



**ĐẠI HỌC Y DƯỢC  
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**BỆNH VIỆN ĐẠI HỌC Y DƯỢC TP.HCM**  
UNIVERSITY MEDICAL CENTER HCMC  
*Thấu hiểu nỗi đau - niềm tin của bạn*

# **ĐO GẮNG SỨC HÔ HẤP TIM MẠCH - CPET**

**Ths. Bs. Đặng Huỳnh Anh Thư**  
**Bộ môn Sinh Lý – Sinh lý bệnh Miễn dịch**  
**Đại học Y Dược TP.HCM**



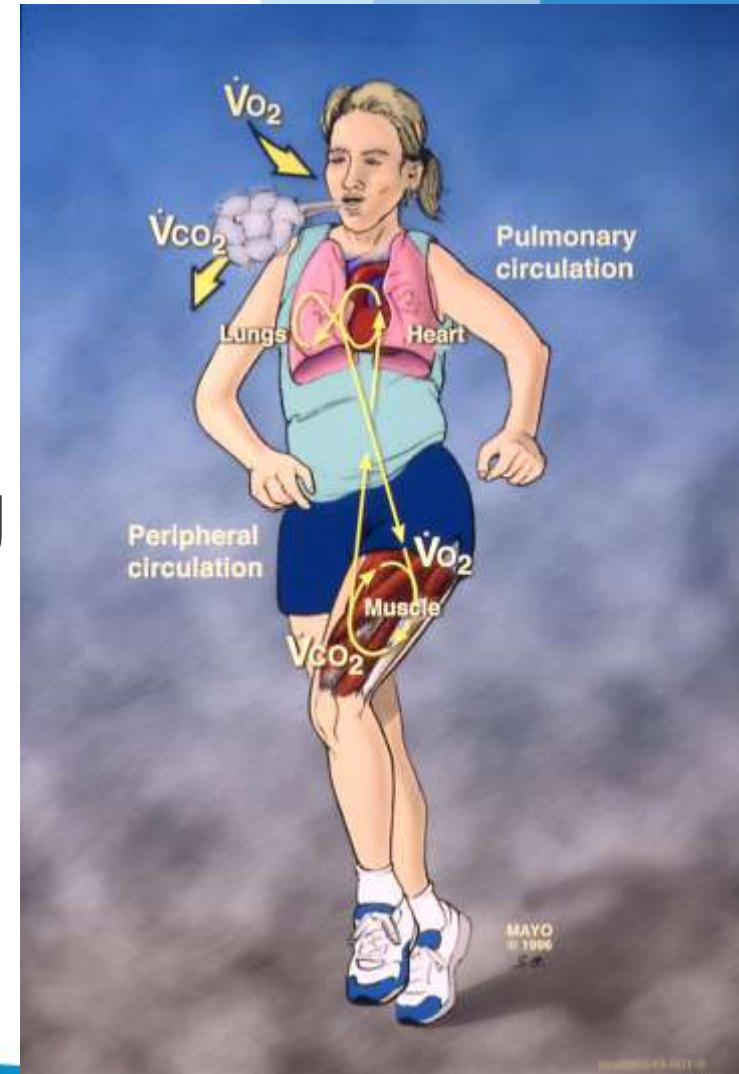
# CPET: Cardiopulmonary Exercise Testing





# CPET

- Sự tiêu thụ oxy ( $\dot{V}O_{2\max}$ )  
Tiêu chuẩn vàng cho sự tương hợp hô hấp và tim mạch
- Đáp ứng tim mạch
- Đánh giá thông khí và động học đường thở
- Trao đổi khí
- Tính toán chuyển hóa





## CPET Guidelines

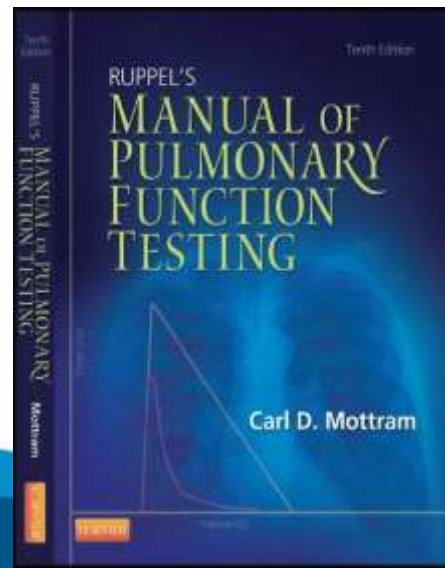
- ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing
  - *Am J Respir Crit Care Med* Vol 167. pp 211–277, 2003
- ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing
  - *J Am Coll Cardiol* 1997;30:260-315
  - Updated in 2002 ([www.americanheart.org](http://www.americanheart.org))
- AHA Recommendations for Clinical Exercise Laboratories



# CPET Guidelines



- American Thoracic Society
  - ATS Pulmonary Function Laboratory Management and Procedure Manual
    - Updated 2005
    - Mottram CD - CPET and Exercise Bronchprovocation chapters
  - [www.thoracic.org](http://www.thoracic.org)





# CHỈ ĐỊNH

1. Đánh giá khả năng dung nạp gắng sức.
2. Đánh giá tình trạng không dung nạp gắng sức KRNN.
  - Tìm nguyên nhân không dung nạp gắng sức do tim hay do phổi trong trường hợp tồn tại cả hai bệnh đồng thời.
  - Triệu chứng không tương hợp với khảo sát tim mạch, hô hấp khi nghỉ.
  - Khó thở KRNN





## CHỈ ĐỊNH

### 3. Đánh giá bệnh nhân có bệnh lý tim mạch.

- Đánh giá chức năng và tiên lượng suy tim.
- Theo dõi đáp ứng với tập luyện vận động trong PHCN tim mạch.

### 4. Đánh giá bệnh nhân có bệnh lý hô hấp.

- Đánh giá suy giảm chức năng hô hấp: COPD, bệnh phổi mô kẽ, xơ phổi, bệnh mạch máu phổi
- Xác định độ nặng của giảm oxy máu cho liệu pháp oxy.
- Theo dõi đáp ứng với tập luyện vận động trong PHCN hô hấp.



## CHỈ ĐỊNH



### 5. Các ứng dụng lâm sàng khác.

- Đánh giá trước mổ: cắt phổi, BN lớn tuổi phẫu thuật lớn ở bụng.
  - Đánh giá để ghép tim, ghép phổi
  - Đánh giá khuyết tật
- CPET được khuyến cáo khi vẫn chưa tìm được nguyên nhân sau khi đã làm các dữ liệu lâm sàng cơ bản ( bệnh sử, XQ, CHHH khi nghỉ, ECG khi nghỉ)



# CHỐNG CHỈ ĐỊNH



## Chống chỉ định tuyệt đối

- Nhồi máu cơ tim cấp (3-5 ngày)
- Đau ngực không ổn định.
- Rối loạn nhịp có triệu chứng hoặc có rối loạn huyết động.
- Viêm nội tâm mạc nhiễm trùng.
- Viêm cơ tim, viêm màng ngoài tim cấp.
- Suy tim không kiểm soát.
- Nghi ngờ túi phình bóc tách
- Phù phổi cấp
- Suy hô hấp.
- Thuyên tắc phổi hoặc nhồi máu phổi.
- Suyễn không kiểm soát.
- Các rối loạn cấp khác (không do tim phổi) có khả năng ảnh hưởng đến khả năng gắng sức hoặc trở nên nặng hơn bởi gắng sức như nhiễm trùng, nhiễm độc giáp.
- Rối loạn tâm thần không hợp tác.

## Chống chỉ định tương đối

- Hẹp thân chính động mạch vành trái.
- Hẹp van tim mức độ trung bình trở lên.
- Tăng huyết áp nặng khi nghỉ (HA tâm thu  $> 220$  mmHg, HA tâm trương  $> 120$  mmHg).
- Bloch nhĩ thất cao độ.
- Bệnh cơ tim phì đại.
- Tăng áp phổi.
- Thai kỳ.
- Rối loạn điện giải.



## Trang thiết bị, nhân sự

**Nhân sự:** có kiến thức về nghiệm pháp vận động, ECG gắng sức, hồi sức cơ bản.

**Phòng ốc:** thông khí tốt, đủ lớn để thiết bị và có chỗ để cấp cứu, có tranh ảnh để giảm lo lắng.





# Trang thiết bị, nhân sự

## Hệ thống vận động.

	<b>Thảm lăn</b>	<b>Xe đạp lực kế.</b>
<b>Ưu điểm</b>	Dạng vận động tự nhiên, dễ chuẩn độ và đạt $VO_{2\max}$ cao hơn.	An toàn hơn, ít ảnh giả, định lượng được công, dễ lấy máu
<b>Khuyết điểm</b>	Có nguy cơ tai nạn, nhiều ảnh giả do vận động hơn, khó lấy máu, khó định lượng công vận động.	Khó chuẩn độ, mỏi chân và không quen đạp xe đạp, $VO_{2\max}$ thấp hơn.





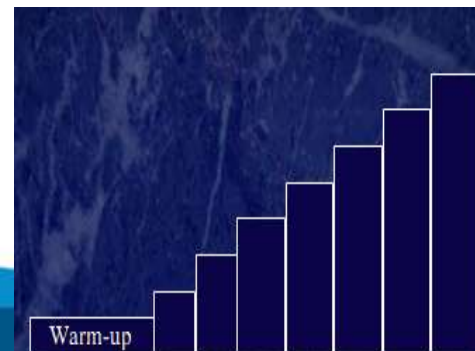
# Trang thiết bị, nhân sự

## Thảm lăn

<u>Giai đoạn</u>	<u>Phút</u>	<u>Độc</u> (%)	<u>km/h</u>	<u>MPH</u> (miles/h)	<u>METS</u>
1	3	10	2.7	1.7	4
2	6	12	4.0	2.5	6.6
3	9	14	5.4	3.4	9.1
4	12	16	6.7	4.2	12.9
5	15	18	8.0	5.0	15.0
6	18	20	8.8	5.5	16.9
7	21	22	9.6	6.0	19.1

## Xe đạp lực kế

- Công dự đoán tối đa =  $(V_{O2 \max} \text{ dự đoán} - V_{O2 \text{ nghỉ}})/10$
- Thời gian: 8 -10 phút.
- Tăng công đều cho từng giai đoạn hoặc tăng liên tục





# Trang thiết bị, nhân sự

## Hệ thống phân tích khí thở:

- + Ống ngậm, sensor, transducers : nhẹ, có khoảng chết thấp và kháng lực thấp.
- + Pulse oximetry
- + Khí máu động mạch



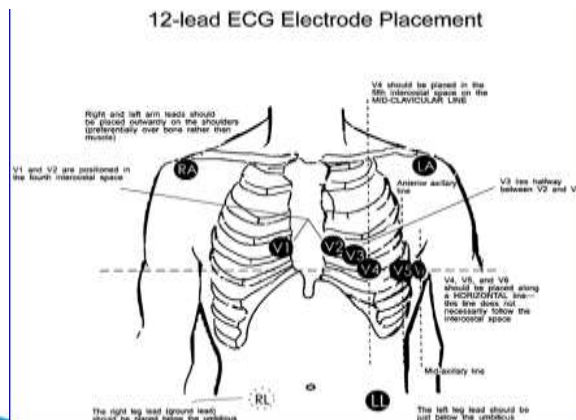


# Trang thiết bị, nhân sự

## Hệ thống theo dõi ECG và huyết áp.

+ ECG: Theo dõi 12 chuyển đạo liên tục.

+ Huyết áp





## Chuẩn bị trước đo

- Xét chỉ định, chống chỉ định
- Xem xét tiền căn
  - Các kết quả xét nghiệm
  - Thuốc
  - Triệu chứng
  - Giới hạn vận động
  - Hô hấp ký
  - Điện tâm đồ
- Chuẩn bị test thích hợp
  - Không hút thuốc 8h trước
  - Không ăn 3h trước
  - Trang phục phù hợp





# Phương pháp tiến hành

- Hỏi bệnh sử, đo hô hấp ký, ECG khi nghỉ,

- Tính công dự đoán tối đa
- Làm quen với máy. Ghi nhận triệu chứng bằng thang điểm Borg

- 3 phút nghỉ.
- 3 phút khởi động.
- 10 phút tăng công từng bước hoặc liên tục.
- 10 phút hồi phục

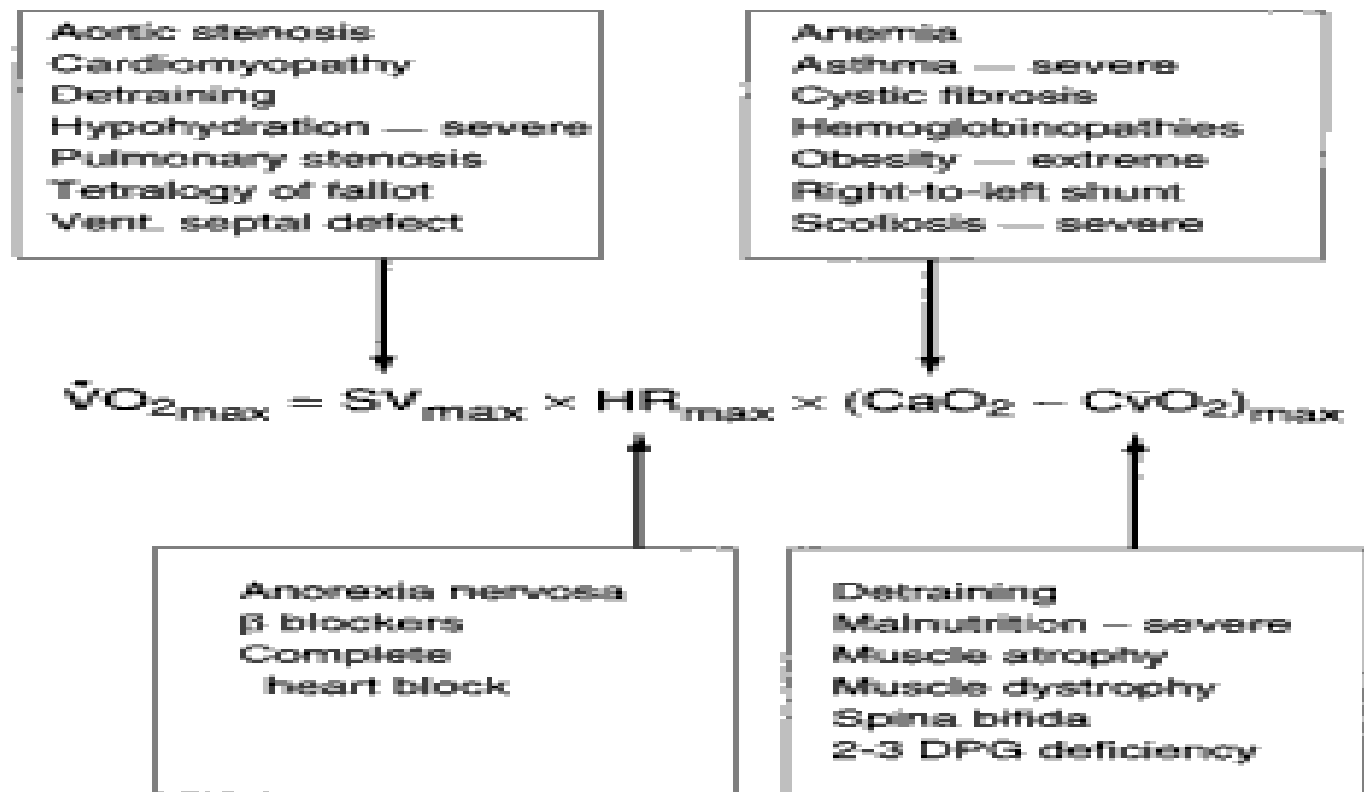
## PERCEIVED EXERTION SCALE

0	NOTHING AT ALL
0.5	VERY, VERY SLIGHT (JUST NOTICEABLE)
1	VERY SLIGHT
2	SLIGHT
3	MODERATE
4	SOMEWHAT SEVERE
5	SEVERE
6	
7	VERY SEVERE
8	
9	VERY, VERY SEVERE (ALMOST MAXIMAL)
10	MAXIMAL



# Các thông số thu được

1.  $\dot{V}O_2$ : lượng oxy tiêu thụ (tiêu chuẩn vàng cho sự tương hợp hệ hô hấp và tim mạch)



**FIGURE 4.5** Reduction in maximal aerobic power ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) because of disease. The Fick equation and specific conditions that affect its components, thus reducing  $\dot{V}O_{2\max}$ , are shown.



# Các thông số thu được

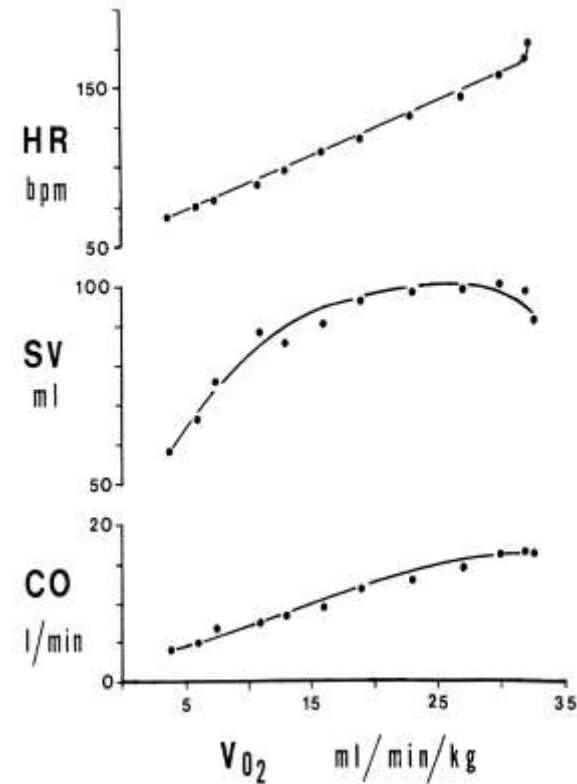
2.  $V_{CO_2}$  : lượng  $CO_2$  thải ra

3. **RQ** (respiratory quotient): thương số hô hấp

$$V_{CO_2}/V_{O_2}.$$

4. *Thông số đáp ứng tim mạch:*

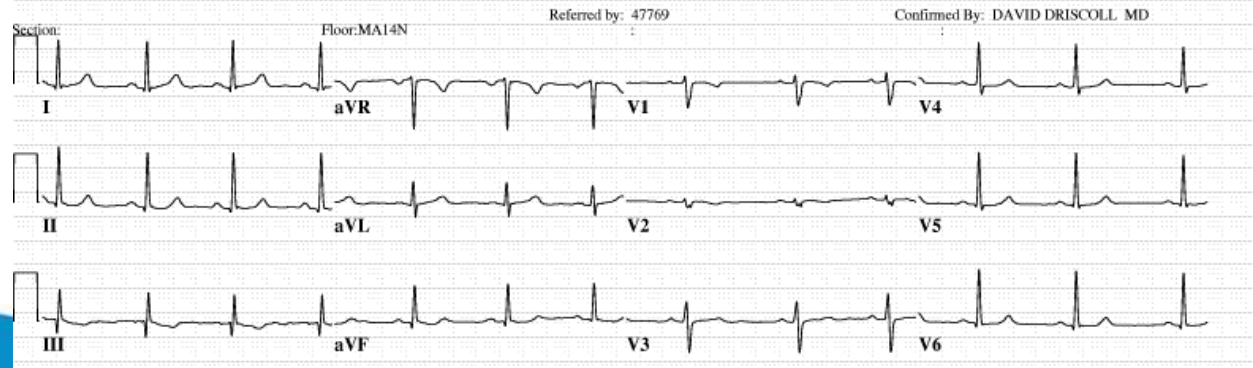
- **HR** (heart rate):  $HR_{max} = 220 - \text{tuổi}$ .
- **BP** (blood pressure): huyết áp
- **CO** (cardiac output): cung lượng tim
- **SV** (stroke volume): thể tích nhát bóp
- **ECG**: 12 chuyển đạo





# Các thông số thu được

- Phân tích ECG trong vận động
  - Loạn nhịp
  - Thay đổi ST-T

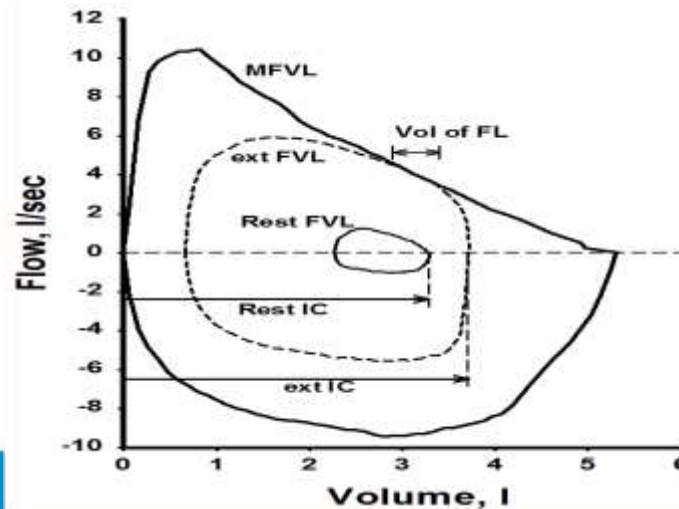




# Các thông số thu được

## 5. Thông số đáp ứng thông khí:

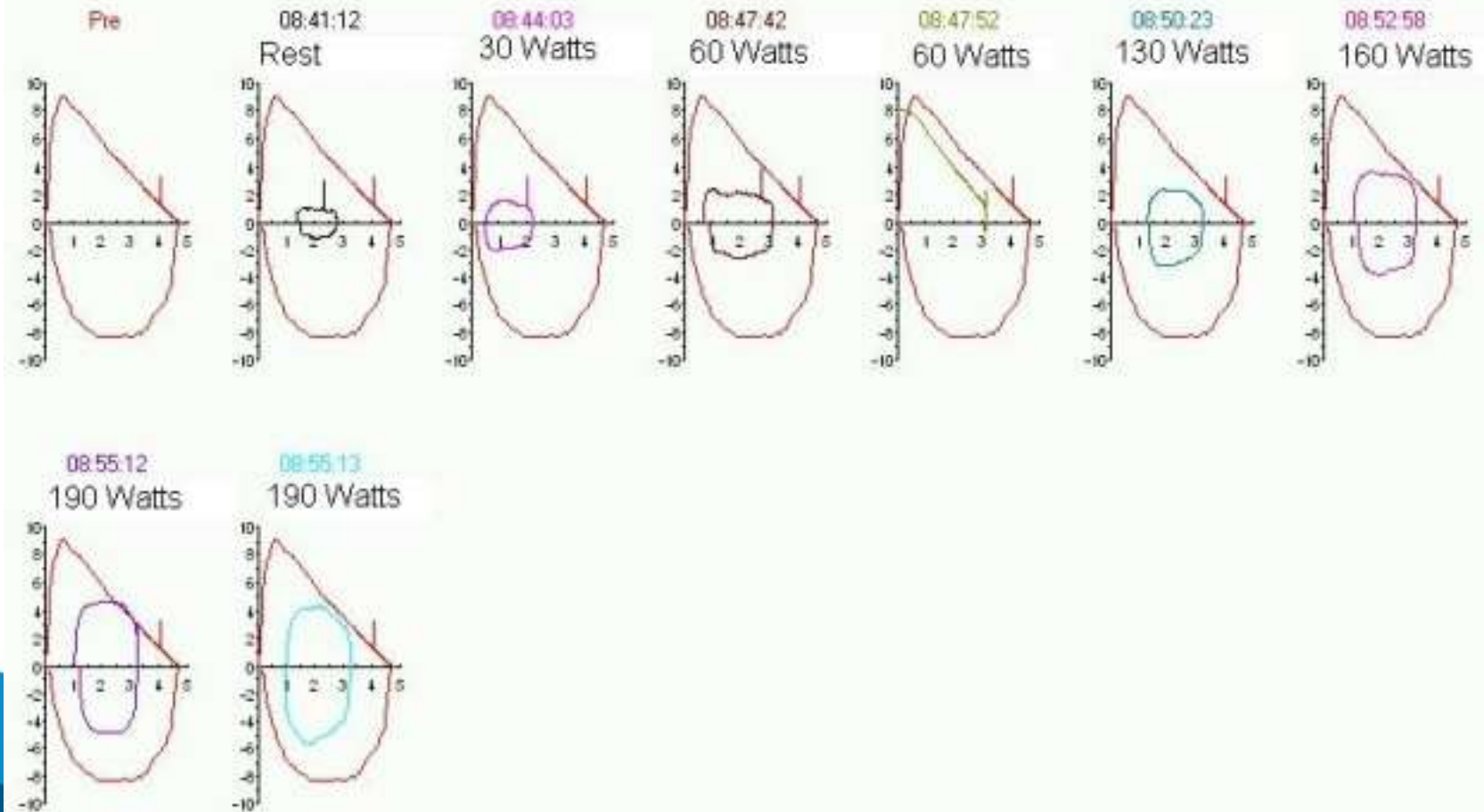
- $V_E$  (minute ventilation): thông khí phút, thể tích khí thở ra mỗi phút.
  - +  $V_{E \max} = 60-80\% \text{ MVV}$ .
  - +  $V_E / V_{O_2}$ : thông khí tương đương cho  $O_2$
  - +  $V_E / V_{CO_2}$  Thông khí tương đương cho  $CO_2$
- **Động học thở**





# Giản đồ lưu lượng thể tích

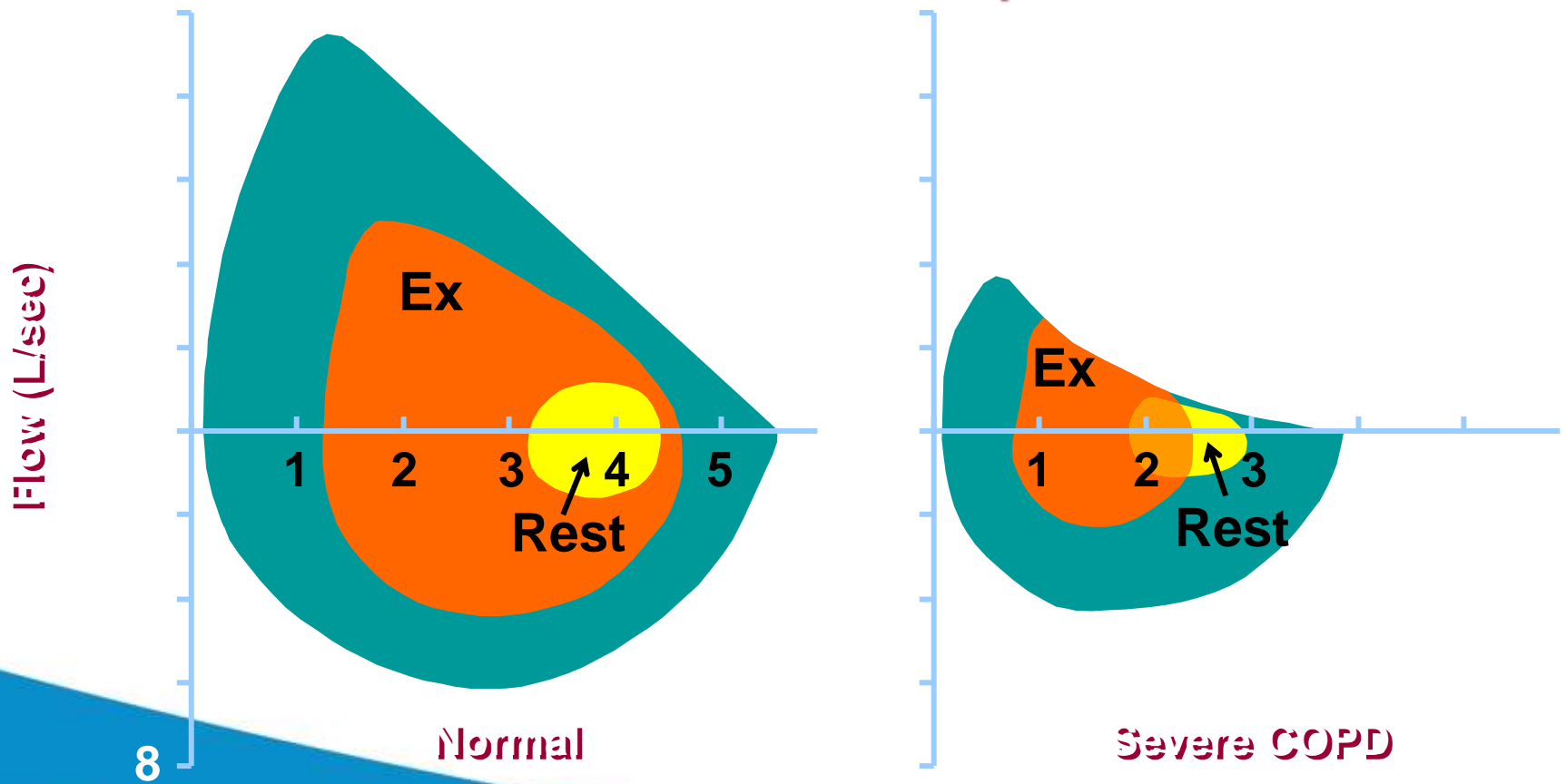
Normal





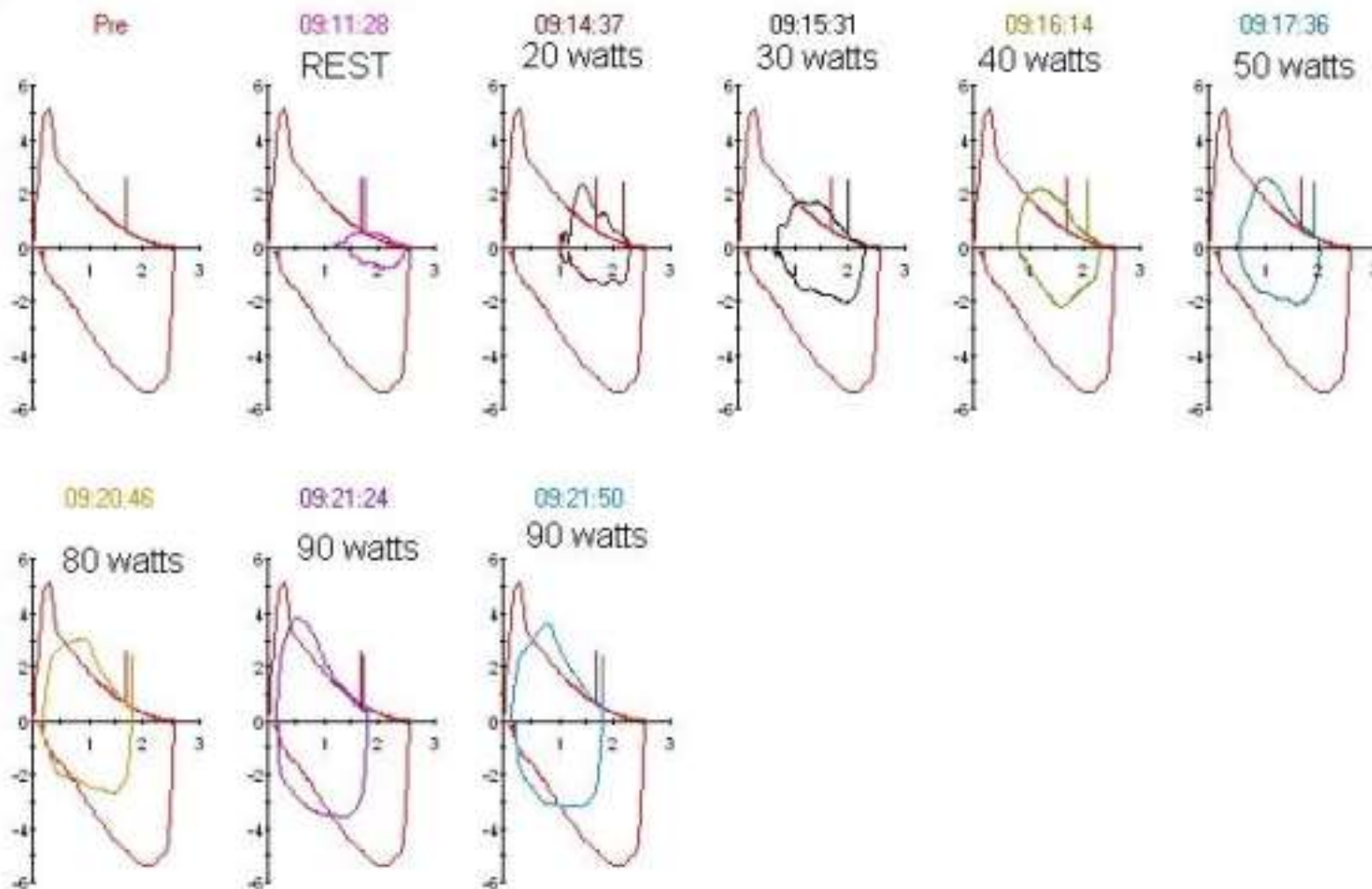
# Giản đồ lưu lượng thể tích

## Flow Volume Loop Profiles



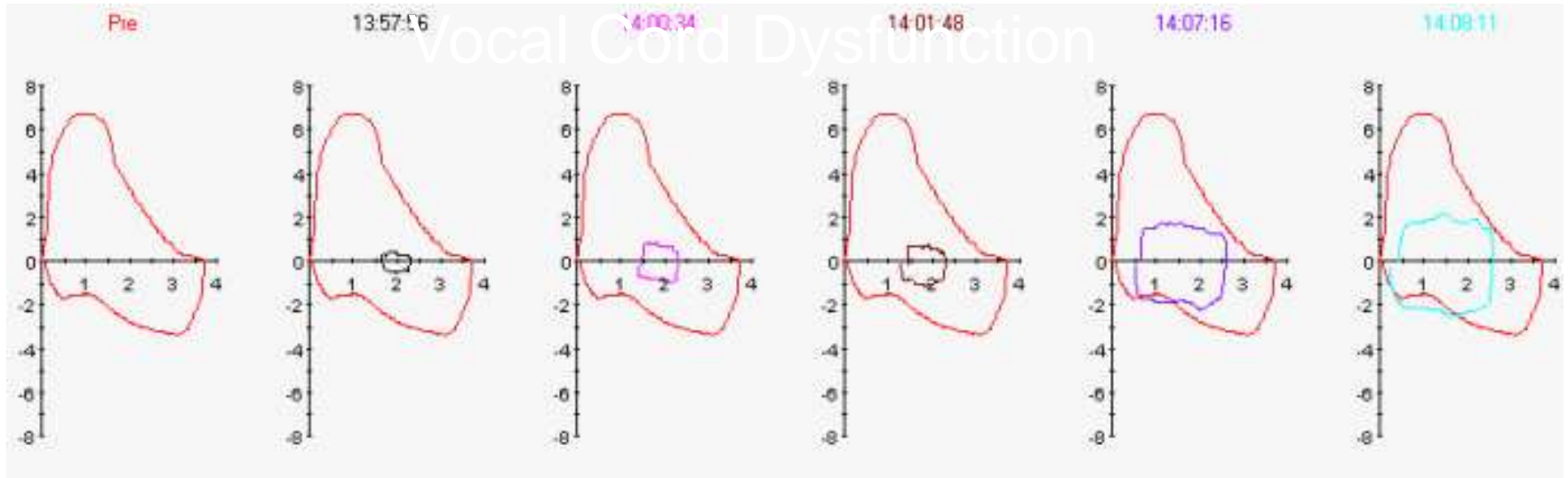


# Giải đồ lưu lượng thể tích





# Giản đồ lưu lượng thể tích





## Các thông số thu được



### 5. Thông số trao đổi khí:

- $P_a O_2, P_a CO_2, pH$
- $P(A-a) O_2$ : chênh áp  $O_2$  phế nang – mao mạch
- $V_D/V_T$ : tỉ số khoảng chết/ thể tích khí lưu thông

$$V_D/V_T = (P_{aCO_2} - P\bar{E}_{CO_2})/P_{aCO_2}$$

$P\bar{E}_{CO_2}$ : áp suất riêng phần của  $CO_2$  trong khí thở ra.

### 6. Thông số chuyển hóa:

**AT** (anaerobic threshold): ngưỡng chuyển hóa yếm khí, bình nguyên của  $V_{O_2}$



# **Chỉ định ngưng nghiệm pháp**

## **Ngừng đúng lúc:**

Khi đã gắng sức tối đa chưa.

- Nhịp tim: đạt 85-90% giá trị dự đoán (\*\*\*)
- $V_{E\max}$ : đạt 60-80% MVV (\*\*\*)
- Sa O<sub>2</sub>:  $\leq 80\%$  (\*\*)
- Chuyển hóa: RQ  $> 1,10 - 1,15$  hoặc Lactate  $> 7$  mmol (\*).

Với \* là mức độ quan trọng.



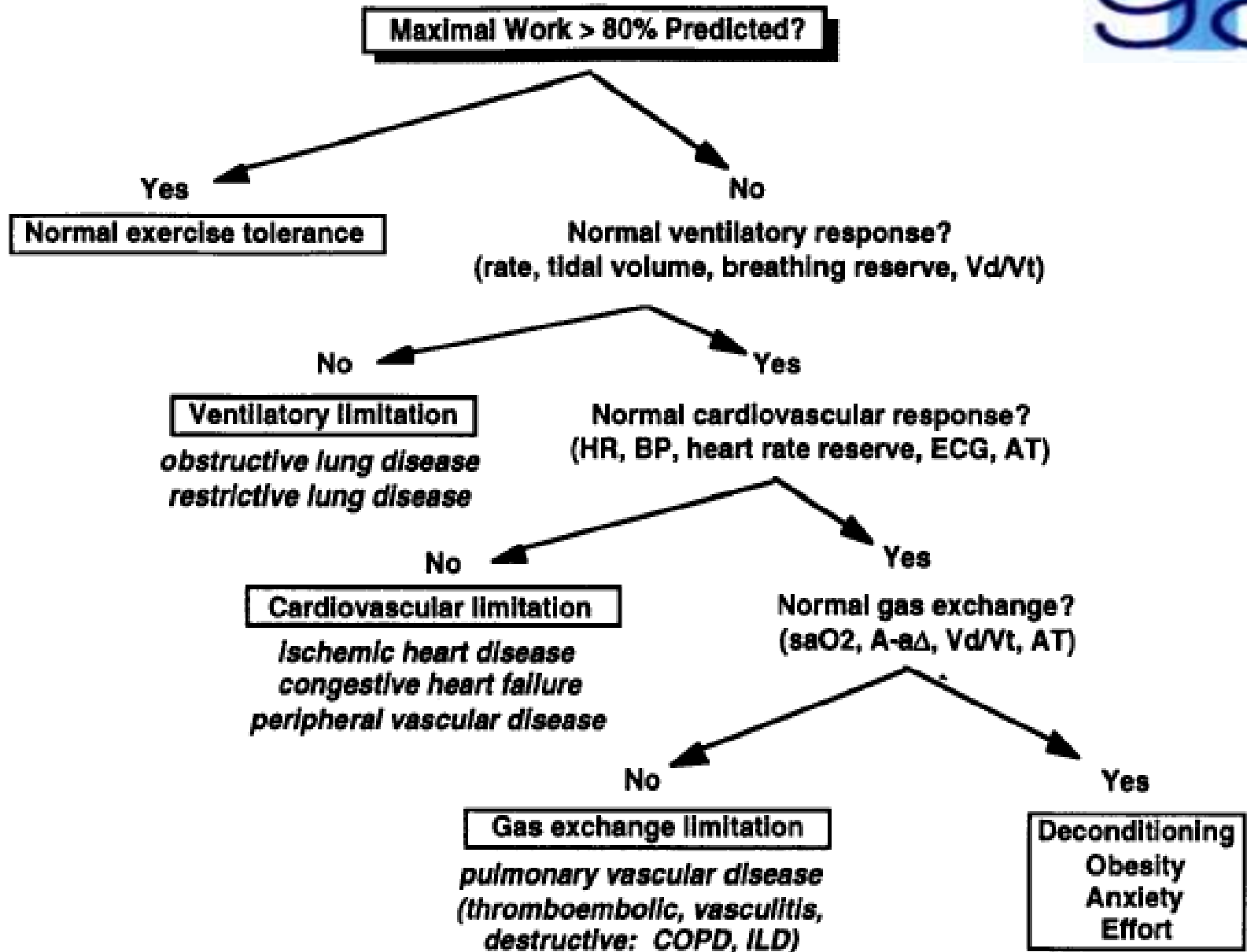
## **Chỉ định ngưng nghiệm pháp**

### **Ngưng sớm**

- Đau ngực nghi ngờ do TMCT.
- Dấu hiệu TMCT trên ECG: ST chênh xuống  $> 2$  mm dạng đi ngang hoặc đi dốc xuống
- Loạn nhịp tim: ngoại tâm thu thất chuỗi, ngoại tâm thu thất nhịp đôi, nhịp nhanh trên thất, block tim độ 2 hoặc 3 hoặc loạn nhịp chậm.
- Tăng HAm<sub>ax</sub>  $> 220$  mmHg, tăng Hamin  $> 120$  mmHg.
- Tụt HAm<sub>ax</sub>  $> 20$  mmHg so với trước làm nghiệm pháp.
- SpO<sub>2</sub>  $\leq 80\%$  kết hợp với triệu chứng của thiếu oxy máu.
- Tím tái đột ngột.
- Chóng mặt, ngất.
- Triệu chứng suy hô hấp.



# Phân tích kết quả





## An toàn

- Là nghiệm pháp an toàn
  - Tỷ lệ tử vong: 2-5/100.000 ca
  - Nghiên cứu trên 70.000 ca: không tử lệ tử vong, 6 biến cố
- Tuân thủ đúng chỉ định, sàng lọc bệnh trước làm nghiệm pháp, ngưng nghiệm pháp đúng hướng dẫn



AMERICAN THORACIC SOCIETY  
SAN FRANCISCO, CA  
VMAX

Name: Bicycle, Bob  
ID: CPX Evaluation  
Date: 11/22/94  
Age: 46 Race: Asian  
Height(in): 67.0 Weight(lb): 145



### CardioPulmonary Exercise Graphs: 9-Plot

Name: Bicycle, Bob  
Date: 11/22/94  
Age: 46

ID: CPX Evaluation  
Height(in): 67.0  
Weight(kg): 65.9  
Physician: Medical Director

### CardioPulmonary Exercise Test Summary

	Predicted	Measured	% Predicted
<b>Spirometry</b>			
FVC (L)	4.53	(2.45)	(54)
FEV1 (L)	3.43	(2.43)	(71)
MVV (L)	148	(50)	(34)

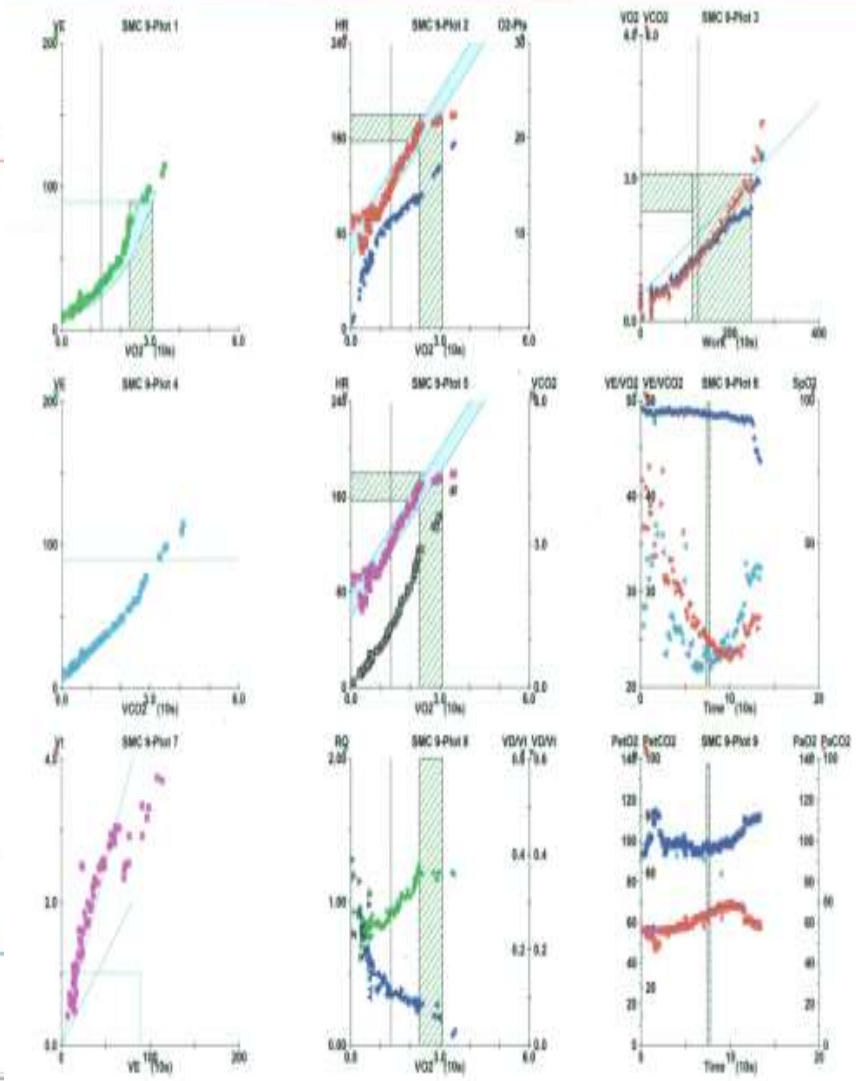
**Resting Data**    HR (bpm): 76    SpO2: 96    SPB(mmHg):    DPB (mmHg):

Peak Cardiovascular Responses	Predicted	Measured	% Predicted
VO2 (ml/kg/min)	34.7	51.8	(149)
VO2 (l/min)	2.728	3.416	(125)
VCO2 (l/min)		4.063	
Work (Watts)	183	270	(148)
Anaerobic Threshold (AT)(l/min)	> 1.091	1.370	
AT (% Predicted Max VO2)	> 40%	50	
Heart Rate (bpm)	169	179	106
O2 Pulse (ml/beat)	14.1	19.1	(135)
Systolic Blood Pressure (Max)	173		
Diastolic Blood Pressure (Max)	85-105		
Heart Rate Reserve (bpm)	<15	-12	
<b>Peak Ventilatory Responses</b>			
VE Max (l/min) BTPS	89.5	113.9	127
Tidal Volume (VT) (L)	1.002	3.625	362
Respiratory Rate (RR)	<50	30	
Breathing Reserve (%)	20-40		
<b>Gas-Exchange Responses</b>			
End Tidal CO2 (Peak PetCO2)		41.6	
End Tidal O2 (Peak PetO2)		113.0	
VE/VO2 @ AT		23	
VE/VCO2 @ AT		25	
VD/VT (Est) @ Rest	0.30	0.26	87
VD/VT (Est) Peak	0.18	0.03	(18)
Respiratory Quotient (RQ)(Peak)	1.1-1.3	1.19	
SpO2 (O2 Sat--Pulse Ox) @ Peak	96	80	

**Calibration Results**

Flow Cal:    Pred Volume: 3.00    Expire Avg: 3.01    Inspire Avg: 3.00

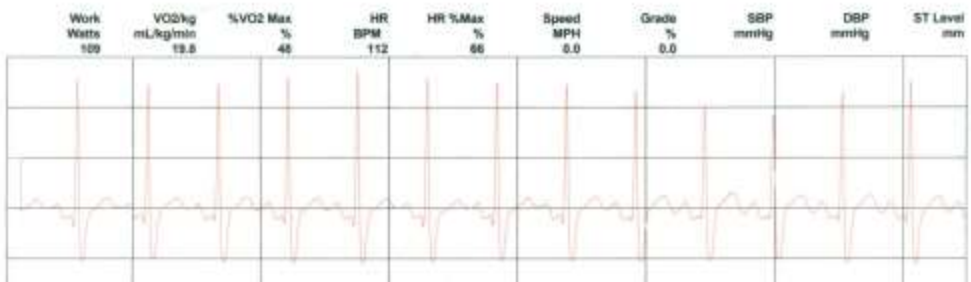
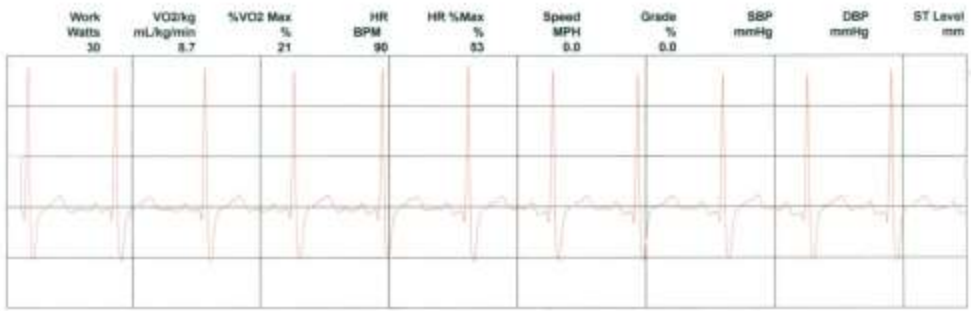
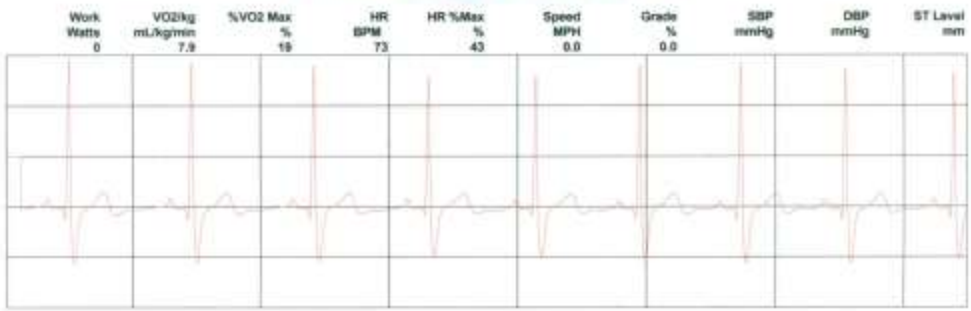
Gas Cal:	Cal1 O2	Cal 1 CO2	Cal 2 O2	Cal 2 CO2	Ambient O2	Ambient CO2
Predicted	16.00	4.00	26.00	0.00		
Measured	16.01	4.01	26.00	-0.01	20.90	0.08
Transit (msec)	0.552	0.408				
Response (msec)	0.111	0.053				



Name: Bicycle, Bob  
 ID: CPX Evaluation  
 Date: 11/22/94  
 Age: 46 Race: Asian  
 Height(in): 67.0 Weight(lb): 145  
 Physician: Medical Director

**CardioPulmonary Exercise Test Results**

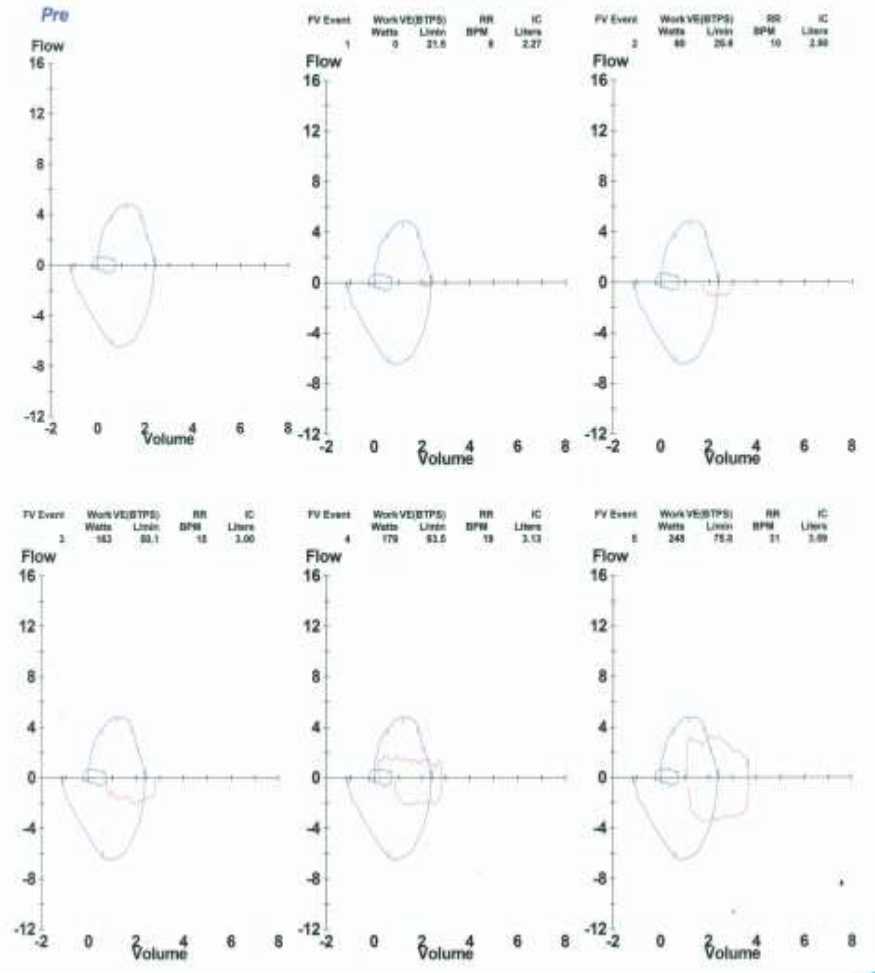
**Exercise ECG Strips**



Name: Bicycle, Bob  
 ID: CPX Evaluation  
 Date: 11/22/94  
 Age: 46 Race: Asian  
 Height(in): 67.0 Weight(lb): 145  
 Physician: Medical Director

**CardioPulmonary Exercise Test Results**

**Exercise Tidal Flow Volume Loop Profile**



**XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN  
QUÝ VỊ ĐẠI BIỂU ĐÃ THEO DÕI**

