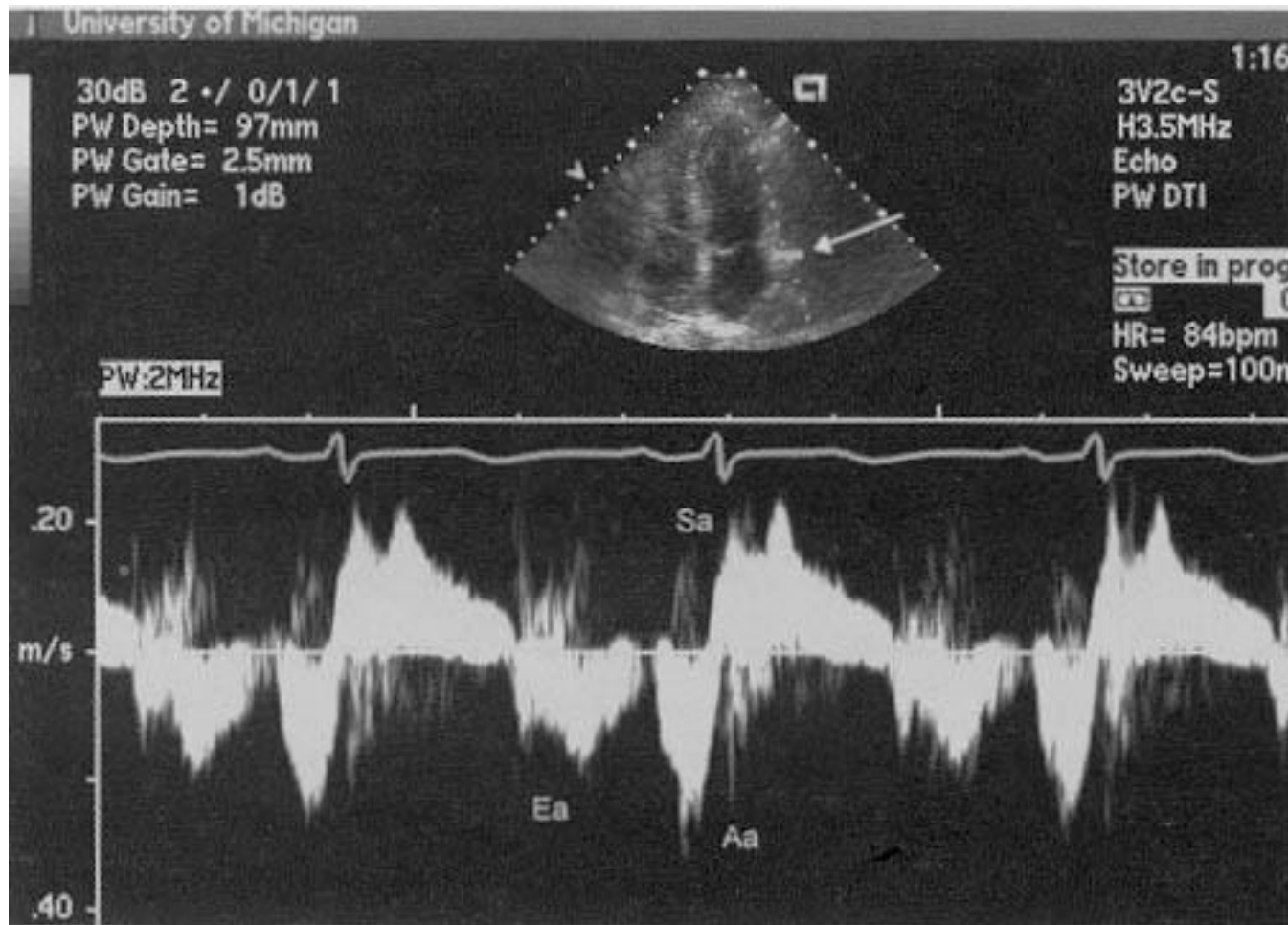


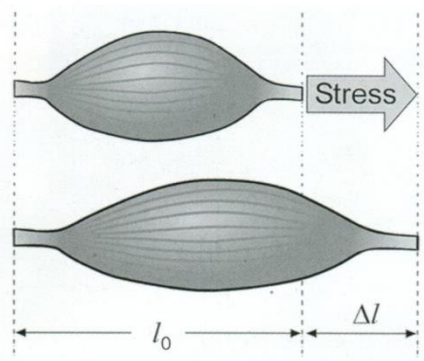
# DOPPLER MÔ CƠ TIM : TM



TL : Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's echocardiography, 6<sup>th</sup> ed 2005. Lippincott Williams & Wilkins, p. 54

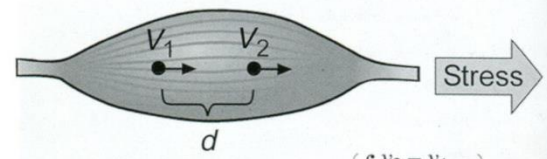
# DOPPLER MÔ CƠ TIM : CẮT DOPPLER XUNG Ở PHẦN BÊN VÒNG VAN 2 LÁ





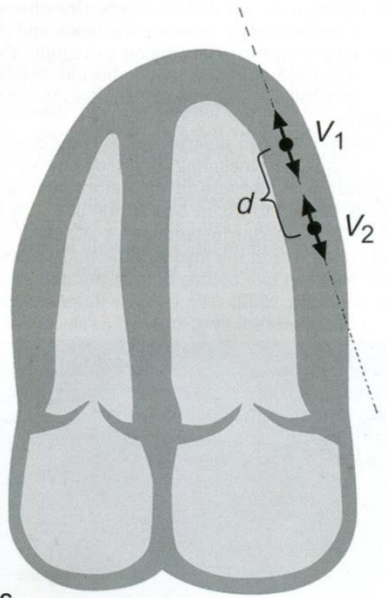
$$S(\epsilon) = \frac{\Delta l}{l_0} \quad SR = \frac{dS}{dt} = \frac{\Delta l / l_0}{\Delta t}$$

A

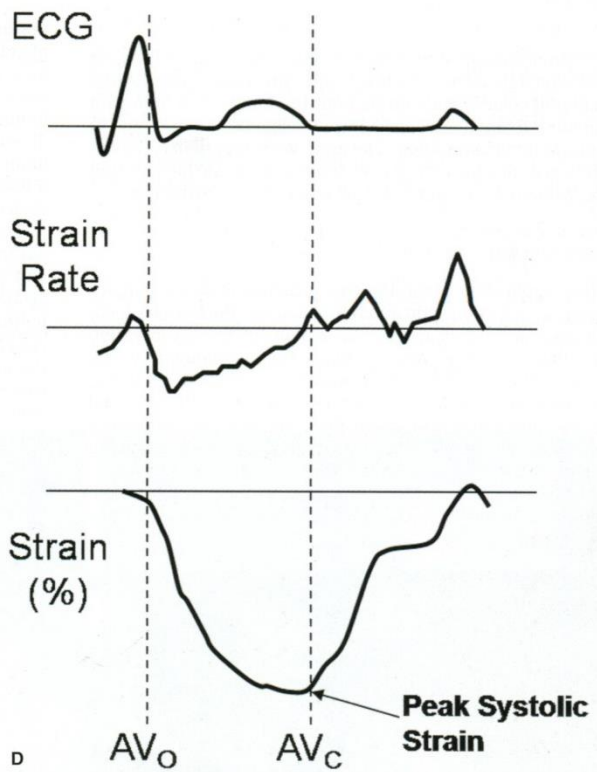


$$SR = \frac{v_2 - v_1}{d} \quad SR = e^{\left( \int \frac{v_2 - v_1}{d} dt \right)} - 1$$

B



C



D

# SƠ ĐỒ BIỂU THỊ PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT DOPPLER MÔ VÒNG 2 LÁ Ở 2 ĐIỂM : TÍNH ĐƯỢC STRAIN VÀ STRAIN RATE

- Strain : sức căng
- Strain rate : vận tốc căng
- A: sức căng được đo bằng sự thay đổi chiều dài; từ đó tính vận tốc căng
- B: Trong kỹ thuật Doppler, sử dụng vận tốc (v) thay vì chiều dài để tính sức căng và vận tốc căng
- D: biểu hiện sức căng và vận tốc căng qua doppler mô ở thành bên thất trái
- Avo: van ĐMC mở
- Avc: van ĐMC đóng
- V (velocity): vận tốc

TL : Arm strong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography, 7<sup>th</sup> ed, 2010. Lippin cott William & Wilkins, p 36

# Kích thước vòng van ĐMC và đại động mạch ở người lớn bình thường/siêu âm tim

		Range (cm/m <sup>2</sup> )	
	Range	Indexed to BSA	Upper Limit of Normal
<b>Aorta (End-Diastole)*</b>			
Annulus diameter (cm)	1.4-2.6	1.3±0.1	<1.6
Diameter at leaflet tips (cm)	2.2-3.6	1.7±0.2	<2.1
Ascending aorta diameter	2.1-3.4	1.5±0.2	
Arch diameter (cm)	2.0-3.6		
<b>Mitral Annulus</b>			
End-diastole (cm)	2.7±0.4		
End-systole (cm)	2.9±0.3		
<b>Pulmonary Artery</b>			
Annulus diameter (cm)	1.5-2.1		
Main PA (cm)	0.9-2.9		
<b>Inferior Vena Cava Diameters</b>			
1-2 cm from RA junction (cm)	Normal < 1.7 cm		

BSA, body surface area; PA, pulmonary artery.



# Kích thước buồng tim người lớn bình thường/ siêu âm tim (1)

Chamber	Measurement	Normal Range		Units
		Women	Men	
<b>Left Ventricle</b>				
	Diastolic diameter	3.9-5.3	4.2- 5.9	cm
	Indexed to BSA	2.4-3.2	2.2-3.1	cm/m <sup>2</sup>
	Indexed to height	2.5-3.2	2.4-3.3	cm/m
	Diastolic volume	56-104	67-155	mL
	Indexed to BSA	35-75	35-75	mL/m <sup>2</sup>
	Systolic diameter	2.1-4.0		cm
	Indexed to BSA	1.4-2.1		cm/m <sup>2</sup>
	Systolic volume	19-49	22-58	mL
	Indexed to BSA	12-30	12-30	mL/m <sup>2</sup>
	Ejection fraction	≥ 55%	≥ 55%	
	Septal wall thickness	0.6-0.9	0.6-1.0	cm
	Posterior wall thickness	0.6-0.9	0.6-1.0	cm
	LV mass (2D method)	66-150	96-200	g
	Indexed to BSA	44-88	50-102	g/m <sup>2</sup>
	Relative wall thickness	0.22-0.42	0.24-0.42	

# Kích thước buồng tim người lớn bình thường/ siêu âm tim (2)

Left Atrium				
	AP diameter	2.7-3.8	3.0-4.0	cm
	Indexed to BSA	1.5-2.3	1.5-2.3	cm/m <sup>2</sup>
	LA area	≤ 20	≤ 20	cm <sup>2</sup>
	LA volume	22-52	18-52	mL
	Indexed to BSA	22 ± 6	22 ± 6	mL/m <sup>2</sup>
		<b>Normal Range</b>		
Right Ventricle				
	RV basal diameter	≤ 4.2		cm
	RV subcostal wall thickness	≤ 0.5		cm
	RVOT PSAX distal diameter	≤ 2.7		cm
	RVOT PLAX proximal diameter	≤ 3.3		cm
	Fractional area change	≥ 35		%
	Tricuspid annular excursion (TAPSE)	≥ 1.6		cm
Right Atrium				
	RA major dimension	≤ 5.3		cm
	RA minor dimension	≤ 4.4		cm
	RA end-systolic area	≤ 18		cm <sup>2</sup>

A4C, apical four-chamber view; AP, anterior-posterior diameter in long-axis view; BSA, body surface area; PLAX, parasternal long-axis view; PSAX, parasternal short-axis view; RVOT, right ventricular outflow tract.



## Kích thước buồng tim người lớn bình thường/ siêu âm tim (3)

Cardiac Structure	Basic Measurements	Additional Measurements	Technical Details
Left ventricle	ED dimension ES dimension ED wall thickness Ejection fraction	ED volume ES volume 2D-stroke volume Relative wall thickness LV mass	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 2D imaging is used to ensure that measurements are centered and perpendicular to the long axis of the LV.</li> <li>□ M-mode provides superior time resolution and more accurate identification of endocardial borders but is inaccurate if oblique.</li> <li>□ LV ejection fraction is measured by the apical biplane approach or from 3D imaging.</li> </ul>
Left atrium	ES-AP diameter (PLAX)	LA area LA volume	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ LA AP dimension provides a quick screen but may underestimate LA size.</li> <li>□ When LA size is important for clinical decision making, measurement of LA volume from apical views is helpful.</li> </ul>

# Kích thước buồng tim người lớn bình thường/ siêu âm tim (4)

Right ventricle	ED basal RV dimension in A4C view RV systolic function	RV wall thickness RVOT dimensions RV FAC or TAPSE	<ul style="list-style-type: none"> <li>RV dimensions are measured in apical views at ED. RVOT is measured in PLAX views.</li> <li>TAPSE is measured from an apical M-mode recording of the tricuspid annulus (see Chapter 6 ↻).</li> </ul>
Right atrium	Visual estimate of size	RA area in A4C view	<ul style="list-style-type: none"> <li>RA size is usually compared to the LA in the apical four-chamber view.</li> </ul>
Aorta	ED diameter at sinuses (PLAX)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ED diameter indexed to expected dimension</li> <li>Diameter at multiple sites in aorta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>With 2D echo, inner edge-to-inner-edge measurements are more reproducible.</li> <li>Measurements at end-systole are about 2 mm greater than end-diastolic measurements.</li> </ul>
Pulmonary artery		ED diameter	

A4C, apical four-chamber view; AP, anterior-posterior; ED, end-diastole (onset of the QRS); ES, end-systole (minimum LV volume); FAC, fractional area change; PLAX, parasternal long-axis view; RVOT, RV outflow tract; TAPSE, tricuspid annular plane systolic excursion.